

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5617900号
(P5617900)

(45) 発行日 平成26年11月5日(2014.11.5)

(24) 登録日 平成26年9月26日(2014.9.26)

(51) Int.Cl. F 1
B 2 5 J 17/00 (2006.01) B 2 5 J 17/00 E

請求項の数 1 (全 30 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-253261 (P2012-253261) (22) 出願日 平成24年11月19日(2012.11.19) (65) 公開番号 特開2014-100750 (P2014-100750A) (43) 公開日 平成26年6月5日(2014.6.5) 審査請求日 平成25年3月15日(2013.3.15)</p>	<p>(73) 特許権者 000006622 株式会社安川電機 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 (74) 代理人 100104503 弁理士 益田 博文 (74) 代理人 100191112 弁理士 益田 弘之 (72) 発明者 野上 和義 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 (72) 発明者 宮内 信和 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 審査官 佐藤 彰洋</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のアーム要素と、
 隣接する2つの前記アーム要素同士を互いに可動となるように連結する関節部と、
 を有し、
 隣接する2つの前記関節部の間に位置する特定の1つの前記アーム要素が、
 前記隣接する2つの関節部それぞれに対して応力伝達可能に連結された強度部材と、
モータ軸を前記特定の1つのアーム要素の長手方向に沿うように配置すると共に、当該
特定の1つのアーム要素若しくはそれに隣接する別のアーム要素を駆動するモータと、
 を備えており、
 前記モータの外郭が、
 前記隣接する2つの関節部それぞれに対して応力伝達可能に連結されており、
前記強度部材及び前記モータは、
前記特定の1つのアーム要素の外郭を構成し前記長手方向に延在する、カバーによって
覆われている
 ことを特徴とする、ロボット。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

開示の実施形態は、ロボットに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、ロボットが開示されている。このロボット（多関節ロボット）の基台には、旋回ヘッド、及び、複数のアーム要素が連結されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2010-94749号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、ロボットの分野では、ロボットの周囲に設置される安全柵のコンパクト化や、ロボットと人との親和性を向上する等のため、アーム要素を軽量化・小型化することが求められている。しかしながら、上記従来技術では、このようなアーム要素を軽量化・小型化するという観点において十分であるとは言えなかった。

【0005】

本発明はこのような問題に鑑みてなされたものであり、アーム要素の軽量化・小型化を図ることができるロボットを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明の一の観点によれば、複数のアーム要素と、隣接する2つの前記アーム要素同士を互いに可動となるように連結する関節部と、を有し、隣接する2つの前記関節部の間に位置する特定の1つの前記アーム要素が、前記隣接する2つの関節部それぞれに対して応力伝達可能に連結された強度部材と、モータ軸を前記特定の1つのアーム要素の長手方向に沿うように配置すると共に、当該特定の1つのアーム要素若しくはそれに隣接する別のアーム要素を駆動するモータと、を備えており、前記モータの外郭が、前記隣接する2つの関節部それぞれに対して応力伝達可能に連結されており、前記強度部材及び前記モータは、前記特定の1つのアーム要素の外郭を構成し前記長手方向に延在する、カバーによって覆われているロボットが提供される。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、アーム要素の軽量化・小型化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】一実施の形態のロボット装置及びそれに備えられたロボットの全体構成を表す斜視図である。

【図2】ロボットの全体構成をその外郭を構成するカバーを省略した状態で表す斜視図である。

【図3】ロボットの全体構成をその外郭を構成するカバーを破線で表した後面図である。

【図4】ロボットの全体構成をその外郭を構成するカバーを省略した状態で表す下面図である。

【図5】基台及び胴体部の下端側を表す断面図である。

【図6】図5中の矢印A方向から見た矢視図、及び、図5中の矢印B方向から見た矢視図である。

【図7】基台及び胴体部の下端側を表す断面図である。

【図8】図7中の矢印C方向から見た矢視図、及び、図7中の矢印D方向から見た矢視図である。

【図9】肩部、上腕A部、及び上腕B部を表す上面図である。

【図10】肩部及び上腕A部を表す側面図である。

10

20

30

40

50

【図 1 1】肩部に設けられたモータ、ブレーキ装置、及び減速機の概略構成を表す模式図である。

【図 1 2】上腕 A 部を表す断面図である。

【図 1 3】上腕 B 部を表す上面図である。

【図 1 4】上腕 B 部を表す側面図である。

【図 1 5】上腕 B 部に設けられたモータ、ブレーキ装置、及び減速機の概略構成を表す模式図である。

【図 1 6】下腕部及び手首部を表す側面図である。

【図 1 7】下腕部に設けられたアクチュエータを説明するための断面図である。

【図 1 8】下腕部に設けられたアクチュエータを説明するための断面図である。

【図 1 9】手首 A 部に設けられたアクチュエータを説明するための断面図である。

【図 2 0】手首 A 部に設けられたアクチュエータを説明するための断面図である。

【図 2 1】図 1 中の X X I - X X I 断面による断面図である。

【図 2 2】接触スイッチを説明するための断面図である。

【図 2 3】ロボットコントローラの機能的構成を表すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、一実施の形態について図面を参照しつつ説明する。なお、図面中に「前方」「後方」「左方」「右方」「上方」「下方」の注記がある場合は、明細書中の説明における「前方(前)」「後方(後)」「左方(左)」「右方(右)」「上方(上)」「下方(下)」とは、その注記された方向を指す。

【0010】

<ロボット装置>

まず、本実施形態のロボット装置の全体構成について説明する。

【0011】

図 1 に示すように、本実施形態のロボット装置 1 は、ロボット 100 と、ロボットコントローラ 200 (コントローラ) とを有する。ロボット 100 とロボットコントローラ 200 とは、相互通信可能に接続ケーブル 2 で接続されている。なお、ロボット 100 とロボットコントローラ 200 とを無線で接続してもよい。また、ロボットコントローラ 200 をロボット 100 の内部に設けてもよい。

【0012】

<ロボット>

図 1 ~ 図 4 に示すように、ロボット 100 は、基台 101 と、ロボット本体 102 とを有する。基台 101 は、ロボット 100 の設置箇所 (例えば床部や台座等) に設置される。ロボット本体 102 は、基台 101 の上端部に設けられている。このロボット本体 102 は、胴体部 110 と、胴体部 110 にそれぞれ取り付けられた 2 つのアーム部 120 L, 120 R と、2 つの手首部 130 L, 130 R とを有する、いわゆる双腕ロボットである。

【0013】

胴体部 110 は、基台 101 の上端部に対し回転可能に接続されている。具体的には、胴体部 110 は、基台 101 の上端部において、当該基台 101 の固定面 (図示省略) に略直交する回転軸線 A x 0 まわりに回転可能に支持されている。この胴体部 110 は、基台 101 に設けられたアクチュエータ A c 0 の駆動により、基台 101 の上端部に対し回転軸線 A x 0 まわりに回転駆動される。

【0014】

アーム部 120 L は、胴体部 110 の一方側 (各図中に示すロボット本体 102 の姿勢では左側) の先端部 (以下では、適宜「左端部」と称する) に対し回動可能に接続されている。このアーム部 120 L は、肩部 121 L と、上腕 A 部 122 L と、上腕 B 部 123 L と、下腕部 124 L とからなる多関節構造 (多軸構造) を備えている。

【0015】

10

20

30

40

50

肩部 1 2 1 L は、胴体部 1 1 0 の左端部において、回転軸線 $A \times 0$ に略垂直な回動軸線 $A \times 1 L$ まわりに回動可能に支持されている。この肩部 1 2 1 L は、胴体部 1 1 0 に設けられたアクチュエータ $A c 1 L$ の駆動により、胴体部 1 1 0 の左端部に対し回動軸線 $A \times 1 L$ まわりに回動駆動される。

【 0 0 1 6 】

上腕 A 部 1 2 2 L は、肩部 1 2 1 L の先端側において、回転軸線 $A \times 1 L$ に略垂直な回動軸線 $A \times 2 L$ まわりに回動可能に支持されている。この上腕 A 部 1 2 2 L は、肩部 1 2 1 L に設けられたアクチュエータ $A c 2 L$ の駆動により、肩部 1 2 1 L の先端側に対し回動軸線 $A \times 2 L$ まわりに回動駆動される。

【 0 0 1 7 】

上腕 B 部 1 2 3 L は、上腕 A 部 1 2 2 L の先端側において、回転軸線 $A \times 2 L$ に略垂直な回動軸線 $A \times 3 L$ まわりに回動可能に支持されている。この上腕 B 部 1 2 3 L は、上腕 A 部 1 2 2 L に設けられたアクチュエータ $A c 3 L$ の駆動により、上腕 A 部 1 2 2 L の先端側に対し回動軸線 $A \times 3 L$ まわりに回動駆動される。

【 0 0 1 8 】

下腕部 1 2 4 L は、上腕 B 部 1 2 3 L の先端側において、回転軸線 $A \times 3 L$ に略垂直な回動軸線 $A \times 4 L$ まわりに回動可能に支持されている。この下腕部 1 2 4 L は、上腕 B 部 1 2 3 L に設けられたアクチュエータ $A c 4 L$ の駆動により、上腕 B 部 1 2 3 L の先端側に対し回動軸線 $A \times 4 L$ まわりに回動駆動される。

【 0 0 1 9 】

手首部 1 3 0 L は、アーム部 1 2 0 L の先端部（つまり下腕部 1 2 4 L の先端側）に対し回動可能に接続されている。この手首部 1 3 0 L は、手首 A 部 1 3 1 L と、手首 B 部 1 3 2 L と、フランジ部 1 3 3 L とからなる多関節構造（多軸構造）を備えている。

【 0 0 2 0 】

手首 A 部 1 3 1 L は、下腕部 1 2 4 L の先端側において、回動軸線 $A \times 4 L$ に略垂直な回動軸線 $A \times 5 L$ まわりに回動可能に支持されている。この手首 A 部 1 3 1 L は、下腕部 1 2 4 L に設けられたアクチュエータ $A c 5 L$ の駆動により、下腕部 1 2 4 L の先端側に対し回動軸線 $A \times 5 L$ まわりに回動駆動される。

【 0 0 2 1 】

手首 B 部 1 3 2 L は、手首 A 部 1 3 1 L の先端側において、手首部 1 3 0 L の長手方向に略垂直でかつ回動軸線 $A \times 5 L$ に略垂直な回動軸線 $A \times 6 L$ まわりに回動可能に支持されている。この手首 B 部 1 3 2 L は、手首 A 部 1 3 1 L に設けられたアクチュエータ $A c 6 L$ の駆動により、手首 A 部 1 3 1 L の先端側に対し回動軸線 $A \times 6 L$ まわりに回動駆動される。

【 0 0 2 2 】

フランジ部 1 3 3 L は、手首 B 部 1 3 2 L の先端側において、回動軸線 $A \times 5 L$ 及び回動軸線 $A \times 6 L$ のどちらにも略垂直な回動軸線 $A \times 7 L$ まわりに回動可能に支持されている。このフランジ部 1 3 3 L は、手首 B 部 1 3 2 L に設けられたアクチュエータ $A c 7 L$ の駆動により、手首 B 部 1 3 2 L の先端側に対し回動軸線 $A \times 7 L$ まわりに回動駆動される。このとき、フランジ部 1 3 3 L の先端部には、ロボット 1 0 0 の作業対象（図示省略）に対し所望の作業を行うための種々のツール（図示省略）が取り付けられる。フランジ部 1 3 3 L の先端部に取り付けられたツールは、フランジ部 1 3 3 L の回動軸線 $A \times 7 L$ まわりの回動により、当該回動軸線 $A \times 7 L$ まわりに回動駆動される。

【 0 0 2 3 】

なお、ここではアーム部 1 2 0 L 及び手首部 1 3 0 L の長手方向（あるいは延材方向）に沿った回動軸まわりの回動を「回動」と呼び、当該長手方向に略垂直な回動軸まわりの回動を「旋回」と呼んで区別している。

【 0 0 2 4 】

また、「垂直」「直交」の説明は厳密なものではなく、実質的な生じる公差・誤差は許容される。また、「垂直」「直交」とは仮想軸線が交わることを意味するものではなく、

10

20

30

40

50

仮想軸線同士がなす方向が交差するものであればねじれの位置の場合も含まれる。

【 0 0 2 5 】

一方、アーム部 1 2 0 R は、胴体部 1 1 0 の他方側（各図中に示すロボット本体 1 0 2 の姿勢では右側）の先端部（以下では、適宜「右端部」と称する）に対し回動可能に接続されており、肩部 1 2 1 R と、上腕 A 部 1 2 2 R と、上腕 B 部 1 2 3 R と、下腕部 1 2 4 R とからなる多関節構造（多軸構造）を備えている。

【 0 0 2 6 】

肩部 1 2 1 R は、胴体部 1 1 0 の右端部において、回転軸線 $A \times 0$ に略垂直な回動軸線 $A \times 1 R$ まわりに回動可能に支持されている。この肩部 1 2 1 R は、胴体部 1 1 0 に設けられたアクチュエータ $A c 1 R$ の駆動により、胴体部 1 1 0 の右端部に対し回動軸線 $A \times 1 R$ まわりに回動駆動される。

10

【 0 0 2 7 】

上腕 A 部 1 2 2 R は、肩部 1 2 1 R の先端側において、回転軸線 $A \times 1 R$ に略垂直な旋回軸線 $A \times 2 R$ まわりに旋回可能に支持されている。この上腕 A 部 1 2 2 R は、肩部 1 2 1 R に設けられたアクチュエータ $A c 2 R$ の駆動により、肩部 1 2 1 R の先端側に対し旋回軸線 $A \times 2 R$ まわりに旋回駆動される。

【 0 0 2 8 】

上腕 B 部 1 2 3 R は、上腕 A 部 1 2 2 R の先端側において、回転軸線 $A \times 2 R$ に略垂直な回動軸線 $A \times 3 R$ まわりに回動可能に支持されている。この上腕 B 部 1 2 3 R は、上腕 A 部 1 2 2 R に設けられたアクチュエータ $A c 3 R$ の駆動により、上腕 A 部 1 2 2 R の先端側に対し回動軸線 $A \times 3 R$ まわりに回動駆動される。

20

【 0 0 2 9 】

下腕部 1 2 4 R は、上腕 B 部 1 2 3 R の先端側において、回転軸線 $A \times 3 R$ に略垂直な旋回軸線 $A \times 4 R$ まわりに旋回可能に支持されている。この下腕部 1 2 4 R は、上腕 B 部 1 2 3 R に設けられたアクチュエータ $A c 4 R$ の駆動により、上腕 B 部 1 2 3 R の先端側に対し旋回軸線 $A \times 4 R$ まわりに旋回駆動される。

【 0 0 3 0 】

手首部 1 3 0 R は、アーム部 1 2 0 R の先端部（つまり下腕部 1 2 4 R の先端側）に対し回動可能に接続されており、上記手首部 1 3 0 L と左右対称の構造を備える。即ち、手首部 1 3 0 R は、手首 A 部 1 3 1 R と、手首 B 部 1 3 2 R と、フランジ部 1 3 3 R とからなる多関節構造（多軸構造）を備えている。

30

【 0 0 3 1 】

手首 A 部 1 3 1 R は、下腕部 1 2 4 R の先端側において、旋回軸線 $A \times 4 R$ に略垂直な旋回軸線 $A \times 5 R$ まわりに旋回可能に支持されている。この手首 A 部 1 3 1 R は、下腕部 1 2 4 R に設けられたアクチュエータ $A c 5 R$ の駆動により、下腕部 1 2 4 R の先端側に対し旋回軸線 $A \times 5 R$ まわりに旋回駆動される。

【 0 0 3 2 】

手首 B 部 1 3 2 R は、手首 A 部 1 3 1 R の先端側において、手首部 1 3 0 R の長手方向に略垂直でかつ旋回軸線 $A \times 5 R$ に略垂直な旋回軸線 $A \times 6 R$ まわりに旋回可能に支持されている。この手首 B 部 1 3 2 R は、手首 A 部 1 3 1 R に設けられたアクチュエータ $A c 6 R$ の駆動により、手首 A 部 1 3 1 R の先端側に対し旋回軸線 $A \times 6 R$ まわりに旋回駆動される。

40

【 0 0 3 3 】

フランジ部 1 3 3 R は、手首 B 部 1 3 2 R の先端側において、旋回軸線 $A \times 5 R$ 及び旋回軸線 $A \times 6 R$ のどちらにも略垂直な回動軸線 $A \times 7 R$ まわりに回動可能に支持されている。このフランジ部 1 3 3 R は、手首 B 部 1 3 2 R に設けられたアクチュエータ $A c 7 R$ の駆動により、手首 B 部 1 3 2 R の先端側に対し回動軸線 $A \times 7 R$ まわりに回動駆動される。このとき、フランジ部 1 3 3 R の先端部には、上記ロボット 1 0 0 の作業対象に対し所望の作業を行うための種々のツール（図示省略）が取り付けられる。フランジ部 1 3 3 R の先端部に取り付けられたツールは、フランジ部 1 3 3 R の回動軸線 $A \times 7 R$ まわりの

50

回動により、当該回動軸線 A x 7 R まわりに回動駆動される。

【 0 0 3 4 】

なお、上記肩部 1 2 1 L , 1 2 1 R、上腕 A 部 1 2 2 L , 1 2 2 R、上腕 B 部 1 2 3 L , 1 2 3 R、下腕部 1 2 4 L , 1 2 4 R、手首 A 部 1 3 1 L , 1 3 1 R、手首 B 部 1 3 2 L , 1 3 2 R、及びフランジ部 1 3 3 L , 1 3 3 R のそれぞれが、アーム要素に対応する。

【 0 0 3 5 】

また、ロボットコントローラ 2 0 0 は、例えば演算器、記憶装置、入力装置等を有するコンピュータにより構成されている。このロボットコントローラ 2 0 0 は、ロボット本体 1 0 2 全体の動作を制御する。なお、ロボットコントローラ 2 0 0 については、後でより詳しく説明する。

10

【 0 0 3 6 】

<ロボット>

次に、上記ロボット 1 0 0 の各部の詳細構成について順次説明する。

【 0 0 3 7 】

<基台>

図 1 ~ 図 4 に示すように、基台 1 0 1 は、その外郭を構成する略円筒状の筐体 1 0 1 a を有する。筐体 1 0 1 a は、例えばアルミニウム等の鋳物により形成されている。

【 0 0 3 8 】

また、基台 1 0 1 には、上述したように、胴体部 1 1 0 を旋回軸線 A x 0 まわりに旋回駆動するアクチュエータ A c 0 が設けられている。アクチュエータ A c 0 は、胴体部 1 1 0 を駆動する回転駆動力を発生するモータ M 0 と、モータ M 0 の回転を制動又は保持するブレーキ装置 B 0 (後述の図 5 及び図 7 参照)と、モータ M 0 の回転を減速し胴体部 1 1 0 に伝達して当該胴体部 1 1 0 を駆動させる減速機 G 0 とを含む。このとき、減速機 G 0 の軸(入力軸や出力軸等)は中空構造を備えており、その内部には後述する制御ケーブル 3 が挿通されている。

20

【 0 0 3 9 】

ところで、上記アクチュエータ A c 0 , A c 1 L ~ A c 7 L , A c 1 R ~ A c 7 R (以下では、これらを区別なく示す場合には、適宜「アクチュエータ A c」と称する)からは、これらアクチュエータ A c 0 , A c 1 L ~ A c 7 L , A c 1 R ~ A c 7 R の駆動制御(例えば電力供給や信号送受等)を行うための制御ケーブル 3 が引き出されている。その引き出された制御ケーブル 3 は、ロボット本体 1 0 2 の各部の内部で引き回されている。なお、図 2 中では、制御ケーブル 3 の図示を省略している。そして、上記引き回された制御ケーブル 3 の先端側は、筐体 1 0 1 a の上端部に配設された減速機 G 0 の軸の内部を通して、最終的に筐体 1 0 1 a の内部に導入される。本実施形態では、上記筐体 1 0 1 a の内部に導入された制御ケーブル 3 に対する接続を、利用者の用途や利便性に応じて、基台 1 0 1 の下端部及び後面のうちいずれか一方において選択的に行うことができる。

30

【 0 0 4 0 】

即ち、筐体 1 0 1 a には、その下面に開口部 1 0 a (第 1 開口部)が設けられ(図 4 参照)、その側面(この例では後面)に開口部 1 0 b (第 2 開口部)が設けられている(図 3 参照)。なお、筐体 1 0 1 a の後面以外の側面(例えば前面、左面、右面等)に対し開口部を設けてもよい。そして、これら開口部 1 0 a , 1 0 b のそれぞれには、上記筐体 1 0 1 a の内部に導入された制御ケーブル 3 の先端部を取付可能なコネクタを備えたコネクタプレート、及び、当該コネクタを備えない蓋部のうち、いずれか一方を選択的に着脱可能となっている。なお、図 3 及び図 4 中では、開口部 1 0 a , 1 0 b に対しコネクタプレート及び蓋部のいずれも取り付けしていない状態を表している。

40

【 0 0 4 1 】

このとき、図 3 に示すように、筐体 1 0 1 a の上端部に配設された減速機 G 0 の軸の内部には、パイプ P が配設されている。パイプ P は、上記引き回された制御ケーブル 3 の先端側を内部に挿通しつつ筐体 1 0 1 a の内部に導入する。また、パイプ P は、筐体 1 0 1

50

aの内部に導入した制御ケーブル3の先端部が開口部10a, 10bのいずれにも指向可能なように、当該制御ケーブル3の先端側を筐体101aの内部で支持する。このように制御ケーブル3の先端部がパイプPにより支持されることによって、開口部10aに対しコネクタプレートが取り付けられた場合での当該コネクタプレートのコネクタへの接続、及び、開口部10bに対しコネクタプレートを取り付けた場合での当該コネクタプレートのコネクタへの接続、のいずれもが可能となっている。

【0042】

図5及び図6(a)(b)に、開口部10aに対しコネクタプレートを取り付けると共に、開口部10bに対し蓋部を取り付けた場合を示す。

【0043】

図5及び図6(a)(b)に示す例では、開口部10aには、当該開口部10aに対応したコネクタプレート11a(第1コネクタプレート)が取り付けられており、このコネクタプレート11aにより開口部10aが塞がれている。コネクタプレート11aには、制御ケーブル3の先端部を取付可能なコネクタを含むコネクタ群13aが備えられている。また、開口部10bには、当該開口部10bに対応した蓋部12b(第2蓋部)が取り付けられており、この蓋部12bにより開口部10bが塞がれている。この場合、コネクタプレート11aのコネクタにおける筐体101a内部側の接続部に対し、上記パイプPにより支持されつつ開口部10a(基台101の下端部)側に向けられた制御ケーブル3の先端部が接続される。一方、コネクタプレート11aのコネクタにおける筐体101a外部側の接続部に対し、筐体101aの外部からの接続ケーブル(例えば、上記ロボットコントローラ200からの接続ケーブル2等)の先端部が接続される。従って、この場合には、制御ケーブル3に対する接続、例えば上記ロボットコントローラ2等と上記アクチュエータAc0, Ac1L~Ac7L, Ac1R~Ac7Rとの電氣的接続を、基台101の下端部を介して実行することができる。

【0044】

図7及び図8(a)(b)に、開口部10aに対し蓋部を取り付けると共に、開口部10bに対しコネクタプレートを取り付けた場合を示す。

【0045】

図7及び図8(a)(b)に示す例では、開口部10aには、当該開口部10aに対応した蓋部12a(第1蓋部)が取り付けられており、この蓋部12aにより開口部10aが塞がれている。また、開口部10bには、当該開口部10bに対応したコネクタプレート11b(第2コネクタプレート)が取り付けられており、このコネクタプレート11bにより開口部10bが塞がれている。コネクタプレート11bには、制御ケーブル3の先端部を取付可能なコネクタを含むコネクタ群13bが備えられている。この場合、コネクタプレート11bのコネクタにおける筐体101a内部側の接続部に対し、上記パイプPにより支持されつつ開口部10b(基台101の後面)側に向けられた制御ケーブル3の先端部が接続される。一方、コネクタプレート11bのコネクタにおける筐体101a外部側の接続部に対し、筐体101aの外部からの接続ケーブル(例えば、上記ロボットコントローラ200からの接続ケーブル2等)の先端部が接続される。従って、この場合には、制御ケーブル3に対する接続、例えば上記ロボットコントローラ2等と上記アクチュエータAc0, Ac1L~Ac7L, Ac1R~Ac7Rとの電氣的接続を、基台101の後面を介して実行することができる。

【0046】

< 胴体部 >

図1~図4に示すように、胴体部110は、1以上の強度部材Fr0と、強度部材Fr0を覆って当該胴体部110の外郭を構成するカバーCv0(詳細は後述)とを有する。強度部材Fr0は、例えば高張力鋼(いわゆるハイテン鋼)等のプレートにより形成されている。即ち、胴体部110は、カバーCv0に覆われた強度部材Fr0が重力分及び加減速時の負荷分の強度を担持する構成する骨格部材となる、内骨格構造を備えている。なお、胴体部110の構造としては、この例のように内骨格構造に限定されるものではなく

10

20

30

40

50

、外郭を形成する部材を骨格部材として用いる外骨格構造として構成されてもよい。

【0047】

< 肩部 >

図1～図4に示すように、肩部121Lは、1以上の強度部材Fr1と、強度部材Fr1を覆って当該肩部121Lの外郭を構成するカバーCv1（詳細は後述）とを有する。強度部材Fr1は、例えば高張力鋼（いわゆるハイテン鋼）等のプレートにより形成されている。即ち、肩部121Lは、カバーCv1に覆われた強度部材Fr1が重力分及び加減速時の負荷分の強度を担持する支持構造を構成する骨格部材となる、内骨格構造を備えている。なお、肩部121Lの構造としては、この例のように内骨格構造に限定されるものではなく、外骨格構造として構成されてもよい。

10

【0048】

また、肩部121Lには、上述したように、上腕A部122Lを回転軸線Ax2Lまわりに回転駆動するアクチュエータAc2Lが設けられている。図9～図11に示すように、アクチュエータAc2Lは、モータM2と、ブレーキ装置B2と、肩部121L及び上腕A部122Lを互いに可動となるように連結する減速機G2（関節部）とを含む。

【0049】

モータM2は、上腕A部122Lを駆動する回転駆動力を減速機G2に対して発生する。このモータM2の出力軸であるモータ軸52aは、回転軸線Ax2Lと略平行に配置されている。また、モータ軸52aにおける後述する第1軸方向一方側の端部には、ベルト取付部を備えたプーリ6a（モータプーリ）が当該モータ軸52aと共に回転するように固定されている。なお、プーリ6aの回転中心は、モータ軸52aの回転中心と一致する。

20

【0050】

ブレーキ装置B2は、モータ軸52aの回転を制動又は保持する。このブレーキ装置B2の軸であるブレーキ軸52bは、回転軸線Ax2Lと略平行に（つまり、モータ軸52aと略平行に）配置されている。また、ブレーキ軸52bにおける軸方向一方側（各図中に示すロボット本体102の姿勢では上側。以下適宜「第1軸方向一方側」と称する）の端部には、2つのベルト取付部を備えたプーリ6b（第1ブレーキプーリ、第2ブレーキプーリ）が当該ブレーキ軸52bと共に回転するように固定されている。なお、プーリ6bの回転中心は、ブレーキ軸52bの回転中心と一致する。

30

【0051】

このとき、上記モータM2側のプーリ6aのベルト装着部と、このブレーキ装置B2側のプーリ6bにおける一方のベルト取付部との間には、無端状（ループ状）のベルト7a（第1ベルト）が掛け渡されている。そして、これらプーリ6a、ベルト7a、及びプーリ6bを介して、モータ軸52aとブレーキ軸52bとが連結されている。従って、モータ軸52aの回転駆動力は、プーリ6a、ベルト7a、及びプーリ6bを介して、ブレーキ軸52bに伝達される。なお、上記プーリ6a、ベルト7a、及びプーリ6bは、第1伝達機構を構成する。

【0052】

減速機G2は、肩部121Lの先端部に配設されている。減速機G2の入力軸52cは、回転軸線Ax2Lに略沿って（つまり、モータ軸52aやブレーキ軸52bと略平行に）配置されており、肩部121Lの先端部に対し回転自在に支持されている。減速機G2の出力軸52dは、適宜のギア機構を介して入力軸52cに連結されており、肩部121Lの先端部に対し回転軸線Ax2Lまわりに回転自在に支持されている。また、入力軸52cにおける上記第1軸方向一方側の端部には、ベルト取付部を備えたプーリ6c（減速機プーリ）が当該入力軸52cと共に回転するように固定されている。なお、プーリ6cの回転中心は、入力軸52cの回転中心と一致する。

40

【0053】

このとき、上記ブレーキ装置B2側のプーリ6bにおける他方のベルト取付部と、この減速機G2側のプーリ6cのベルト装着部との間には、無端状（ループ状）のベルト7b

50

(第2ベルト)が掛け渡されている。そして、これらプーリ6b、ベルト7b、及びプーリ6cを介して、プレーキ軸52bと入力軸52cとが連結されている。従って、プレーキ軸52bの回転駆動力は、プーリ6b、ベルト7b、及びプーリ6cを介して、入力軸52cに伝達される。なお、上記プーリ6b、ベルト7b、及びプーリ6cは、第2伝達機構を構成する。

【0054】

以上のような減速機G2は、入力軸52cを介して入力されたモータ軸52aの回転を減速し出力軸52dを介して上腕A部122Lに伝達して、当該上腕A部122Lを駆動させる。このとき、減速機G2の入力軸52c及び出力軸52dは中空構造を備えており、それらの内部には上記制御ケーブル3が挿通されている。なお、モータ軸52a及び入力軸52cは、プレーキ軸52bに比べると軸方向寸法が大きくなっている。

10

【0055】

なお、アーム部120L及び手首部130Lとアーム部120R及び手首部130Rとは、それぞれ同様な形状に構成されており、肩部121Lと肩部121Rとは、それぞれのアクチュエータAc1L、Ac1Rの基点となる回転位置が互いに180度異なるように胴体部110に取り付けられている。これにより、アーム部120L及び手首部130Lとアーム部120R及び手首部130Rとの軸構成は、左右対称となる構造である。

【0056】

肩部121Rには、上述したように、上腕A部122Rを回転軸線Ax2Rまわりに巡回駆動するアクチュエータAc2Rが設けられている。アクチュエータAc2Rは、その駆動対象である上腕A部122Rが上記アクチュエータAc2Lの駆動対象である上腕A部122Lと同様の構造であるため、これら肩部121R及びアクチュエータAc2Rについては説明を省略する。

20

【0057】

<上腕A部>

図1～図4に示すように、上腕A部122Lは、1以上の強度部材Fr2と、強度部材Fr2を覆って当該上腕A部122Lの外郭を構成するカバーCv2(詳細は後述)とを有する。強度部材Fr2は、例えば高張力鋼(いわゆるハイテン鋼)等のプレートにより形成されている。即ち、上腕A部122Lは、カバーCv2に覆われた強度部材Fr2が重力分及び加減速時の負荷分の強度を担持する支持構造を構成する骨格部材となる、内骨格構造を備えている。なお、上腕A部122Lの構造としては、この例のように内骨格構造に限定されるものではなく、外骨格構造として構成されてもよい。

30

【0058】

また、上腕A部122Lには、上述したように、上腕B部123Lを回動軸線Ax3Lまわりに巡回駆動するアクチュエータAc3Lが設けられている。図9、図10、及び図12に示すように、アクチュエータAc3Lは、モータM3と、上腕A部122L及び上腕B部123Lを互いに可動となるように連結する減速機G3(関節部)とを含む。

【0059】

モータM3は、上腕B部123Lを駆動する回転駆動力を減速機G3に対して発生する。このモータM3は、略円筒状の固定子8と、回転子9と、出力軸であるモータ軸53aと、モータフレーム10と、プレーキ部60とを備える、いわゆるブレーキ付きモータである。回転子9は、固定子8の外周面と径方向に対向するように、当該固定子8に対し回転自在に支持されている。モータ軸53aは、回動軸線Ax3Lと略平行に配置されており、回転子9の内周面に結合されている。モータフレーム10は、固定子8の外周側に設けられており、モータM3の外郭を構成する。プレーキ部60は、モータ軸53aの回転を制動又は保持する。

40

【0060】

減速機G3は、ボルトによって強度部材Fr2に固定されており、モータフレーム10は、ボルトによって減速機G3に固定されている。一方、モータフレーム10は、連結部材11とも応力伝達可能に連結されている。本実施形態では、連結部材11は、具体的に

50

は屈曲された鋼板で形成されており、一方が強度部材Fr2にボルトによって固定され、他方ではモータフレーム10の端部に沿って接触し、モータフレーム10と連結部材11とで応力及び熱の伝達が行われるように構成されている。即ち、モータフレーム10は、強度部材Fr2、連結部材11、及び減速機G3と共にロボット100及びロボット100が保持するツールの重力分及び加減速時の負荷分の強度を担持する強度部材（骨格部材）の一部をなしている。なお、図9中では、連結部材11の図示を省略している。即ち、モータフレーム10は、モータM3の外郭だけではなく、上腕A部122Lの骨格部材を兼用している。このとき、上記連結部材11を熱伝達可能な部材によって構成することにより、モータM3により発生した熱を、連結部材11を介して強度部材Fr2に伝達することができる（モータM3により発生した熱を逃がすことができる）。

10

【0061】

減速機G3は、上腕A部122Lの先端部に配設されている。減速機G3の入力軸53bは、モータ軸53aに固定されており、上腕A部122Lの先端部に対し回転自在に支持されている。減速機G3の出力軸53cは、ギア12, 13を介して入力軸53bに連結されており、上腕A部122Lの先端部に対し回動軸線Ax3Lまわりに回転自在に支持されている。このとき、上記ギア12, 13の少なくとも一方は、例えば熱硬化性プラスチック等の樹脂により形成されている。これにより、入力軸53b及び出力軸53cに対するグリースを不要とすることができ、オイルシールを省略することができる。なお、上記ギア12, 13の少なくとも一方を樹脂ではなく適宜の金属により形成してもよい。このような減速機G3は、入力軸53bを介して入力されたモータ軸53aの回転を減速し出力軸53cを介して上腕B部123Lに伝達して、当該上腕B部123Lを駆動させる。このとき、出力軸53cは中空構造を備えており、それらの内部には上記制御ケーブル3が挿通されている。

20

【0062】

上腕A部122Rには、上述したように、上腕B部123Rを回動軸線Ax3Rまわりに回転駆動するアクチュエータAc3Rが設けられている。アクチュエータAc3Rは、その駆動対象である上腕B部123Rが上記アクチュエータAc3Lの駆動対象である上腕B部123Lと同様の構造であるため、これら上腕A部122R及びアクチュエータAc3Rについては説明を省略する。

30

【0063】

<上腕B部>

図1～図4に示すように、上腕B部123Lは、1以上の強度部材Fr3と、強度部材Fr3を覆って当該上腕B部123Lの外郭を構成するカバーCv3（詳細は後述）とを有する。強度部材Fr3は、例えば高張力鋼（いわゆるハイテン鋼）等のプレートにより形成されている。即ち、上腕B部123Lは、カバーCv3に覆われた強度部材Fr3が重力分及び加減速時の負荷分の強度を担持する支持構造を構成する骨格部材となる、内骨格構造を備えている。なお、上腕B部123Lの構造としては、この例のように内骨格構造に限定されるものではなく、外骨格構造として構成されてもよい。

【0064】

また、上腕B部123Lには、上述したように、下腕部124Lを回転軸線Ax4Lまわりに回転駆動するアクチュエータAc4Lが設けられている。図9及び図13～図15に示すように、アクチュエータAc4Lは、モータM4と、プレーキ装置B4と、上腕B部123L及び下腕部124Lを互いに可動となるように連結する減速機G4（関節部）とを含む。

40

【0065】

モータM4は、下腕部124Lを駆動する回転駆動力を減速機G4に対して発生する。このモータM4の出力軸であるモータ軸54aは、回転軸線Ax4Lと略平行に配置されている。また、モータ軸54aにおける後述する第2軸方向一方側の端部には、ベルト取付部を備えたプーリ14a（モータプーリ）が当該モータ軸54aと共に回転するように設置されている。なお、プーリ14aの回転中心は、モータ軸54aの回転中心と一致す

50

る。

【 0 0 6 6 】

ブレーキ装置 B 4 は、モータ軸 5 4 a の回転を制動又は保持する。このブレーキ装置 B 4 の軸であるブレーキ軸 5 4 b は、旋回軸線 A x 4 L と略平行に（つまり、モータ軸 5 4 a と略平行に）配置されている。また、ブレーキ軸 5 4 b における軸方向一方側（各図中に示すロボット本体 1 0 2 の姿勢では上側。以下適宜「第 2 軸方向一方側」と称する）の端部には、ベルト取付部を備えたプーリ 1 4 b（第 1 ブレーキプーリ）が当該ブレーキ軸 5 4 b と共に回転するように固定されている。なお、プーリ 1 4 b の回転中心は、ブレーキ軸 5 4 b の回転中心と一致する。また、ブレーキ軸 5 4 b における軸方向他方側（各図中に示すロボット本体 1 0 2 の姿勢では下側。以下適宜「第 2 軸方向他方側」と称する）の端部には、ベルト取付部を備えたプーリ 1 4 c（第 2 ブレーキプーリ）が当該ブレーキ軸 5 4 b と共に回転するように固定されている。なお、プーリ 1 4 c の回転中心は、ブレーキ軸 5 4 b の回転中心と一致する。

10

【 0 0 6 7 】

このとき、上記モータ M 4 側のプーリ 1 4 a のベルト装着部と、このブレーキ装置 B 4 側のプーリ 1 4 b のベルト取付部との間には、無端状（ループ状）のベルト 1 5 a（第 1 ベルト）が掛け渡されている。そして、これらプーリ 1 4 a、ベルト 1 5 a、及びプーリ 1 4 b を介して、モータ軸 5 4 a とブレーキ軸 5 4 b とが連結されている。従って、モータ軸 5 4 a の回転駆動力は、プーリ 1 4 a、ベルト 1 5 a、及びプーリ 1 4 b を介して、ブレーキ軸 5 4 b に伝達される。なお、上記プーリ 1 4 a、ベルト 1 5 a、及びプーリ 1 4 b は、第 1 伝達機構を構成する。

20

【 0 0 6 8 】

減速機 G 4 は、上腕 B 部 1 2 3 L の先端部に配設されている。減速機 G 4 の入力軸 5 4 c は、旋回軸線 A x 4 L に略沿って（つまり、モータ軸 5 4 a やブレーキ軸 5 4 b と略平行に）配置されており、上腕 B 部 1 2 3 L の先端部に対し回転自在に支持されている。減速機 G 4 の出力軸 5 4 d は、適宜のギア機構を介して入力軸 5 4 c に連結されており、上腕 B 部 1 2 3 L の先端部に対し旋回軸線 A x 4 L まわりに回転自在に支持されている。また、入力軸 5 4 c における上記第 2 軸方向他方側の端部には、ベルト取付部を備えたプーリ 1 4 d（減速機プーリ）が当該入力軸 5 4 c と共に回転するように固定されている。なお、プーリ 1 4 d の回転中心は、入力軸 5 4 c の回転中心と一致する。

30

【 0 0 6 9 】

このとき、上記ブレーキ装置 B 4 側のプーリ 1 4 c のベルト取付部と、この減速機 G 4 側のプーリ 1 4 d のベルト装着部との間には、無端状（ループ状）のベルト 1 5 b（第 2 ベルト）が掛け渡されている。そして、これらプーリ 1 4 c、ベルト 1 5 b、及びプーリ 1 4 d を介して、ブレーキ軸 5 4 b と入力軸 5 4 c とが連結されている。従って、ブレーキ軸 5 4 b の回転駆動力は、プーリ 1 4 c、ベルト 1 5 b、及びプーリ 1 4 d を介して、入力軸 5 4 c に伝達される。なお、上記プーリ 1 4 c、ベルト 1 5 b、及びプーリ 1 4 d は、第 2 伝達機構を構成する。

【 0 0 7 0 】

以上のような減速機 G 4 は、入力軸 5 4 c を介して入力されたモータ軸 5 4 a の回転を減速し出力軸 5 4 d を介して下腕部 1 2 4 L に伝達して、当該下腕部 1 2 4 L を駆動させる。このとき、減速機 G 4 の入力軸 5 4 c 及び出力軸 5 4 d は中空構造を備えており、それらの内部には上記制御ケーブル 3 が挿通されている。なお、モータ軸 5 4 a 及び入力軸 5 4 c は、ブレーキ軸 5 4 b に比べると軸方向寸法が大きくなっている。

40

【 0 0 7 1 】

上腕 B 部 1 2 3 R には、上述したように、下腕部 1 2 4 R を旋回軸線 A x 4 R まわりに回転駆動するアクチュエータ A c 4 R が設けられている。アクチュエータ A c 4 R は、その駆動対象である下腕部 1 2 4 R が上記アクチュエータ A c 4 L の駆動対象である下腕部 1 2 4 L と同様の構造であるため、これら上腕 B 部 1 2 3 R 及びアクチュエータ A c 4 R については説明を省略する。

50

【 0 0 7 2 】

< 下腕部 >

図 1 ~ 図 4 に示すように、下腕部 1 2 4 L は、1 以上の強度部材 F r 4 と、強度部材 F r 4 を覆って当該下腕部 1 2 4 L の外郭を構成するカバー C v 4 (詳細は後述) とを有する。強度部材 F r 4 は、例えば高張力鋼 (いわゆるハイテン鋼) 等のプレートにより形成されている。即ち、下腕部 1 2 4 L は、カバー C v 4 に覆われた強度部材 F r 4 が重力分及び加減速時の負荷分の強度を担持する支持構造を構成する骨格部材となる、内骨格構造を備えている。なお、下腕部 1 2 4 L の構造としては、この例のように内骨格構造に限定されるものではなく、外骨格構造として構成されてもよい。

【 0 0 7 3 】

また、下腕部 1 2 4 L には、上述したように、手首 A 部 1 3 1 L を巡回軸線 A x 5 L まわりに巡回駆動するアクチュエータ A c 5 L が設けられている。図 1 6 ~ 図 1 8 に示すように、アクチュエータ A c 5 L は、モータ M 5 (第 1 駆動モータ) と、2 つのベベルギアにより構成されるベベルギアセットの一種であり、上腕 B 部 1 2 3 L 及び手首 A 部 1 3 1 L を互いに可動となるように連結するハイポイド (登録商標) ギアセット G 5 (第 1 ベベルギアセット、関節部) とを含む。ハイポイドギアセット G 5 は、ギアケース 6 1 により覆われている。

【 0 0 7 4 】

モータ M 5 は、手首 A 部 1 3 1 L を駆動する回転駆動力をハイポイドギアセット G 5 に対して発生する。このモータ M 5 の出力軸であるモータ軸 5 5 a は、アーム部 1 2 0 L の長手方向に略沿って配置されている。

【 0 0 7 5 】

ハイポイドギアセット G 5 は、モータ M 5 の回転速度を所定の減速比で減速するものであり、互いの軸線が交わる 2 つのベベルギアにより構成される通常のベベルギアセットと異なり、互いの軸線がずれて食い違うピニオンギア G 5 a 及びリングギア G 5 b により構成されている。ピニオンギア G 5 a は、その軸線 A x a がアーム部 1 2 0 L の長手方向に略沿うようにモータ軸 5 5 a に連結されており、下腕部 1 2 4 L の先端部に対し回転自在に支持されている。このピニオンギア G 5 a は、モータ G 5 からの回転駆動力がモータ軸 5 5 a を介して入力されることにより、下腕部 1 2 4 L の先端部に対し軸線 A x a まわりに回転する。リングギア G 5 b は、その軸線 A x b がアーム部 1 2 0 L の長手方向に略直交する (言い換えれば、ピニオンギア G 5 a の軸線 A x a に略直交する) ようにピニオンギア G 5 a に噛合しており、下腕部 1 2 4 L の先端部に対し巡回軸線 A x 5 L まわりに回転自在に支持されている。なお、リングギア G 5 b の軸線 A x b は、巡回軸線 A x 5 L と一致する。このとき、リングギア G 5 b には、ピニオンギア G 5 a の先端側が軸線 A x b から当該軸線 A x b に略直交する方向にオフセットした状態で噛合されている。このリングギア G 5 b は、ピニオンギア G 5 a を介して入力されたモータ軸 5 5 a の回転を減速しギア 1 6、1 7 を介して手首 A 部 1 3 1 L に伝達して、当該手首 A 部 1 3 1 L を駆動させる。このとき、ギア 1 6、1 7 は中空構造を備えており、それらの内部には上記制御ケーブル 3 が挿通されている。

【 0 0 7 6 】

下腕部 1 2 4 R には、上述したように、手首 A 部 1 3 1 R を巡回軸線 A x 5 R まわりに巡回駆動するアクチュエータ A c 5 R が設けられている。アクチュエータ A c 5 R は、その駆動対象である手首 A 部 1 3 1 R が上記アクチュエータ A c 5 L の駆動対象である手首 A 部 1 3 1 L と同様の構造であるため、これら下腕部 1 2 4 R 及びアクチュエータ A c 5 R については説明を省略する。

【 0 0 7 7 】

< 手首 A 部 >

図 1 ~ 図 4 に示すように、手首 A 部 1 3 1 L は、1 以上の強度部材 F r 5 と、強度部材 F r 5 を覆って当該手首 A 部 1 3 1 L の外郭を構成するカバー C v 5 (詳細は後述) とを有する。強度部材 F r 5 は、例えば高張力鋼 (いわゆるハイテン鋼) 等のプレートにより

10

20

30

40

50

形成されている。即ち、手首A部131Lは、カバーCv5に覆われた強度部材Fr5が重力分及び加減速時の負荷分の強度を担持する支持構造を構成する骨格部材となる、内骨格構造を備えている。なお、手首A部131Lの構造としては、この例のように内骨格構造に限定されるものではなく、外骨格構造として構成されてもよい。

【0078】

また、手首A部131Lには、上述したように、手首B部132Lを旋回軸線Ax6Lまわりに旋回駆動するアクチュエータAc6Lが設けられている。図16、図19、及び図20に示すように、アクチュエータAc6Lは、モータM6（第2駆動モータ）と、2つのベベルギアにより構成されるベベルギアセットの一種であり、手首A部131L及び手首B部132Lを互いに可動となるように連結するハイポイドギアセットG6（第2ベベルギアセット、関節部）とを含む。ハイポイドギアセットG6は、ギアケース62により覆われている。

10

【0079】

モータM6は、手首B部132Lを駆動する回転駆動力をハイポイドギアセットG6に対して発生する。このモータM6の出力軸であるモータ軸56aは、手首A部131Lの長手方向に略沿って配置されている。

【0080】

ハイポイドギアセットG6は、モータM6の回転速度を所定の減速比で減速するものであり、互いの軸線が交わる2つのベベルギアにより構成される通常のベベルギアセットと異なり、互いの軸線がずれて食い違うピニオンギアG6a及びリングギアG6bにより構成されている。ピニオンギアG6aは、その軸線Axcが手首A部131Lの長手方向に略沿うようにモータ軸56aに連結されており、手首A部131Lの先端部に対し回転自在に支持されている。このピニオンギアG6aは、モータG6からの回転駆動力がモータ軸56aを介して入力されることにより、手首A部131Lの先端部に対し軸線Axcまわりに回転する。リングギアG6bは、その軸線Axdが手首A部131Lの長手方向に略直交する（言い換えれば、ピニオンギアG6aの軸線Axcに略直交する）ようにピニオンギアG6aに噛合しており、手首A部131Lの先端部に対し旋回軸線Ax6Lまわりに回転自在に支持されている。なお、リングギアG6bの軸線Axdは、旋回軸線Ax6Lと一致する。このとき、リングギアG6bには、ピニオンギアG6aの先端側が軸線Axdから当該軸線Axdに略直交する方向にオフセットした状態で噛合されている。このリングギアG6bは、ピニオンギアG6aを介して入力されたモータ軸56aの回転を減速しギア18、19を介して手首B部132Lに伝達して、当該手首B部132Lを駆動させる。このとき、ギア18、19は中空構造を備えており、それらの内部には上記制御ケーブル3が挿通されている。

20

30

【0081】

手首A部131Rには、上述したように、手首B部132Rを旋回軸線Ax6Rまわりに旋回駆動するアクチュエータAc6Rが設けられている。アクチュエータAc6Rは、その駆動対象である手首B部132Rが上記アクチュエータAc6Lの駆動対象である手首B部132Lと同様の構造であるため、これら手首A部131R及びアクチュエータAc6Rについては説明を省略する。

40

【0082】

<手首B部>

図1～図4に示すように、手首B部132Lは、1以上の強度部材Fr6と、強度部材Fr6を覆って当該手首B部132Lの外郭を構成するカバーCv6（詳細は後述）とを有する。強度部材Fr6は、例えば高張力鋼（いわゆるハイテン鋼）等のプレートにより形成されている。即ち、手首B部132Lは、カバーCv6に覆われた強度部材Fr6が重力分及び加減速時の負荷分の強度を担持する支持構造を構成する骨格部材となる、内骨格構造を備えている。なお、手首B部132Lの構造としては、この例のように内骨格構造に限定されるものではなく、外骨格構造として構成されてもよい。

【0083】

50

また、手首B部132Lには、上述したように、フランジ部133Lを回動軸線A×7Lまわりに旋回駆動するアクチュエータAc7Lが設けられている。図16に示すように、アクチュエータAc7Lは、モータM7と、手首B部132L及びフランジ部133Lを互いに可動となるように連結する減速機G7（関節部）とを含む。モータM7は、フランジ部133Lを駆動する回転駆動力を減速機G7に対して発生する。減速機G7は、モータM7による回転を減速しフランジ部133Lに伝達して当該フランジ部133Lを駆動させる。このとき、減速機G7に備えられたギア機構の少なくとも1つのギアは、例えば熱硬化性プラスチック等の樹脂により形成されている。これにより、減速機G7の軸（入力軸や出力軸等）に対するグリースを不要とすることができ、オイルシールを省略することができる。なお、減速機G7に備えられたギア機構の少なくとも1つのギアを樹脂ではなく適宜の金属により形成してもよい。またこのとき、減速機G7の軸は中空構造を備えており、それらの内部には上記制御ケーブル3が挿通されている。

10

【0084】

手首B部132Rには、上述したように、フランジ部133Rを回動軸線A×7Rまわりに旋回駆動するアクチュエータAc7Rが設けられている。アクチュエータAc7Rは、その駆動対象であるフランジ部133Rが上記アクチュエータAc7Lの駆動対象であるフランジ部133Lと同様の構造であるため、これら手首B部132R及びアクチュエータAc7Rについては説明を省略する。

【0085】

<カバー>

20

次に、上記カバーCv0～Cv6について説明する。なお、以下では、ロボット本体102のうち、内骨格構造を備えた胴体部110、肩部121L、121R、上腕A部122L、122R、上腕B部123L、123R、下腕部124L、124R、手首A部131L、131R、及び手首B部132L、132Rを、適宜「内骨格構造を備えた各部」と総称する。また、ロボット本体102のうち内骨格構造を備えた各部のそれぞれに備えられた強度部材Fr0～Fr6を区別なく示す場合には、適宜「強度部材Fr」と称する。また、ロボット本体102のうち内骨格構造を備えた各部のそれぞれに備えられたカバーCv0～Cv6を区別なく示す場合には、適宜「カバーCv」と称する。

【0086】

即ち、ロボット本体102のうち内骨格構造を備えた各部のそれぞれは、上述したように、強度部材Fr0～Fr6のそれぞれを覆って当該各部のそれぞれの外郭を構成するカバーCv0～Cv6を有する。これらカバーCv0～Cv6は、形状については覆う対象となる強度部材Frの形状に合わせるため互いに異なるものの、組成について互いに同等である。以下では、これらカバーCv0～Cv6のうち、上腕A部122LのカバーCv2について、図21を参照しつつ説明する。

30

【0087】

図21に示すように、上腕A部122LのカバーCv2は、2層の積層構造を備えている。即ち、上腕A部122LのカバーCv2は、内層である樹脂層40aと、外層である弾性外皮40bとにより構成されている。樹脂層40aは、例えばABS（Acrylonitrile Butadiene Styrene）樹脂やポリカーボネート等の樹脂により形成されており、強度部材Fr2を覆っている。弾性外皮40bは、例えばシリコンゴム等の弾性体により形成されており、樹脂層40aの表面に接合されて上腕A部122Lの表面外皮を形成している。

40

【0088】

なお、ここでは上腕A部122LのカバーCv2について説明したが、これ以外の胴体部110のカバーCv0、肩部121L、121RのカバーCv1、上腕A部122RのカバーCv2、上腕B部123L、123RのカバーCv3、下腕部124L、124RのカバーCv4、手首A部131L、131RのカバーCv5、及び手首B部132L、132RのカバーCv6についても同様、内層である樹脂層40aと、外層である弾性外皮40bとの2層の積層構造を備えている。

50

【 0 0 8 9 】

< 接触スイッチ >

また、上記上腕 A 部 1 2 2 L、上腕 B 部 1 2 3 L、下腕部 1 2 4 L、手首 A 部 1 3 1 L、及び手首 B 部 1 3 2 L のうち少なくとも 1 つ、及び、上記上腕 A 部 1 2 2 R、上腕 B 部 1 2 3 R、下腕部 1 2 4 R、手首 A 部 1 3 1 R、及び手首 B 部 1 3 2 R のうち少なくとも 1 つは、弾性外皮 4 0 b に対する互いに直交する 3 方向からの外部からの接触を検出する接触スイッチ 4 1 (センサ。後述の図 2 2 等参照) を備えている。以下では、上記各部のそれぞれが接触スイッチ 4 1 を備えているものとして説明する。また、以下では、上記各部のうち、上腕 A 部 1 2 2 L に備えられた接触スイッチ 4 1 について、図 2 1 及び図 2 2 を参照しつつ説明する。

10

【 0 0 9 0 】

図 2 1 及び図 2 2 に示すように、上腕 A 部 1 2 2 L に備えられた接触スイッチ 4 1 は、その先端側の検出部 4 1 a が上記樹脂層 4 0 a の肉厚部 4 2 に設けられた凹部 4 2 a に収納されるように、当該上腕 A 部 1 2 2 L の強度部材 F r 2 に連結されたプレート 4 4 に対し立設されている。このとき、接触スイッチ 4 1 の検出部 4 1 a がその周囲の樹脂層 4 0 a に接触しないように、検出部 4 1 a とその周囲の樹脂層 4 0 a との間には適宜の間隔が形成されている。

【 0 0 9 1 】

また、上記プレート 4 4 における接触センサ 4 1 の近傍には、適宜の弾性体 (例えばゴム等) により形成された略円柱状の弾性部材 4 3 が、その先端部が上記樹脂層 4 0 a の肉厚部 4 2 に密着するように立設されている。

20

【 0 0 9 2 】

従って、物体や人体が上腕 A 部 1 2 2 L の弾性外皮 4 0 b (又は、別の部分の弾性外皮 4 0 b) に接触して当該弾性外皮 4 0 b に対し荷重 (圧縮力) が掛かると、その衝撃により樹脂層 4 0 a 及び弾性部材 4 3 が動く。このとき、樹脂層 4 0 a が検出部 4 1 a に接触すると、接触スイッチ 4 1 は、弾性外皮 4 0 b に対する外部からの接触を検出し、その旨を表す検出信号を上記ロボットコントローラ 2 0 0 へ出力する。

【 0 0 9 3 】

なお、ここでは上腕 A 部 1 2 2 L に備えられた接触スイッチ 4 1 について説明したが、これ以外の、肩部 1 2 1 L , 1 2 1 R、上腕 A 部 1 2 2 R、上腕 B 部 1 2 3 L , 1 2 3 R、下腕部 1 2 4 L , 1 2 4 R、手首 A 部 1 3 1 L , 1 3 1 R、及び手首 B 部 1 3 2 L , 1 3 2 R にそれぞれ備えられた接触スイッチ 4 1 について同様であるので、説明を省略する。

30

【 0 0 9 4 】

< ロボットコントローラ >

次に、上記ロボットコントローラ 2 0 0 の機能的構成について説明する。

【 0 0 9 5 】

図 2 3 に示すように、ロボットコントローラ 2 0 0 は、検出信号取得部 2 0 1 と、ロボット制御部 2 0 2 とを有する。

【 0 0 9 6 】

検出信号取得部 2 0 1 は、上記肩部 1 2 1 L , 1 2 1 R、上腕 A 部 1 2 2 L , 1 2 2 R、上腕 B 部 1 2 3 L , 1 2 3 R、下腕部 1 2 4 L , 1 2 4 R、手首 A 部 1 3 1 L , 1 3 1 R、及び手首 B 部 1 3 2 L , 1 3 2 R の接触スイッチ 4 1 から出力される検出信号を取得する。

40

【 0 0 9 7 】

ロボット制御部 2 0 2 は、上記各アクチュエータ A c 0 , A c 1 L ~ A c 7 L , A c 1 R ~ A c 7 R の動作を制御することにより、ロボット本体 1 0 2 全体の動作を制御する。このロボット制御部 2 0 2 は、動作制御部 2 0 2 a を備える。

【 0 0 9 8 】

動作制御部 2 0 2 a は、検出信号取得部 2 0 1 が検出信号を取得した場合に、当該検出

50

信号を出力した接触スイッチ 4 1 が設けられたロボット本体 1 0 2 の各部を駆動する各アクチュエータ（又は、全てのアクチュエータ A c 0 , A c 1 L ~ A c 7 L , A c 1 R ~ A c 7 R）の動作を停止させる。あるいは、動作制御部 2 0 2 a は、上記ロボット本体 1 0 2 の各部を駆動する各アクチュエータ（又は、全てのアクチュエータ A c 0 , A c 1 L ~ A c 7 L , A c 1 R ~ A c 7 R）の動作速度を所定の速度（例えば物体や人体が接触しても安全な速度、言い換えればほぼ停止しているような速度）以下まで減速させてもよい。

【 0 0 9 9 】

以上説明したように、本実施形態においては、基台 1 0 1 における筐体 1 0 1 a の下面には開口部 1 0 a が設けられ、さらに筐体 1 0 1 a の後面には同様に開口部 1 0 b が設けられている。開口部 1 0 a には、コネクタプレート 1 1 a 及び蓋部 1 2 a のいずれかを選択的に取り付けることができる。開口部 1 0 b には、コネクタプレート 1 1 b 及び蓋部 1 2 b のいずれかを選択的に取り付けることができる。これにより、利用者の用途や利便性に応じて、ロボットコントローラ 2 0 0 等と上記アクチュエータ A c 0 , A c 1 L ~ A c 7 L , A c 1 R ~ A c 7 R との電気的接続を、基台 1 0 1 の下端部又は基台 1 0 1 の後面のどちらでも実行することができる。この結果、利用者の利便性を向上できると共に、それぞれに併せて別々の基台 1 0 1 を製造する場合に比べて製品の共通化を図ることで製造コストの低減を図ることもできる。

【 0 1 0 0 】

このとき特に、開口部 1 0 a にコネクタプレート 1 1 a を取り付けると共に、開口部 1 0 b に蓋部 1 2 b を取り付けた場合には、制御ケーブル 3 の先端部をコネクタプレート 1 1 a のコネクタに接続すると共に、当該コネクタに対して基台 1 0 1 外部から接続ケーブル（例えば、ロボットコントローラ 2 0 0 からの接続ケーブル 2 等）を接続することで、当該ロボットコントローラ 2 0 0 等と上記アクチュエータ A c 0 , A c 1 L ~ A c 7 L , A c 1 R ~ A c 7 R との電気的接続を、基台 1 0 1 の下端部を介して実行することができる。一方、開口部 1 0 b にコネクタプレート 1 1 b を取り付けると共に、開口部 1 0 a に蓋部 1 2 a を取り付けた場合には、制御ケーブル 3 の先端部をコネクタプレート 1 1 b のコネクタに接続すると共に、当該コネクタに対して基台 1 0 1 外部から接続ケーブル（例えば、ロボットコントローラ 2 0 0 からの接続ケーブル 2 等）を接続することで、当該ロボットコントローラ 2 0 0 等と上記アクチュエータ A c 0 , A c 1 L ~ A c 7 L , A c 1 R ~ A c 7 R との電気的接続を、基台 1 0 1 の後面を介して実行することができる。

【 0 1 0 1 】

また、本実施形態では特に、ロボット 1 0 0 には、制御ケーブル 3 の先端部が開口部 1 0 a , 1 0 b のいずれにも指向可能なように、当該制御ケーブル 3 を筐体 1 0 1 a の内部で支持するパイプが設けられている。これにより、上述のような、開口部 1 0 a に取り付けたコネクタプレート 1 1 a のコネクタへの制御ケーブル 3 の接続、及び、開口部 1 0 b に取り付けたコネクタプレート 1 1 b のコネクタへの制御ケーブル 3 の接続、のいずれもが可能となる。

【 0 1 0 2 】

また、本実施形態においては、アーム部 1 2 0 L 及び手首部 1 3 0 L と、アーム部 1 2 0 R 及び手首部 1 3 0 R とが、多関節構造で構成されている。ここで、上記のような多関節構造の、アーム部 1 2 0 L 及び手首部 1 3 0 L と、アーム部 1 2 0 R 及び手首部 1 3 0 R とは、先端側はロボット 1 0 0 の作業対象に対し所望の作業を行うツールが取り付けられる一方、基端側は回動可能に基台 1 0 1 に接続される。即ち、アーム部 1 2 0 L 及び手首部 1 3 0 L の全体と、アーム部 1 2 0 R 及び手首部 1 3 0 R の全体としては、基端側からの片持ち支持構造となる。従って、アーム部 1 2 0 L 及び手首部 1 3 0 L と、アーム部 1 2 0 R 及び手首部 1 3 0 R とは、各部において、当該各部の重力分及び加減速時の負荷分等をそれぞれ支える支持構造を備える必要がある。本実施形態においては、上腕 A 部 1 2 2 L , 1 2 2 R に設けられたモータ M 3 のモータフレーム 1 0 が、強度部材 F r 2 に応力伝達可能に連結されると共に、モータ M 3 が、減速機 G 3 及び上腕 B 部 1 2 3 L , 1 2 3 R に応力伝達可能に連結されている。即ち、上腕 A 部 1 2 2 L , 1 2 2 R に設けられた

10

20

30

40

50

モータM3のモータフレーム10が、当該上腕A部122L, 122Rの骨格部材を兼用している。これにより、上腕A部122L, 122Rの重力分及び加減速時の負荷分は、それぞれのモータフレーム10によっても支持される。この結果、重力分及び加減速時の負荷分の支持のための強度部材や骨格構造を小さくすることができるので、上腕A部122L, 122Rの軽量化・小型化を図ることができる。

【0103】

また、本実施形態では特に、上腕A部122L, 122Rに設けられたモータM3は、モータ軸53aがアーム部120L, 120Rの長手方向に沿うように配置されている。これにより、上腕A部122L, 122Rにおいて支持構造をアーム部120L, 120Rの長手方向に配置する場合に、モータフレーム10を骨格部材として兼用することで確

10

【0104】

また、本実施形態においては、肩部121L, 121Rには、モータM2と減速機G2とが設けられている。モータM2のモータ軸52aから出力される回転駆動力が減速機G2の入力軸52cに伝達され、減速機G2において所定の減速比により減速された後に上腕A部122L, 122Rに伝達され、当該上腕A部122L, 122Rが所定の態様で駆動される。このとき、肩部121L, 121Rの不用意な動作を防止する等の観点から、上記モータM2による上腕A部122L, 122Rへの駆動を停止するためのブレーキ装置B2が設けられる。

【0105】

20

ここで、上記ブレーキ装置B2をモータM2へ一体的に組み込む構造とすると、モータM2のモータ軸52aとブレーキ装置B2のブレーキ軸52bとが一直線状に配置されることとなってモータM2の大型化を招く。そこで本実施形態においては、それらモータ軸52aとブレーキ軸52bとを(上記一直線上の配置とせず)横並びの配置とする。そのために、モータ軸52aにプーリ6aを設けると共に、ブレーキ軸52bにもプーリ6bを設け、それらプーリ6aとプーリ6bとの間にベルト7aを掛け渡して駆動力の伝達を行う。これにより、上記ブレーキ・モーター一体形構造に比べ、小型化を図ることができる。

【0106】

さらに本実施形態では、上記同様の軸方向一直線上配置による大型化防止の観点から、減速機G2の入力軸52cについても、上記モータ軸52a及びブレーキ軸52bに対して横並びの配置とする。そのために、上記同様、減速機G2の入力軸52cにもプーリ6cを設ける。即ち、モータM2のモータ軸52a、ブレーキ装置B2のブレーキ軸52b、減速機G2の入力軸52cにそれぞれプーリを設け、ベルトにより各プーリを連結する。この場合、モータ軸52aと入力軸52cとにベルトを掛け渡すと共にモータ軸52aとブレーキ軸52bとに別のベルトを掛け渡す構造(ブレーキ軸52a、モータ軸52b、入力軸52cの並びとなる)と、モータ軸52aとブレーキ軸52bとにベルトを掛け渡すと共にブレーキ軸52bと入力軸52cとに別のベルトを掛け渡す構造(モータ軸52a、ブレーキ軸52b、入力軸52cの並びとなる)と、が考えられる。

30

【0107】

40

ここで、上述したように、モータ軸52a及び入力軸52cは、ブレーキ軸52bに比べると軸方向寸法が大きい。従って、モータ軸52aのプーリと入力軸52cのプーリとを直接ベルトで連結すると、モータ軸52aと入力軸52cとの相対位置関係に制約が生じ(例えばモータ軸52aの端部と入力軸52cの端部とを一致させる必要が生じ)、モータM2及び減速機G2の全体を配置する際の省スペース化が困難となる。

【0108】

そこで本実施形態においては、(モータM2側のプーリと減速機G2側のプーリとを直接連結せず)モータM2側のプーリ6aとブレーキ装置B2側のプーリ6bとをベルト7aで連結すると共に、ブレーキ装置B2側のプーリ6bと減速機G2側のプーリ6cとをベルト7bで連結する構成とする。これにより、ベルト7aによりモータM2側のプーリ

50

6 aとブレーキ装置B 2側のプーリ6 bとが連結される軸方向位置と、ベルト7 bによりブレーキ装置B 2側のプーリ6 bと減速機G 2側のプーリ6 cとが連結される軸方向位置と、を互いに異なる位置とすることができる。この結果、上述のようなモータ軸5 2 aと入力軸5 2 cとの相対位置関係の制約がなくなり(モータ軸5 2 aの端部と入力軸5 2 cの端部とを一致させる必要がなくなり)、モータM 2及び減速機G 2それぞれを適宜に配置することで、それらモータM 2及び減速機G 2全体の配置のために必要な軸方向寸法を低減し、省スペース化を図ることができる。

【0109】

また、本実施形態においては、上腕B部1 2 3 L, 1 2 3 Rには、モータM 4と、減速機G 4と、ブレーキ装置B 4とが設けられている。そして、これらに関しても上記同様、モータM 4のモータ軸5 4 a、ブレーキ装置B 4のブレーキ軸5 4 b、減速機G 4の入力軸5 4 cにそれぞれプーリを設け、ベルトにより各プーリを連結する。この場合、モータ軸5 4 aと入力軸5 4 cとにベルトを掛け渡すと共にモータ軸5 4 aとブレーキ軸5 4 bとに別のベルトを掛け渡す構造(ブレーキ軸5 4 a、モータ軸5 4 b、入力軸5 4 cの並びとなる)と、モータ軸5 4 aとブレーキ軸5 4 bとにベルトを掛け渡すと共にブレーキ軸5 4 bと入力軸5 4 cとに別のベルトを掛け渡す構造(モータ軸5 4 a、ブレーキ軸5 4 b、入力軸5 4 cの並びとなる)と、が考えられる。

【0110】

ここで、上述したように、モータ軸5 4 a及び入力軸5 4 cは、ブレーキ軸5 4 bに比べると軸方向寸法が大きい。従って、モータ軸5 4 aのプーリと入力軸5 4 cのプーリとを直接ベルトで連結すると、モータ軸5 4 aと入力軸5 4 cとの相対位置関係に制約が生じ(例えばモータ軸5 4 aの端部と入力軸5 4 cの端部とを一致させる必要が生じ)、モータM 4及び減速機G 4の全体を配置する際の省スペース化が困難となる。

【0111】

そこで本実施形態においては、(モータM 4側のプーリ1 4 aと減速機G 4側のプーリ1 4 dとを直接連結せず)モータM 4側のプーリ1 4 aとブレーキ装置B 4側のプーリ1 4 bとをベルト1 5 aで連結すると共に、ブレーキ装置B 4側のプーリ1 4 cと減速機G 4側のプーリ1 4 dとをベルト1 5 bで連結する構成とする。これにより、ベルト1 5 aによりモータM 4側のプーリ1 4 aとブレーキ装置B 4側のプーリ1 4 bとが連結される軸方向位置と、ベルト1 5 bによりブレーキ装置B 4側のプーリ1 4 cと減速機G 4側のプーリ1 4 dとが連結される軸方向位置と、を互いに異なる位置とすることができる。この結果、上述のようなモータ軸5 4 aと入力軸5 4 cとの相対位置関係の制約がなくなり(モータ軸5 4 aの端部と入力軸5 4 cの端部とを一致させる必要がなくなり)、モータM 4及び減速機G 4それぞれを適宜に配置することで、それらモータM 4及び減速機G 4全体の配置のために必要な軸方向寸法を低減し、省スペース化を図ることができる。

【0112】

以上の結果、モータM 2、減速機G 2、及びブレーキ装置B 2を配置する肩部1 2 1 L, 1 2 1 Rや、モータM 4、減速機G 4、及びブレーキ装置B 4を配置する上腕B部1 2 3 L, 1 2 3 R、さらにはアーム部1 2 0 L, 1 2 0 R全体の小型化を図ることができる。

【0113】

また、本実施形態では特に、肩部1 2 1 L, 1 2 1 Rに設けられたモータM 2、ブレーキ装置B 2、及び減速機G 2は、モータ軸5 2 a、ブレーキ軸5 2 b、及び入力軸5 2 cが互いに平行になるように配置されている。これにより、上述した、モータM 2のモータ軸5 2 a、ブレーキ装置B 2のブレーキ軸5 2 b、及び減速機G 2の入力軸5 2 cの横並び配置を確実に実現し、肩部1 2 1 L, 1 2 1 Rの小型化を確実に図ることができる。また、上腕B部1 2 3 L, 1 2 3 Rに設けられたモータM 4、ブレーキ装置B 4、及び減速機G 4は、モータ軸5 4 a、ブレーキ軸5 4 b、及び入力軸5 4 cが互いに平行になるように配置されている。これにより、上述した、モータM 4のモータ軸5 4 a、ブレーキ装置B 4のブレーキ軸5 4 b、及び減速機G 4の入力軸5 4 cの横並び配置を確実に実現し

10

20

30

40

50

、上腕B部123L, 123Rの小型化を確実に図ることができる。

【0114】

また、本実施形態では特に、肩部121L, 121Rに設けられたモータM2のモータ軸52a、ブレーキ装置B2のブレーキ軸52b、及び減速機G2の入力軸52cは、アーム部120L, 120Rの長手方向に直交する方向に沿って配置されている。互いに平行であるモータM2のモータ軸52a、ブレーキ装置B2のブレーキ軸52b、及び減速機G2の入力軸52cが、アーム部120L, 120Rの長手方向に直交する方向（言い換えれば、アーム部120L, 120Rの太さ方向）に配置されている場合、各軸の軸方向寸法が大きいとアーム部120L, 120Rの太径化を招く。また、上腕B部123L, 123Rに設けられたモータM4のモータ軸54a、ブレーキ装置B4のブレーキ軸54b、及び減速機G4の入力軸54cは、アーム部120L, 120Rの長手方向に直交する方向に沿って配置されている。互いに平行であるモータM4のモータ軸54a、ブレーキ装置B4のブレーキ軸54b、及び減速機G4の入力軸54cが、アーム部120L, 120Rの長手方向に直交する方向（言い換えれば、アーム部120L, 120Rの太さ方向）に配置されている場合、各軸の軸方向寸法が大きいとアーム部120L, 120Rの太径化を招く。したがって、このような配置に上記の構成を適用することにより、アーム部120L, 120Rの太径化を特に効果的に防止することができる。

10

【0115】

また、本実施形態では特に、上腕B部123Lに設けられたブレーキ装置B4のブレーキ軸54bにおいて、上記第2軸方向一方側に設けたプーリ14bでモータM4側のプーリ14aとのベルト連結を行い、軸方向他方側に設けたプーリ14cで減速機G4側のプーリ14dとのベルト連結を行う。このようにブレーキ軸54bで別々の位置に設けたプーリ14b, 14cでモータM4側と減速機G4側との連結をそれぞれ行うことで、上述したモータ軸54aと入力軸54cとの相対位置関係の制約を確実になくし、確実に上腕B部123L及びアーム部120L, 120R全体の小型化を図ることができる。

20

【0116】

また、本実施形態においては、アーム部120L, 120Rの先端側に、多関節構造の手首部130L, 130Rが接続されている。手首部130L, 130Rは、アーム部120L, 120R側から先端側に向かって、手首A部131L, 131R、手首B部132L, 132R、フランジ部133L, 133Rの順で、互いに回動可能に連結されている。

30

【0117】

このとき、フランジ部133L, 133Rと手首B部132L, 132Rとの連結構造においては、手首部130L, 130Rの長手方向に沿う回動軸線A×7L, A×7Rまわりに回動可能に連結されている。これに対し、手首B部132L, 132Rと手首A部131L, 131Rとの連結構造（以下、第2連結構造という）においては、手首部130L, 130Rの長手方向と直交する方向（言い換えれば手首部130L, 130Rの太さ方向）に沿う回動軸線A×6L, A×6Rまわりに回動可能に連結されている。同様に、手首A部131L, 131Rとアーム部120L, 120Rとの連結構造（以下、第1連結構造という）においては、手首部130L, 130Rの長手方向と直交する方向（言い換えれば手首部130L, 130Rの太さ方向）に沿う回動軸線A×5L, A×5Rまわりに回動可能に連結されている。

40

【0118】

上記のように、第1連結構造又は第2連結構造においては、回動軸線A×5L, A×5R又は回動軸線A×6L, A×6Rが手首部130L, 130Rの太さ方向に配置される。この結果、通常の歯車機構を用いて駆動モータの回転速度を減速する構成とすると、歯車機構の各歯車の軸線及び駆動モータのモータ軸がいずれも回動軸線A×5L, A×5R又は回動軸線A×6L, A×6Rに沿って配列されることから、それらの設置のために手首部130L, 130Rあるいはアーム部120L, 120Rの太さの増大を招く。

【0119】

50

そこで本実施形態においては、上記通常の歯車機構ではなく、ハイポイドギアセットG5, G6が用いられる。ハイポイドギアセットG5, G6では、駆動ギアであるピニオンギアG5a, G6aの軸線Ax a, Ax cと従動ギアであるリングギアG5b, G6bの軸線Ax b, Ax dとが直交するようなギア配置となる。そして、上記第1連結構造に関し、リングギアG5bは軸線Ax bが手首部130L, 130Rの太さ方向に沿うように配置される一方、ピニオンギアG5a及びモータ軸55aについては軸線Ax aが手首部130L, 130R又はアーム部120L, 120Rの長手方向に沿うように配置される。同様に、上記第2連結構造に関しても、リングギアG6bは軸線Ax dが手首部130L, 130Rの太さ方向に沿うように配置される一方、ピニオンギアG6a及びモータ軸56aについては軸線Ax cが手首部130L, 130R又はアーム部120L, 120Rの長手方向に沿うように配置される。

10

【0120】

以上の結果、本実施形態においては、手首部130L, 130Rやアーム部120L, 120Rの太さ方向の寸法増大を抑制し、手首部130L, 130Rやアーム部120L, 120Rのスリム化(扁平化)を図ることができる。

【0121】

また、本実施形態では特に、手首B部132L, 132Rは、手首部130L, 130Rの長手方向と直交しかつ回転軸線Ax 5L, Ax 5Rと直交する回転軸線Ax 6L, Ax 6Rまわりに、回転可能に支持されている。これにより、手首A部131L, 131Rが回転可能に支持される回転軸線Ax 5L, Ax 5Rと手首B部132L, 132Rが回転可能に支持される回転軸線Ax 6L, Ax 6Rとが互いにねじれの位置にある構成において、手首部130L, 130Rやアーム部120L, 120Rの太さ方向の寸法増大を抑制し、スリム化(扁平化)を図ることができる。

20

【0122】

また、本実施形態では特に、モータM5はアーム部120L, 120Rの先端部に設けられており、モータM6は手首A部131L, 131Rに設けられている。これにより、モータM5が配置されるアーム部120L, 120Rの太径化を防止してスリム化(扁平化)を図るとともに、モータM6が配置される手首A部131L, 131Rの太径化を防止してスリム化(扁平化)を図ることができる。

【0123】

また、本実施形態では特に、ハイポイドギアセットG5は、モータM5からの回転が入力されるピニオンギアG5aと、ピニオンギアG5aに噛合して手首A部131L, 131Rを駆動するためのリングギアG5bとを備える。また、ハイポイドギアセットG6は、モータM6からの回転が入力されるピニオンギアG6aと、ピニオンギアG6aに噛合して手首B部132L, 132Rを駆動するためのリングギアG6bとを備える。モータM5, M6からの駆動力をピニオンギアG5a, G6aに入力して伝達することにより、ピニオンギアG5a, G6aの径を適宜に小さくすることでアーム部120L, 120R又は手首A部131L, 131Rの太径化を防止することができる。

30

【0124】

また、本実施形態では特に、モータM5は、モータ軸55aがアーム部120L, 120Rの長手方向に沿うように設けられ、ピニオンギアG5aは、軸線Ax aがアーム部120L, 120Rの長手方向に沿うように設けられ、リングギアG5bは、軸線Ax bがアーム部120L, 120Rの長手方向に直交するように設けられている。また、モータM6は、モータ軸56aが手首A部131L, 131Rの長手方向に沿うように設けられ、ピニオンギアG6aは、軸線Ax cが手首A部131L, 131Rの長手方向に沿うように設けられ、リングギアG6bは、軸線Ax dが手首A部131L, 131Rの長手方向に直交するように設けられている。これにより、モータM5及びピニオンギアG5aの配置によるアーム部120L, 120Rの太径化を確実に防止できると共に、モータM6及びピニオンギアG6aの配置による手首A部131L, 131Rの太径化を確実に防止することができる。

40

50

【 0 1 2 5 】

また、本実施形態においては、アーム部 1 2 0 L , 1 2 0 R 及び手首部 1 3 0 L , 1 3 0 R が多関節構造で構成されている。これらアーム部 1 2 0 L , 1 2 0 R 及び手首部 1 3 0 L , 1 3 0 R の各部は、ロボットコントローラ 2 0 0 の制御に基づいて動作する各アクチュエータアクチュエータ A c 1 L ~ A c 7 L , A c 1 R ~ A c 7 R からの駆動力が伝達されることにより、駆動される。そして、これらアーム部 1 2 0 L , 1 2 0 R 及び手首部 1 3 0 L , 1 3 0 R の各部では、重力分及び加減速時の負荷分の支持構造である骨格部材 F r 1 ~ F r 6 が弾性外皮 4 0 b で覆われており、その弾性外皮 4 0 b によって各部の表面外皮が構成される。これにより、仮に、アーム部 1 2 0 L , 1 2 0 R の動作中に、周囲の物体や人体へアーム部 1 2 0 L , 1 2 0 R が干渉した場合を想定したとしても、弾性外皮 4 0 b を構成する弾性体の弾性力により干渉時の衝撃は大きく吸収され、緩和される。この結果、上記物体や人体へ作用する力を著しく低減することができるので、安全性の面で万全を期すことができ、より安全性を向上させることができる。これにより、従来、安全確保の面でロボット 1 0 0 の周囲に設置が必要であった安全柵をなくすこともできる。

10

【 0 1 2 6 】

また、本実施形態では特に、アーム部 1 2 0 L , 1 2 0 R 及び手首部 1 3 0 L , 1 3 0 R の各部は、弾性外皮 4 0 b に対する外部からの接触を検出する接触スイッチ 4 1 を備える。これにより、仮に、上記アーム部 1 2 0 L , 1 2 0 R の周囲の物体や人体への干渉が生じた場合には、接触スイッチ 4 1 によって当該干渉を確実に検出することができる。

20

【 0 1 2 7 】

また、本実施形態では特に、接触スイッチ 4 1 は、弾性外皮 4 0 b に対する、互いに直交する 3 方向からの接触を検出可能な 3 方向接触スイッチである。これにより、アーム部 1 2 0 L , 1 2 0 R と周囲の物体や人体とが干渉したとき、各部に対していずれの方向から接触が生じていたとしても、当該接触の検出を確実に行うことができる。

【 0 1 2 8 】

また、本実施形態では特に、ロボットコントローラ 2 0 0 は、接触スイッチ 4 1 から出力される検出信号に基づいて、当該接触スイッチ 4 1 が設けられた各部を駆動するアクチュエータの動作を減速又は停止可能な動作制御部 2 0 2 a を備える。これにより、仮に、上記アーム部 1 2 0 L , 1 2 0 R の周囲の物体や人体への干渉が生じた場合には、ロボットコントローラ 2 0 0 の制御によってそれ以降のアーム部 1 2 0 L , 1 2 0 R の動作を減速又は停止させることができる。これにより、安全性の面でさらに万全を期すことができる。

30

【 0 1 2 9 】

なお、実施の形態は、上記内容に限られるものではなく、その趣旨及び技術的思想を逸脱しない範囲内で種々の変形が可能である。例えば、上記実施形態では、上腕 A 部 1 2 2 L , 1 2 2 R に設けられたモータ M 3 は、モータ軸 5 3 a がアーム部 1 2 0 L , 1 2 0 R の長手方向に沿うように配置されていた。しかしながら、これに限られず、上腕 A 部 1 2 2 L , 1 2 2 R に設けられたモータ M 3 を、モータ軸 5 3 a がアーム部 1 2 0 L , 1 2 0 R の長手方向に略直交する方向に沿うように配置してもよい。この場合、上腕 A 部 1 2 2 L , 1 2 2 R において重力分及び加減速時の負荷分の支持構造をアーム部 1 2 0 L , 1 2 0 R の長手方向に直交する方向（言い換えれば、アーム部 1 2 0 L , 1 2 0 R の太さ方向）に配置する必要がある場合であっても、モータフレーム 1 0 を骨格部材として兼用することで確実に軽量化・小型化を図ることができる。

40

【 0 1 3 0 】

また、上記実施形態では、上腕 A 部 1 2 2 L , 1 2 2 R に設けられたモータ M 3 のモータフレーム 1 0 が、当該上腕 A 部 1 2 2 L , 1 2 2 R の骨格部材を兼用していた。しかしながら、これに限られず、上腕 A 部 1 2 2 L , 1 2 2 R 以外の各部に設けられたモータのモータフレームを、当該各部の骨格部材として兼用してもよい。

【 0 1 3 1 】

また、上記実施形態では、各モータ M 2 ~ M 7 は、アーム部 1 2 0 L , 1 2 0 R 及び手

50

首部 130L、130Rの各部のうち駆動対象の部とは別の部に設けられていたが、これに限られない。例えば、各モータM2～M7を、アーム部120L、120R及び手首部130L、130Rの各部のうち駆動対象の部に設けてもよい。

【0132】

また、上記実施形態では、ロボット本体102が、2つのアーム部120L、120R及び手首部130L、130Rを有する、いわゆる双腕ロボットである場合について説明したが、これに限られない。例えば、ロボット本体としては、1つのアーム部及び手首部を有する、いわゆる単腕ロボットでもよいし、3つ以上のアーム部及び手首部を有するロボットでもよい。

【0133】

また、図23中に示す矢印は、信号の流れの一例を示すものであり、信号の流れ方向を限定するものではない。

【0134】

また、以上既に述べた以外にも、上記実施形態や各変形例による手法を適宜組み合わせ利用してもよい。

【0135】

その他、一々例示はしないが、上記実施形態や各変形例は、その趣旨を逸脱しない範囲内において、種々の変更が加えられて実施されるものである。

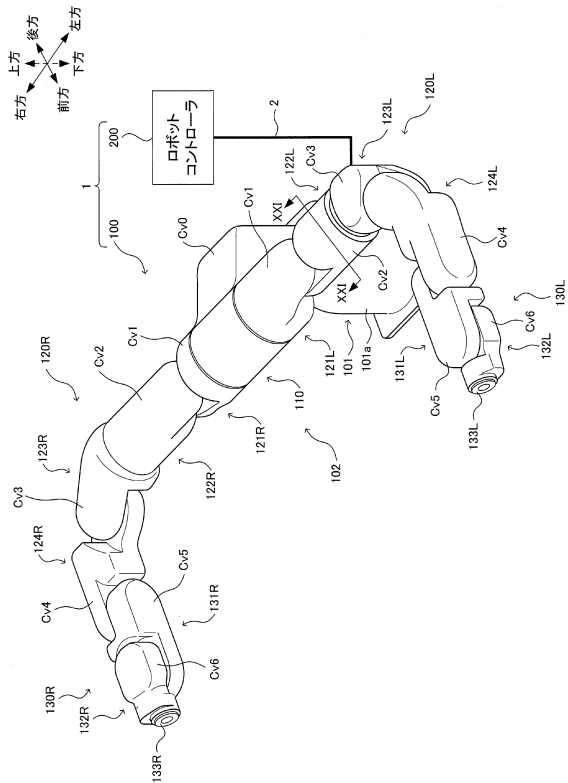
【符号の説明】

【0136】

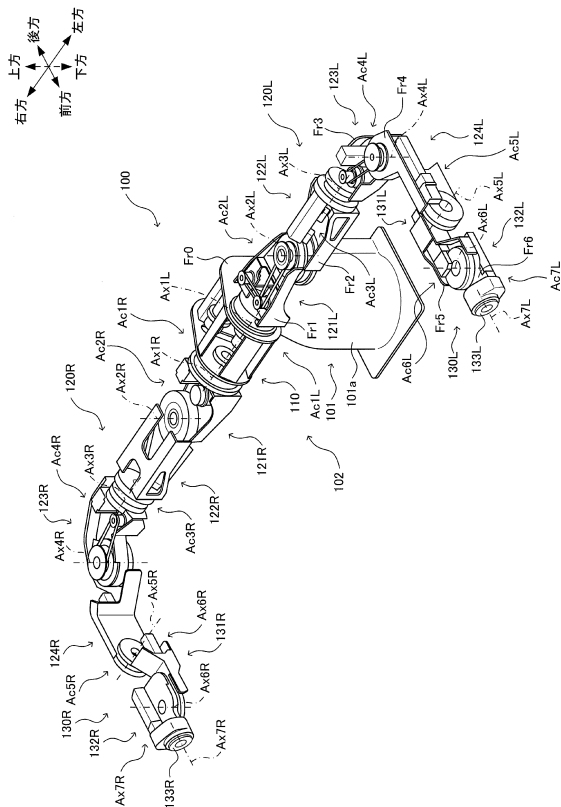
1	ロボット装置	
3	制御ケーブル	
6 a	プーリ(モータプーリ)	
6 b	プーリ(第1ブレーキプーリ、第2ブレーキプーリ)	
6 c	プーリ(減速機プーリ)	
7 a	ベルト(第1ベルト)	
7 b	ベルト(第2ベルト)	
8	固定子	
9	回転子	
10	モータフレーム	30
10 a	開口部(第1開口部)	
10 b	開口部(第2開口部)	
11 a	コネクタプレート(第1コネクタプレート)	
11 b	コネクタプレート(第2コネクタプレート)	
12 a	蓋部(第1蓋部)	
12 b	蓋部(第2蓋部)	
14 a	プーリ(モータプーリ)	
14 b	プーリ(第1ブレーキプーリ)	
14 c	プーリ(第2ブレーキプーリ)	
14 d	プーリ(減速機プーリ)	40
15 a	ベルト(第1ベルト)	
15 b	ベルト(第2ベルト)	
40 b	弾性外皮	
41	接触スイッチ(センサ)	
52 a	モータ軸	
52 b	ブレーキ軸	
52 c	入力軸	
53 a	モータ軸	
54 a	モータ軸	
54 b	ブレーキ軸	50

5 4 c	入力軸	
5 5 a	モータ軸	
5 6 a	モータ軸	
1 0 0	ロボット	
1 0 1	基台	
1 0 1 a	筐体	
1 0 2	ロボット本体	
1 2 0 L , 1 2 0 R	アーム部	
1 2 1 L , 1 2 1 R	肩部	
1 2 2 L , 1 2 2 R	上腕 A 部	10
1 2 3 L , 1 2 3 R	上腕 B 部	
1 2 4 L , 1 2 4 R	下腕部	
1 3 0 L , 1 3 0 R	手首部	
1 3 1 L , 1 3 1 R	手首 A 部 (第 1 手首要素)	
1 3 2 L , 1 3 2 R	手首 B 部 (第 2 手首要素)	
1 3 3 L , 1 3 3 R	フランジ部 (第 3 手首要素)	
2 0 0	ロボットコントローラ (コントローラ)	
2 0 2 a	動作制御部	
A c 1 L ~ A c 7 L	アクチュエータ	
A c 1 R ~ A c 7 R	アクチュエータ	20
A x 5 L , A x 5 R	旋回軸線 (第 1 軸線)	
A x 6 L , A x 6 R	旋回軸線 (第 2 軸線)	
A x 7 L , A x 7 R	回動軸線 (第 3 軸線)	
A x a	軸線	
A x b	軸線	
A x c	軸線	
A x d	軸線	
B 2	ブレーキ装置	
B 4	ブレーキ装置	
F r 1 ~ F r 6	強度部材 (骨格部材)	30
G 2	減速機 (関節部)	
G 3	減速機 (関節部)	
G 4	減速機 (関節部)	
G 5	ハイポイドギアセット (第 1 ベベルギアセット)	
G 5 a	ピニオンギア	
G 5 b	リングギア	
G 6	ハイポイドギアセット (第 2 ベベルギアセット)	
G 6 a	ピニオンギア	
G 6 b	リングギア	
G 7	減速機 (関節部)	40
M 2	モータ	
M 3	モータ	
M 4	モータ	
M 5	モータ (第 1 駆動モータ)	
M 6	モータ (第 2 駆動モータ)	
M 7	モータ	
P	パイプ	

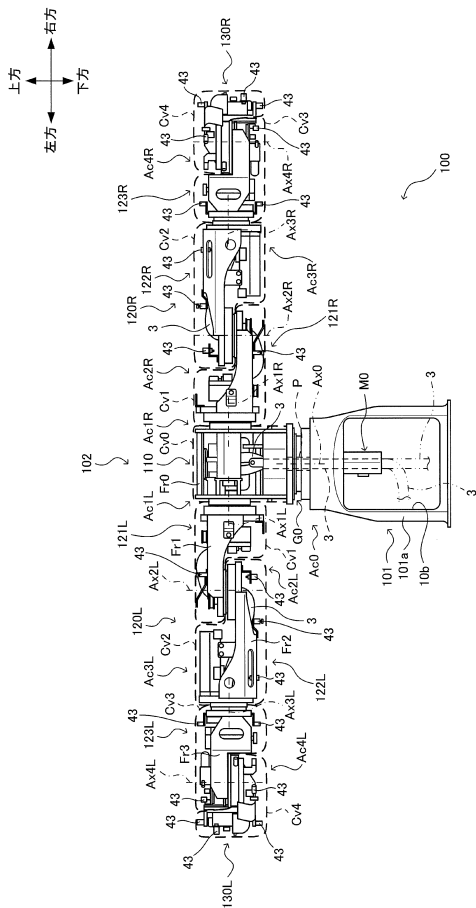
【図 1】



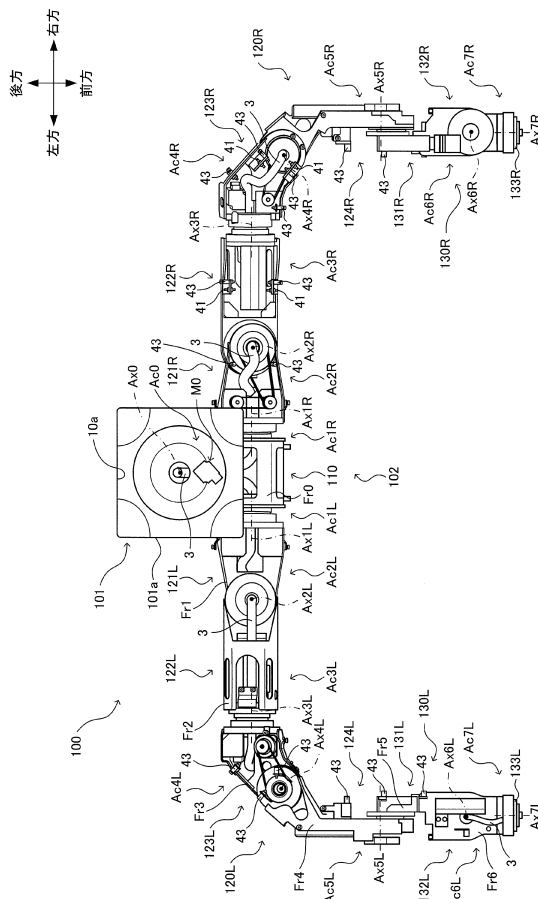
【図 2】



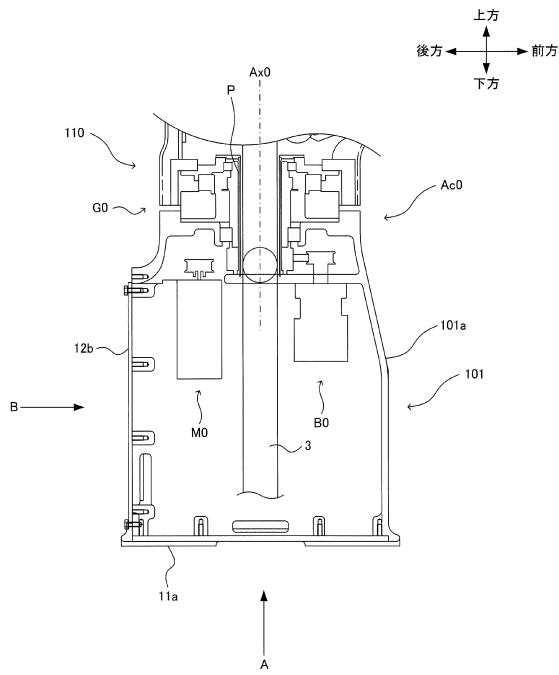
【図 3】



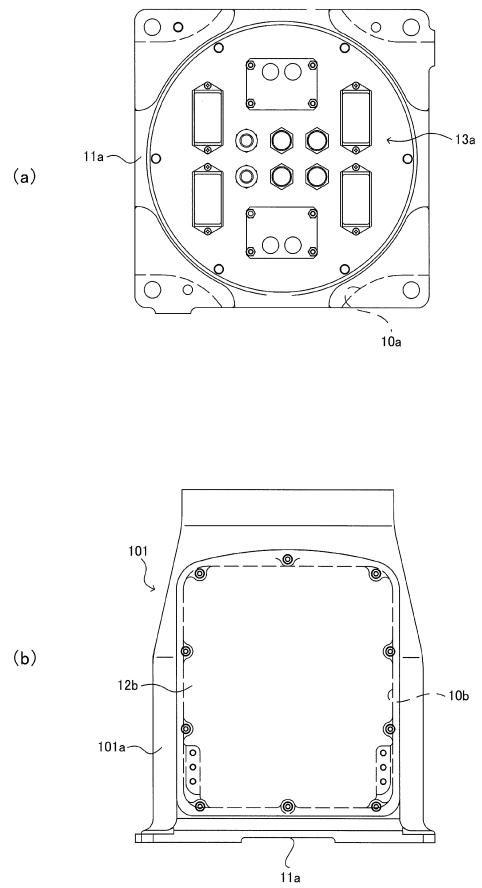
【図 4】



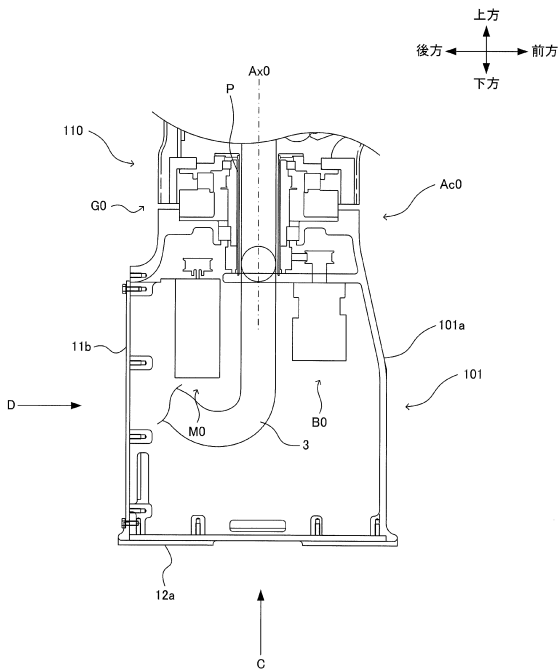
【図5】



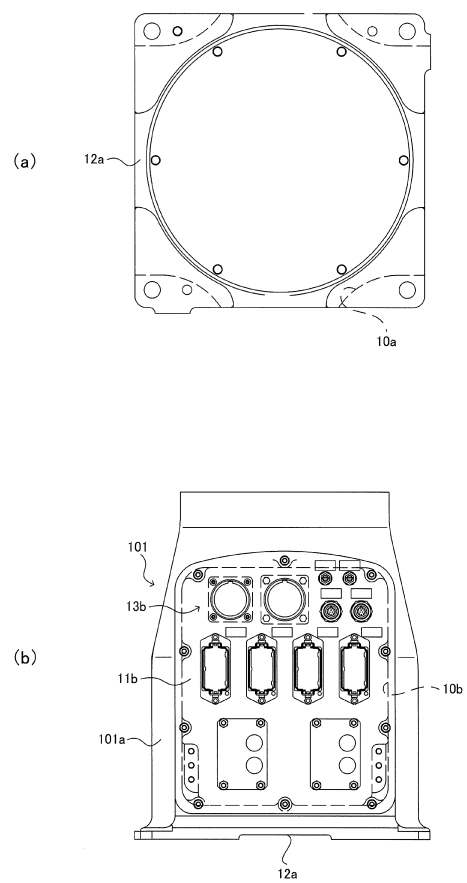
【図6】



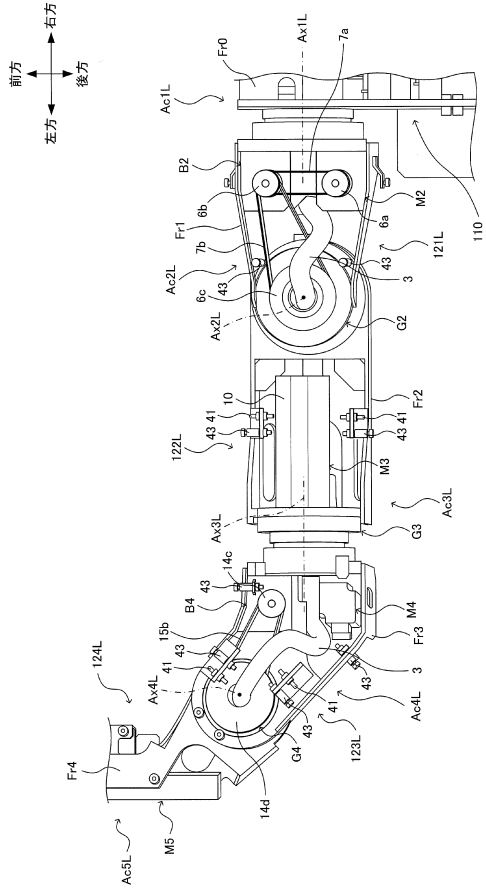
【図7】



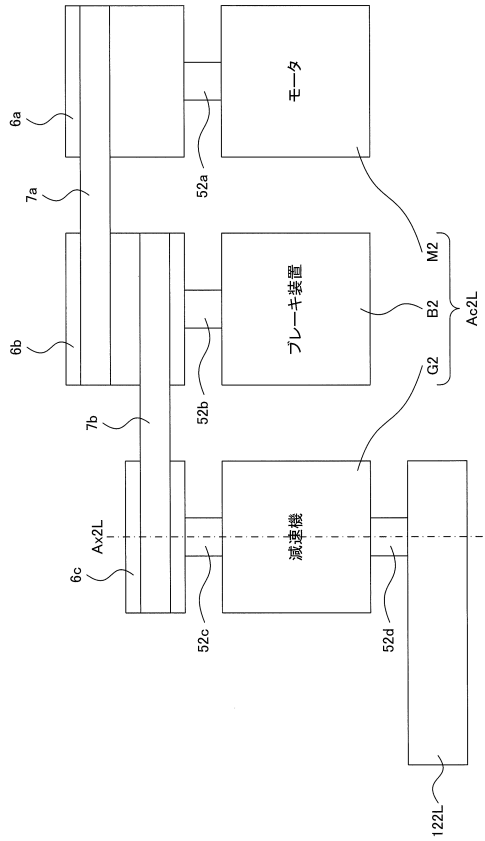
【図8】



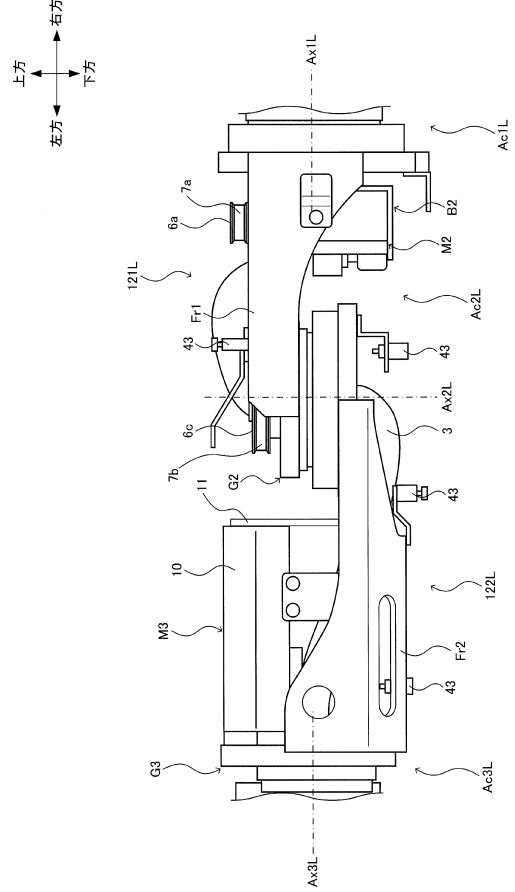
【図9】



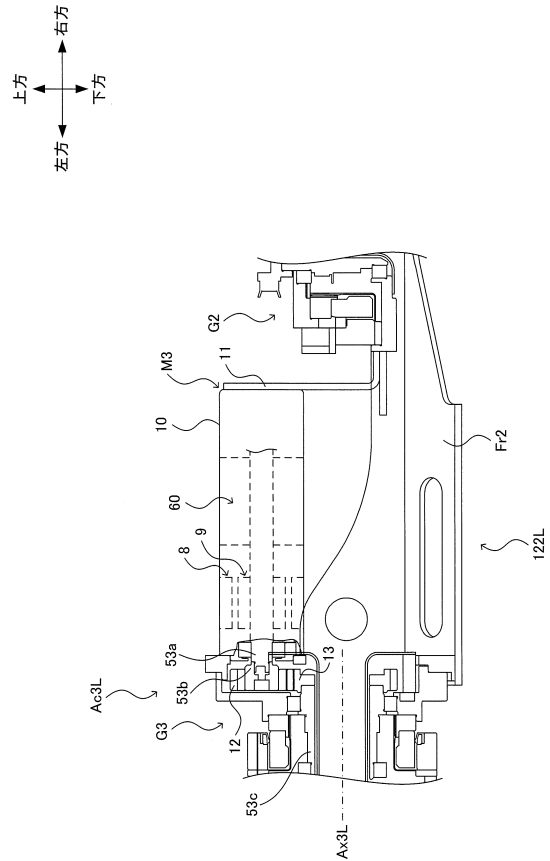
【図11】



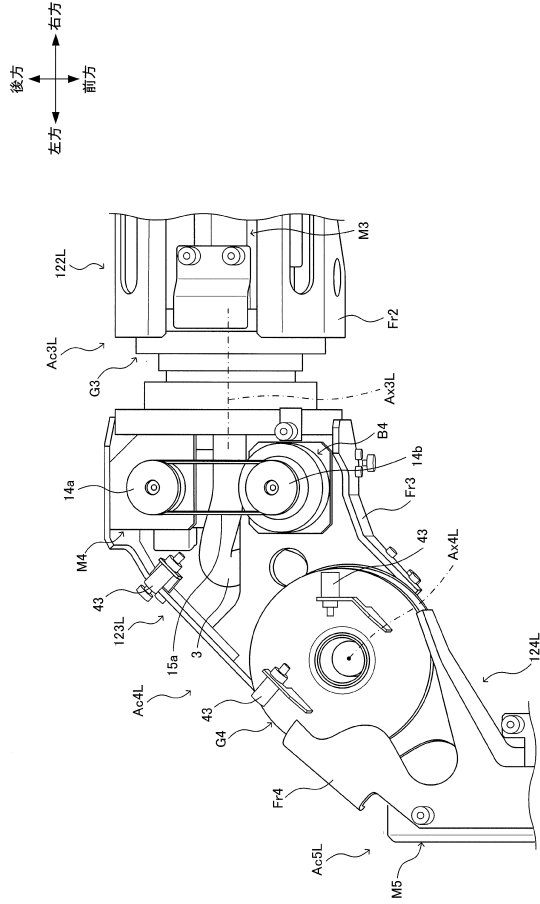
【図10】



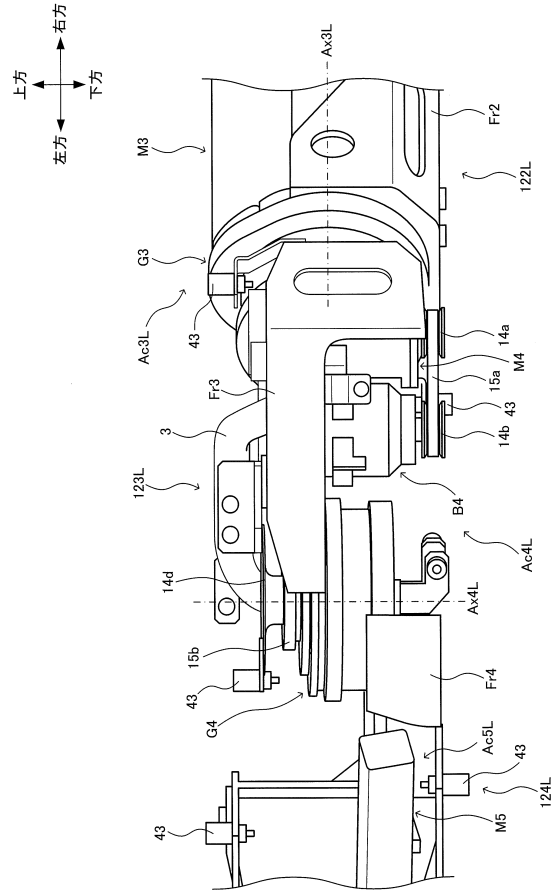
【図12】



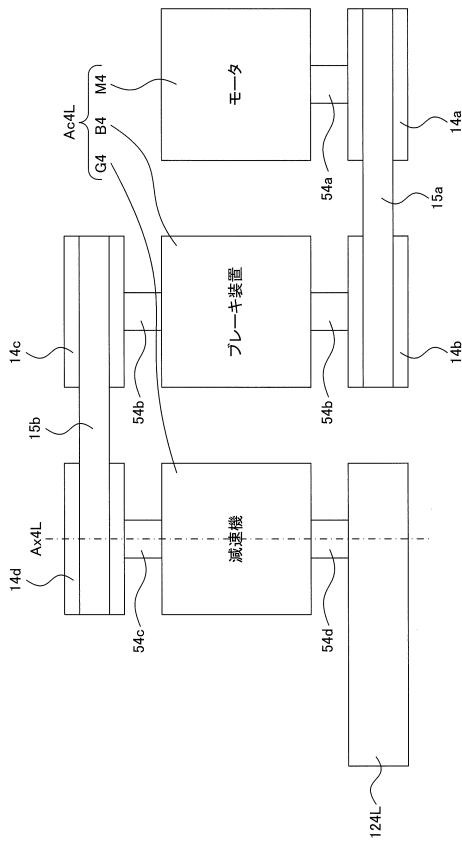
【図13】



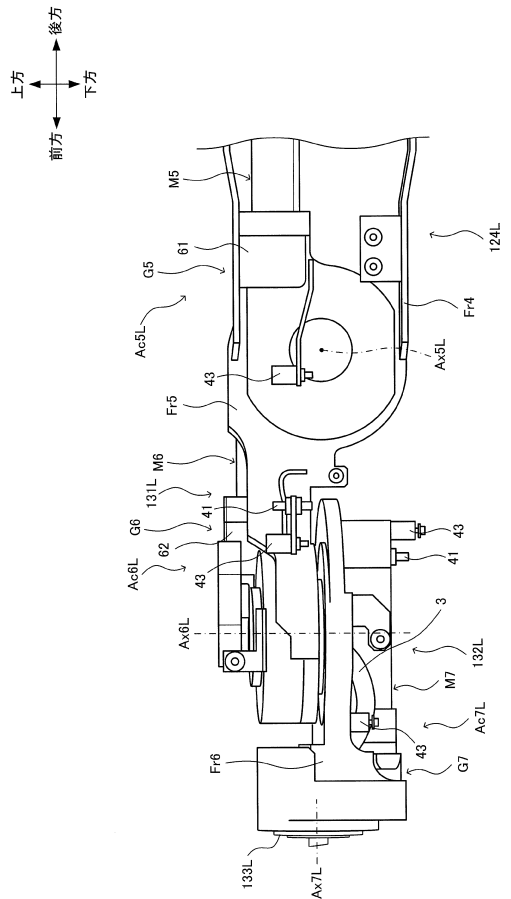
【図14】



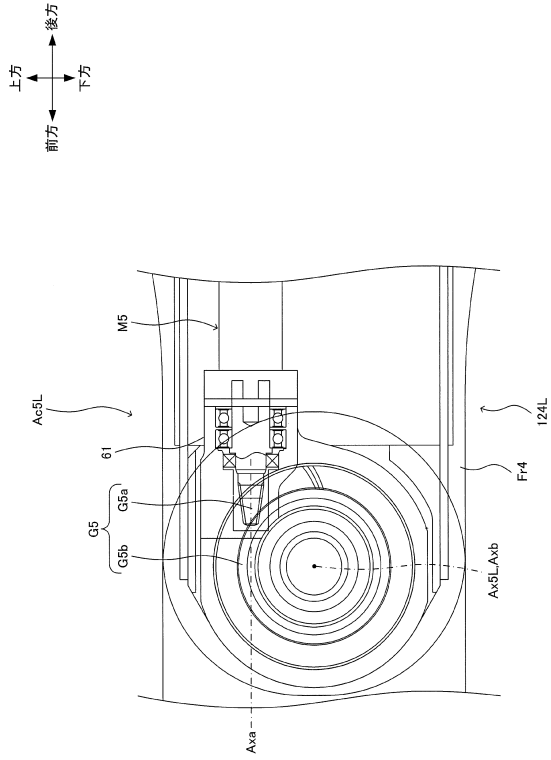
【図15】



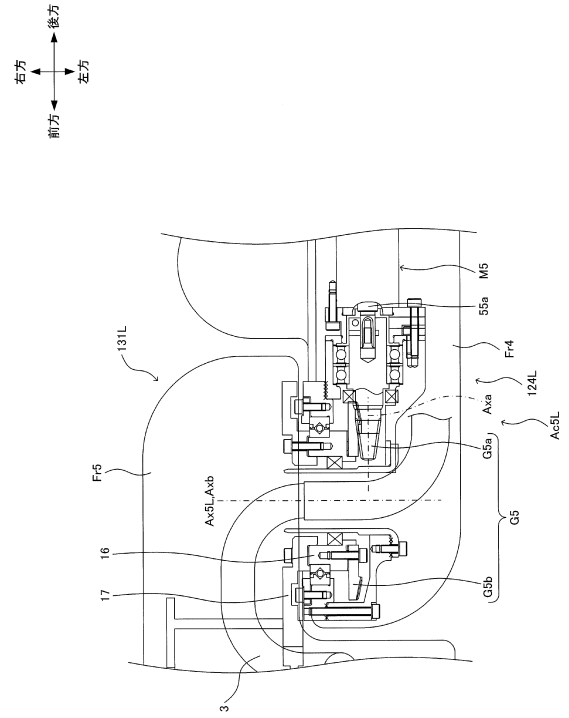
【図16】



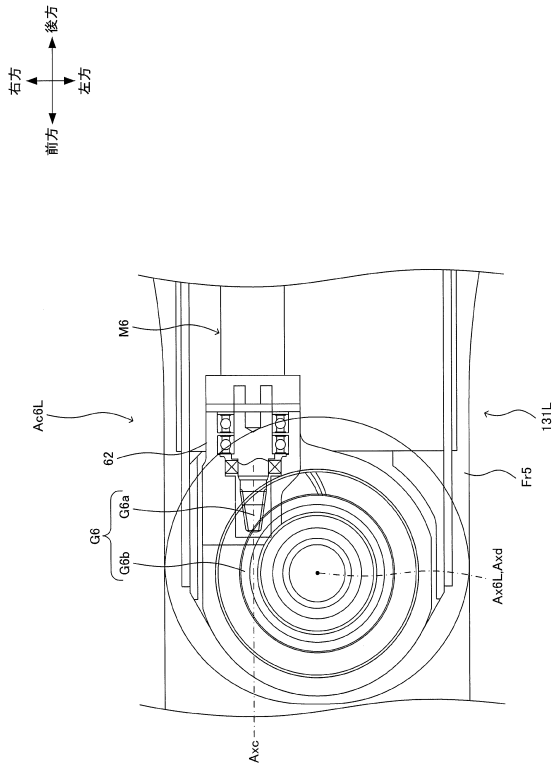
【 図 17 】



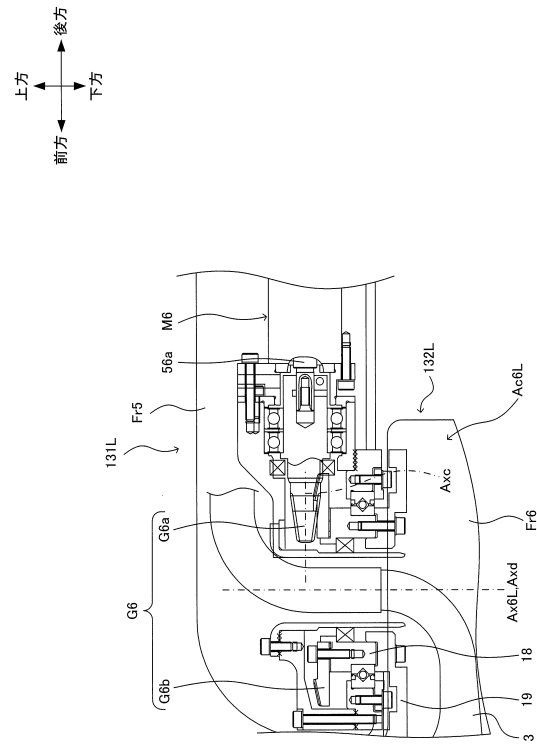
【 図 18 】



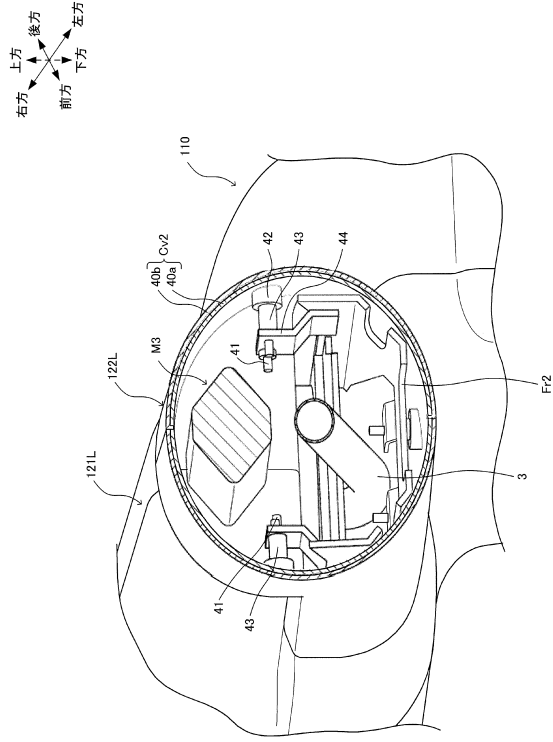
【 図 19 】



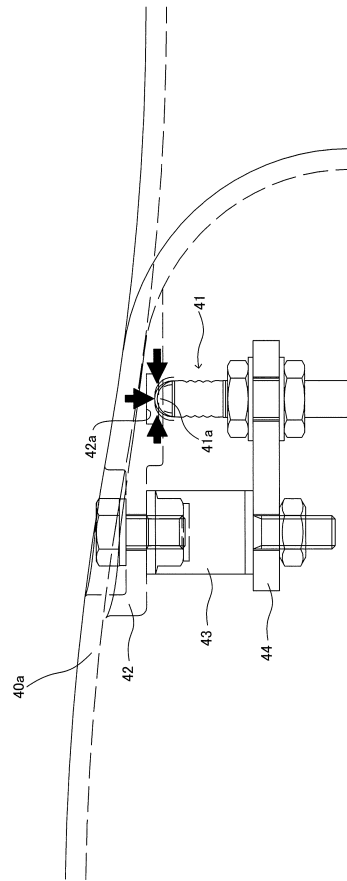
【 図 20 】



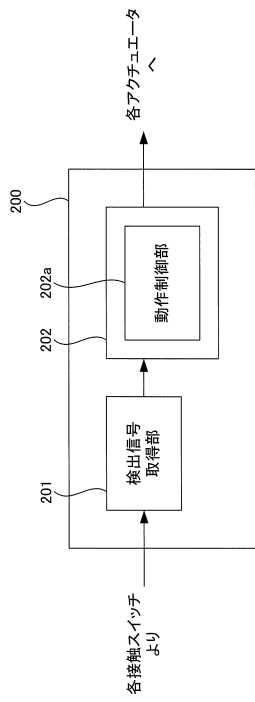
【図 2 1】



【図 2 2】



【図 2 3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭61-042241(JP,A)
特開平05-245784(JP,A)
特開2007-136657(JP,A)

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