

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5549950号
(P5549950)

(45) 発行日 平成26年7月16日(2014.7.16)

(24) 登録日 平成26年5月30日(2014.5.30)

(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 2 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2012-253263 (P2012-253263)	(73) 特許権者	000006622 株式会社安川電機
(22) 出願日	平成24年11月19日(2012.11.19)		福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
(65) 公開番号	特開2014-100752 (P2014-100752A)	(74) 代理人	100104503 弁理士 益田 博文
(43) 公開日	平成26年6月5日(2014.6.5)	(74) 代理人	100191112 弁理士 益田 弘之
審査請求日	平成25年3月15日(2013.3.15)	(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	金丸 治之

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】

基台と、
 複数のアーム要素からなる多関節構造を備えたアーム部と、
 を有し、
 前記アーム部が、
 モータ軸を備え、特定の前記アーム要素を駆動する回転駆動力を発生するモータと、
 前記モータ軸と平行に配置された一方側ブレーキ軸と、前記一方側ブレーキ軸と同軸で
 反対側に設けられた他方側ブレーキ軸とを備えたブレーキ装置と、
 入力軸を備え、前記入力軸を介して入力された前記モータ軸の回転を減速して前記特定
 のアーム要素に伝達するための減速機と、
 を備えるロボットであって、
 前記一方側ブレーキ軸に設けた第1ブレーキプリー、前記モータ軸に設けたモータプリー、及び、前記第1ブレーキプリーと前記モータプリーとの間に掛け渡された第1ベルト、を備えた第1伝達機構と、
 前記他方側ブレーキ軸に設けた第2ブレーキプリー、前記減速機の前記入力軸に設けた減速機プリー、及び、前記第2ブレーキプリーと前記減速機プリーとの間に掛け渡された第2ベルト、を備えた第2伝達機構と、
 を有することを特徴とする、ロボット。

【請求項2】

前記モータ、前記ブレーキ装置、及び、前記減速機は、前記モータ軸、前記ブレーキ軸、及び、前記入力軸が、互いに平行になるように配置されていることを特徴とする、請求項 1 記載のロボット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

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（アーム、手首ユニット）からなるアーム部が連結されている。アーム部の内部には、モータ（第一モータ、第二モータ）、減速機、ブレーキ装置（第一ブレーキ、第二ブレーキ）、及び伝達機構（無端ベルト、プーリ）が収納されている。

10

【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】

20

【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、モータ、減速機、ブレーキ装置を配置するアーム要素、さらにはアーム部全体を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及びアーム部全体を小型化するという観点においてさらなる向上が求められている。

【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、アーム部の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。

30

【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、基台と、複数のアーム要素からなる多関節構造を備えたアーム部と、を有し、前記アーム部が、モータ軸を備え、特定の前記アーム要素を駆動する回転駆動力を発生するモータと、前記モータ軸と平行に配置された一方側ブレーキ軸と、前記一方側ブレーキ軸と同軸で反対側に設けられた他方側ブレーキ軸とを備えたブレーキ装置と、入力軸を備え、前記入力軸を介して入力された前記モータ軸の回転を減速して前記特定のアーム要素に伝達するための減速機と、を備えるロボットであって、前記一方側ブレーキ軸に設けた第 1 ブレーキプーリ、前記モータ軸に設けたモータプーリ、及び、前記第 1 ブレーキプーリと前記モータプーリとの間に掛け渡された第 1 ベルト、を備えた第 1 伝達機構と、前記他方側ブレーキ軸に設けた第 2 ブレーキプーリ、前記減速機の前記入力軸に設けた減速機プーリ、及び、前記第 2 ブレーキプーリと前記減速機プーリとの間に掛け渡された第 2 ベルト、を備えた第 2 伝達機構と、を有することを特徴とする、ロボットが提供される。

40

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、アーム部の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

50

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。

10

【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。

【図 11】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 12】上腕 A 部を表す断面図である。

【図 13】上腕 B 部を表す上面図である。

【図 14】上腕 B 部を表す側面図である。

【図 15】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。

20

【図 16】下腕部及び手首部を表す側面図である。

【図 17】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 18】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 19】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 20】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 21】図 1 中の X X I - X X I 断面による断面図である。

【図 22】接触スイッチを説明するための断面図である。

【図 23】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】

30

【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。

40

【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

50

、120Rと、2つの手首部130L、130R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×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Ac0の駆動により、基台101の上端部に対し回転軸線A×0まわりに回転駆動される。

【0014】

アーム部120L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120Lは、肩部121Lと、上腕A部122Lと、上腕B部123Lと、下腕部124Lとからなる多関節構造(多軸構造)を備えている。

10

【0015】

肩部121Lは、胴体部110の左端部において、回転軸線A×0に略垂直な回動軸線A×1Lまわりに回動可能に支持されている。この肩部121Lは、胴体部110に設けられたアクチュエータAc1Lの駆動により、胴体部110の左端部に対し回動軸線A×1Lまわりに回動駆動される。

【0016】

上腕A部122Lは、肩部121Lの先端側において、回転軸線A×1Lに略垂直な回動軸線A×2Lまわりに回転可能に支持されている。この上腕A部122Lは、肩部121Lに設けられたアクチュエータAc2Lの駆動により、肩部121Lの先端側に対し回動軸線A×2Lまわりに回転駆動される。

20

【0017】

上腕B部123Lは、上腕A部122Lの先端側において、回転軸線A×2Lに略垂直な回動軸線A×3Lまわりに回動可能に支持されている。この上腕B部123Lは、上腕A部122Lに設けられたアクチュエータAc3Lの駆動により、上腕A部122Lの先端側に対し回動軸線A×3Lまわりに回動駆動される。

【0018】

下腕部124Lは、上腕B部123Lの先端側において、回転軸線A×3Lに略垂直な回動軸線A×4Lまわりに回転可能に支持されている。この下腕部124Lは、上腕B部123Lに設けられたアクチュエータAc4Lの駆動により、上腕B部123Lの先端側に対し回動軸線A×4Lまわりに回転駆動される。

30

【0019】

手首部130Lは、アーム部120Lの先端部(つまり下腕部124Lの先端側)に対し回動可能に接続されている。この手首部130Lは、手首A部131Lと、手首B部132Lと、フランジ部133Lとからなる多関節構造(多軸構造)を備えている。

【0020】

手首A部131Lは、下腕部124Lの先端側において、回動軸線A×4Lに略垂直な回動軸線A×5Lまわりに回転可能に支持されている。この手首A部131Lは、下腕部124Lに設けられたアクチュエータAc5Lの駆動により、下腕部124Lの先端側に対し回動軸線A×5Lまわりに回転駆動される。

40

【0021】

手首B部132Lは、手首A部131Lの先端側において、手首部130Lの長手方向に略垂直でかつ回動軸線A×5Lに略垂直な回動軸線A×6Lまわりに回転可能に支持されている。この手首B部132Lは、手首A部131Lに設けられたアクチュエータAc6Lの駆動により、手首A部131Lの先端側に対し回動軸線A×6Lまわりに回転駆動される。

【0022】

フランジ部133Lは、手首B部132Lの先端側において、回動軸線A×5L及び旋

50

回軸線 A × 6 L のどちらにも略垂直な回動軸線 A × 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 × 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 × 7 L まわりの回動により、当該回動軸線 A × 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 及びに手首部 1 3 0 L の長手方向（あるいは延材方向）に沿った回転軸まわりの回転を「回動」と呼び、当該長手方向に略垂直な回転軸まわりの回転を「旋回」と呼んで区別している。

10

【 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、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。

20

【 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 × 0 に略垂直な回動軸線 A × 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 × 1 R まわりに回動駆動される。

【 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 × 1 R に略垂直な回動軸線 A × 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 の先端側に対し回動軸線 A × 2 R まわりに旋回駆動される。

30

【 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 × 2 R に略垂直な回動軸線 A × 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 × 3 R まわりに回動駆動される。

【 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 × 3 R に略垂直な回動軸線 A × 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 の先端側に対し回動軸線 A × 4 R まわりに旋回駆動される。

40

【 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。

【 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、回動軸線 A × 4 R に略垂直な回動軸線 A × 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 の先端側に対し回動軸線 A × 5 R まわりに旋回駆動される。

50

【 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回転軸線 A x 5 R に略垂直な回転軸線 A x 6 R まわりに回転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 の先端側に対し回転軸線 A x 6 R まわりに回転駆動される。

【 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、回転軸線 A x 5 R 及び回転軸線 A x 6 R のどちらにも略垂直な回転軸線 A x 7 R まわりに回転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 の先端側に対し回転軸線 A x 7 R まわりに回転駆動される。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 の回転軸線 A x 7 R まわりの回転により、当該回転軸線 A x 7 R まわりに回転駆動される。

10

【 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。また、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、アーム部を構成する。また、上記上腕 A 部 1 2 2 L , 1 2 2 R 及び下腕部 1 2 4 L , 1 2 4 R のそれぞれが、特定のアーム要素に対応する。

20

【 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。

【 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。

30

【 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 を回転軸線 A x 0 まわりに回転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。

40

【 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

50

て、最終的に筐体 101a の内部に導入される。本実施形態では、上記筐体 101a 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 101 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。

【0040】

即ち、筐体 101a には、その下面に開口部 10a (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 10b (第2開口部) が設けられている (図3参照)。なお、筐体 101a 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 10a, 10b のそれぞれには、上記筐体 101a 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 10a, 10b に対しコネクタプレート及び蓋部のいずれも取り付けていない状態を表している。

10

【0041】

このとき、図3に示すように、筐体 101a の上端部に配設された減速機 G0 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 101a の内部に導入する。また、パイプ P は、筐体 101a 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。

20

【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。

30

40

【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

50

タブレット 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、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。

【0048】

また、肩部 121L には、上述したように、上腕 A 部 122L を旋回軸線 Ax2L まわりに旋回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、旋回軸線 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。

【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、旋回軸線 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。

【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

10

20

30

40

50

り6 bを介して、モータ軸5 2 aとブレーキ軸5 2 bとが連結されている。従って、モータ軸5 2 aの回転駆動力は、プーリ6 a、ベルト7 a、及びプーリ6 bを介して、ブレーキ軸5 2 bに伝達される。なお、上記プーリ6 a、ベルト7 a、及びプーリ6 bは、第1伝達機構を構成する。

【0052】

減速機G 2は、肩部1 2 1 Lの先端部に配設されている。減速機G 2の入力軸5 2 cは、回転軸線A x 2 Lに略沿って（つまり、モータ軸5 2 aやブレーキ軸5 2 bと略平行に）配置されており、肩部1 2 1 Lの先端部に対し回転自在に支持されている。減速機G 2の出力軸5 2 dは、適宜のギア機構を介して入力軸5 2 cに連結されており、肩部1 2 1 Lの先端部に対し回転軸線A x 2 Lまわりに回転自在に支持されている。また、入力軸5 2 c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6 c（減速機プーリ）が当該入力軸5 2 cと共に回転するように固定されている。なお、プーリ6 cの回転中心は、入力軸5 2 cの回転中心と一致する。

10

【0053】

このとき、上記ブレーキ装置B 2側のプーリ6 bにおける他方のベルト取付部と、この減速機G 2側のプーリ6 cのベルト装着部との間には、無端状（ループ状）のベルト7 b（第2ベルト）が掛け渡されている。そして、これらプーリ6 b、ベルト7 b、及びプーリ6 cを介して、ブレーキ軸5 2 bと入力軸5 2 cとが連結されている。従って、ブレーキ軸5 2 bの回転駆動力は、プーリ6 b、ベルト7 b、及びプーリ6 cを介して、入力軸5 2 cに伝達される。なお、上記プーリ6 b、ベルト7 b、及びプーリ6 cは、第2伝達機構を構成する。

20

【0054】

以上のような減速機G 2は、入力軸5 2 cを介して入力されたモータ軸5 2 aの回転を減速し出力軸5 2 dを介して上腕A部1 2 2 Lに伝達して、当該上腕A部1 2 2 Lを駆動させる。このとき、減速機G 2の入力軸5 2 c及び出力軸5 2 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 2 a及び入力軸5 2 cは、ブレーキ軸5 2 bに比べると軸方向寸法が大きくなっている。

【0055】

なお、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、それぞれ同様な形状に構成されており、肩部1 2 1 Lと肩部1 2 1 Rとは、それぞれのアクチュエータA c 1 L、A c 1 R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1 1 0に取り付けられている。これにより、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との軸構成は、左右対称となる構造である。

30

【0056】

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

【0057】

<上腕A部>

図1～図4に示すように、上腕A部1 2 2 Lは、1以上の強度部材Fr 2と、強度部材Fr 2を覆って当該上腕A部1 2 2 Lの外郭を構成するカバーCv 2（詳細は後述）とを有する。強度部材Fr 2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1 2 2 Lは、カバーCv 2に覆われた強度部材Fr 2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1 2 2 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。

40

【0058】

また、上腕A部1 2 2 Lには、上述したように、上腕B部1 2 3 Lを回動軸線A x 3 L

50

まわりに旋回駆動するアクチュエータ A c 3 L 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 A c 3 L は、モータ M 3 と、上腕 A 部 1 2 2 L 及び上腕 B 部 1 2 3 L を互いに可動となるように連結する減速機 G 3 (関節部) とを含む。

【 0 0 5 9 】

モータ M 3 は、上腕 B 部 1 2 3 L を駆動する回転駆動力を減速機 G 3 に対して発生する。このモータ M 3 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 5 3 a と、モータフレーム 1 0 と、ブレーキ部 6 0 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 5 3 a は、回動軸線 A x 3 L 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 1 0 は、固定子 8 の外周側に設けられており、モータ M 3 の外郭を構成する。ブレーキ部 6 0 は、モータ軸 5 3 a の回転を制動又は保持する。

10

【 0 0 6 0 】

減速機 G 3 は、ボルトによって強度部材 F r 2 に固定されており、モータフレーム 1 0 は、ボルトによって減速機 G 3 に固定されている。一方、モータフレーム 1 0 は、連結部材 1 1 とともに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 1 1 は、具体的には屈曲された鋼板で形成されており、一方が強度部材 F r 2 にボルトによって固定され、他方ではモータフレーム 1 0 の端部に沿って接触し、モータフレーム 1 0 と連結部材 1 1 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 1 0 は、強度部材 F r 2、連結部材 1 1、及び減速機 G 3 と共にロボット 1 0 0 及びロボット 1 0 0 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 1 1 の図示を省略している。即ち、モータフレーム 1 0 は、モータ M 3 の外郭だけではなく、上腕 A 部 1 2 2 L の骨格部材を兼用している。このとき、上記連結部材 1 1 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 M 3 により発生した熱を、連結部材 1 1 を介して強度部材 F r 2 に伝達することができる(モータ M 3 により発生した熱を逃がすことができる)。

20

【 0 0 6 1 】

減速機 G 3 は、上腕 A 部 1 2 2 L の先端部に配設されている。減速機 G 3 の入力軸 5 3 b は、モータ軸 5 3 a に固定されており、上腕 A 部 1 2 2 L の先端部に対し回転自在に支持されている。減速機 G 3 の出力軸 5 3 c は、ギア 1 2、1 3 を介して入力軸 5 3 b に連結されており、上腕 A 部 1 2 2 L の先端部に対し回動軸線 A x 3 L まわりに回転自在に支持されている。このとき、上記ギア 1 2、1 3 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 5 3 b 及び出力軸 5 3 c 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 1 2、1 3 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 G 3 は、入力軸 5 3 b を介して入力されたモータ軸 5 3 a の回転を減速し出力軸 5 3 c を介して上腕 B 部 1 2 3 L に伝達して、当該上腕 B 部 1 2 3 L を駆動させる。このとき、出力軸 5 3 c 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。

30

【 0 0 6 2 】

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

40

【 0 0 6 3 】

< 上腕 B 部 >

図 1 ~ 図 4 に示すように、上腕 B 部 1 2 3 L は、1 以上の強度部材 F r 3 と、強度部材 F r 3 を覆って当該上腕 B 部 1 2 3 L の外郭を構成するカバー C v 3 (詳細は後述) とを有する。強度部材 F r 3 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

50

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を旋回軸線Ax4Lまわりに旋回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、ブレーキ装置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。

10

【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、旋回軸線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る。

【0066】

ブレーキ装置B4は、モータ軸54aの回転を制動又は保持する。このブレーキ装置B4の軸であるブレーキ軸54bは、旋回軸線Ax4Lと略平行に（つまり、モータ軸54aと略平行に）配置されている。また、ブレーキ軸54b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14b（第1ブレーキプーリ）が当該ブレーキ軸54bと共に回転するように固定されている。なお、プーリ14bの回転中心は、ブレーキ軸54bの回転中心と一致する。また、ブレーキ軸54bにおける軸方向他方側（各図中に示すロボット本体102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14c（第2ブレーキプーリ）が当該ブレーキ軸54bと共に回転するように固定されている。なお、プーリ14cの回転中心は、ブレーキ軸54bの回転中心と一致する。

20

【0067】

このとき、上記モータM4側のプーリ14aのベルト装着部と、このブレーキ装置B4側のプーリ14bのベルト取付部との間には、無端状（ループ状）のベルト15a（第1ベルト）が掛け渡されている。そして、これらプーリ14a、ベルト15a、及びプーリ14bを介して、モータ軸54aとブレーキ軸54bとが連結されている。従って、モータ軸54aの回転駆動力は、プーリ14a、ベルト15a、及びプーリ14bを介して、ブレーキ軸54bに伝達される。なお、上記プーリ14a、ベルト15a、及びプーリ14bは、第1伝達機構を構成する。

30

【0068】

減速機G4は、上腕B部123Lの先端部に配設されている。減速機G4の入力軸54cは、旋回軸線Ax4Lに略沿って（つまり、モータ軸54aやブレーキ軸54bと略平行に）配置されており、上腕B部123Lの先端部に対し回転自在に支持されている。減速機G4の出力軸54dは、適宜のギア機構を介して入力軸54cに連結されており、上腕B部123Lの先端部に対し旋回軸線Ax4Lまわりに回転自在に支持されている。また、入力軸54c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14d（減速機プーリ）が当該入力軸54cと共に回転するように固定されている。なお、プーリ14dの回転中心は、入力軸54cの回転中心と一致する。

40

【0069】

このとき、上記ブレーキ装置B4側のプーリ14cのベルト取付部と、この減速機G4側のプーリ14dのベルト装着部との間には、無端状（ループ状）のベルト15b（第2ベルト）が掛け渡されている。そして、これらプーリ14c、ベルト15b、及びプーリ

50

14dを介して、ブレーキ軸54bと入力軸54cとが連結されている。従って、ブレーキ軸54bの回転駆動力は、プーリ14c、ベルト15b、及びプーリ14dを介して、入力軸54cに伝達される。なお、上記プーリ14c、ベルト15b、及びプーリ14dは、第2伝達機構を構成する。

【0070】

以上のような減速機G4は、入力軸54cを介して入力されたモータ軸54aの回転を減速し出力軸54dを介して下腕部124Lに伝達して、当該下腕部124Lを駆動させる。このとき、減速機G4の入力軸54c及び出力軸54d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54a及び入力軸54cは、ブレーキ軸54bに比べると軸方向寸法が大きくなっている。

10

【0071】

上腕B部123Rには、上述したように、下腕部124Rを回転軸線Ax4Rまわりに回転駆動するアクチュエータAc4Rが設けられている。アクチュエータAc4Rは、その駆動対象である下腕部124Rが上記アクチュエータAc4Lの駆動対象である下腕部124Lと同様の構造であるため、これら上腕B部123R及びアクチュエータAc4Rについては説明を省略する。

【0072】

<下腕部>

図1～図4に示すように、下腕部124Lは、1以上の強度部材Fr4と、強度部材Fr4を覆って当該下腕部124Lの外郭を構成するカバーCv4（詳細は後述）とを有する。強度部材Fr4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124Lは、カバーCv4に覆われた強度部材Fr4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124L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。

20

【0073】

また、下腕部124Lには、上述したように、手首A部131Lを回転軸線Ax5Lまわりに回転駆動するアクチュエータAc5Lが設けられている。図16～図18に示すように、アクチュエータAc5Lは、モータM5（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123L及び手首A部131L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G5（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G5は、ギアケース61により覆われている。

30

【0074】

モータM5は、手首A部131Lを駆動する回転駆動力をハイポイドギアセットG5に対して発生する。このモータM5の出力軸であるモータ軸55aは、アーム部120Lの長手方向に略沿って配置されている。

【0075】

ハイポイドギアセットG5は、モータM5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G5a及びリングギアG5bにより構成されている。ピニオンギアG5aは、その軸線Ax aがアーム部120Lの長手方向に略沿うようにモータ軸55aに連結されており、下腕部124L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G5aは、モータG5からの回転駆動力がモータ軸55aを介して入力されることにより、下腕部124Lの先端部に対し軸線Ax aまわりに回転する。リングギアG5bは、その軸線Ax bがアーム部120Lの長手方向に略直交する（言い換えれば、ピニオンギアG5aの軸線Ax aに略直交する）ようにピニオンギアG5aに噛合しており、下腕部124Lの先端部に対し回転軸線Ax5Lまわりに回転自在に支持されている。なお、リングギアG5bの軸線Ax bは、回転軸線Ax5Lと一致する。このとき、リングギアG5bには、ピニオンギアG5aの先端側が軸線Ax b

40

50

から当該軸線 $A \times b$ 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 $1 3 1 R$ を回転軸線 $A \times 5 R$ まわりに回転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。

10

【 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形成されている。即ち、手首 A 部 $1 3 1 L$ は、カバー $C v 5$ に覆われた強度部材 $F r 5$ 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 $1 3 1 L$ 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。

20

【 0 0 7 8 】

また、手首 A 部 $1 3 1 L$ には、上述したように、手首 B 部 $1 3 2 L$ を回転軸線 $A \times 6 L$ まわりに回転駆動するアクチュエータ $A c 6 L$ が設けられている。図 1 6、図 1 9、及び図 2 0 に示すように、アクチュエータ $A c 6 L$ は、モータ $M 6$ (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 $1 3 1 L$ 及び手首 B 部 $1 3 2 L$ 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 $G 6$ (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 $G 6$ は、ギアケース $6 2$ により覆われている。

【 0 0 7 9 】

モータ $M 6$ は、手首 B 部 $1 3 2 L$ を駆動する回転駆動力をハイポイドギアセット $G 6$ に対して発生する。このモータ $M 6$ の出力軸であるモータ軸 $5 6 a$ は、手首 A 部 $1 3 1 L$ の長手方向に略沿って配置されている。

30

【 0 0 8 0 】

ハイポイドギアセット $G 6$ は、モータ $M 6$ 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 $G 6 a$ 及びリングギア $G 6 b$ により構成されている。ピニオンギア $G 6 a$ は、その軸線 $A \times c$ が手首 A 部 $1 3 1 L$ の長手方向に略沿うようにモータ軸 $5 6 a$ に連結されており、手首 A 部 $1 3 1 L$ 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 $G 6 a$ は、モータ $M 6$ からの回転駆動力がモータ軸 $5 6 a$ を介して入力されることにより、手首 A 部 $1 3 1 L$ の先端部に対し軸線 $A \times c$ まわりに回転する。リングギア $G 6 b$ は、その軸線 $A \times d$ が手首 A 部 $1 3 1 L$ の長手方向に略直交する (言い換えれば、ピニオンギア $G 6 a$ の軸線 $A \times c$ に略直交する) ようにピニオンギア $G 6 a$ に噛合しており、手首 A 部 $1 3 1 L$ の先端部に対し回転軸線 $A \times 6 L$ まわりに回転自在に支持されている。なお、リングギア $G 6 b$ の軸線 $A \times d$ は、回転軸線 $A \times 6 L$ と一致する。このとき、リングギア $G 6 b$ には、ピニオンギア $G 6 a$ の先端側が軸線 $A \times d$ から当該軸線 $A \times d$ 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 $G 6 b$ は、ピニオンギア $G 6 a$ を介して入力されたモータ軸 $5 6 a$ の回転を減速しギア $1 8$ 、 $1 9$ を介して手首 B 部 $1 3 2 L$ に伝達して、当該手首 B 部 $1 3 2 L$ を駆動させる。このとき、ギア $1 8$ 、 $1 9$ 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。

40

50

【 0 0 8 1 】

手首 A 部 1 3 1 R には、上述したように、手首 B 部 1 3 2 R を旋回軸線 A x 6 R まわりに旋回駆動するアクチュエータ A c 6 R が設けられている。アクチュエータ A c 6 R は、その駆動対象である手首 B 部 1 3 2 R が上記アクチュエータ A c 6 L の駆動対象である手首 B 部 1 3 2 L と同様の構造であるため、これら手首 A 部 1 3 1 R 及びアクチュエータ A c 6 R については説明を省略する。

【 0 0 8 2 】

< 手首 B 部 >

図 1 ~ 図 4 に示すように、手首 B 部 1 3 2 L は、1 以上の強度部材 F r 6 と、強度部材 F r 6 を覆って当該手首 B 部 1 3 2 L の外郭を構成するカバー C v 6 (詳細は後述) とを有する。強度部材 F r 6 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 1 3 2 L は、カバー C v 6 に覆われた強度部材 F r 6 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 1 3 2 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。

10

【 0 0 8 3 】

また、手首 B 部 1 3 2 L には、上述したように、フランジ部 1 3 3 L を回動軸線 A x 7 L まわりに旋回駆動するアクチュエータ A c 7 L が設けられている。図 1 6 に示すように、アクチュエータ A c 7 L は、モータ M 7 と、手首 B 部 1 3 2 L 及びフランジ部 1 3 3 L を互いに可動となるように連結する減速機 G 7 (関節部) とを含む。モータ M 7 は、フランジ部 1 3 3 L を駆動する回転駆動力を減速機 G 7 に対して発生する。減速機 G 7 は、モータ M 7 による回転を減速しフランジ部 1 3 3 L に伝達して当該フランジ部 1 3 3 L を駆動させる。このとき、減速機 G 7 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 G 7 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 G 7 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 G 7 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。

20

【 0 0 8 4 】

手首 B 部 1 3 2 R には、上述したように、フランジ部 1 3 3 R を回動軸線 A x 7 R まわりに旋回駆動するアクチュエータ A c 7 R が設けられている。アクチュエータ A c 7 R は、その駆動対象であるフランジ部 1 3 3 R が上記アクチュエータ A c 7 L の駆動対象であるフランジ部 1 3 3 L と同様の構造であるため、これら手首 B 部 1 3 2 R 及びアクチュエータ A c 7 R については説明を省略する。

30

【 0 0 8 5 】

< カバー >

次に、上記カバー C v 0 ~ C v 6 について説明する。なお、以下では、ロボット本体 1 0 2 のうち、内骨格構造を備えた胴体部 1 1 0、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 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 1 0 2 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 F r 0 ~ F r 6 を区別なく示す場合には、適宜「強度部材 F r」と称する。また、ロボット本体 1 0 2 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 C v 0 ~ C v 6 を区別なく示す場合には、適宜「カバー C v」と称する。

40

【 0 0 8 6 】

即ち、ロボット本体 1 0 2 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 F r 0 ~ F r 6 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 C v 0 ~ C v 6 を有する。これらカバー C v 0 ~ C v 6 は、形状については覆う対象となる強度部材 F r 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 C v 0 ~ C v 6 のうち、上腕 A 部 1 2 2 L のカバー C v

50

2 について、図 2 1 を参照しつつ説明する。

【 0 0 8 7 】

図 2 1 に示すように、上腕 A 部 1 2 2 L のカバー C v 2 は、2 層の積層構造を備えている。即ち、上腕 A 部 1 2 2 L のカバー C v 2 は、内層である樹脂層 4 0 a と、外層である弾性外皮 4 0 b とにより構成されている。樹脂層 4 0 a は、例えば A B S (A c r y l o n i t r i l e B u t a d i e n e S t y r e n e) 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 F r 2 を覆っている。弾性外皮 4 0 b 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 4 0 a の表面に接合されて上腕 A 部 1 2 2 L の表面外皮を形成している。

【 0 0 8 8 】

なお、ここでは上腕 A 部 1 2 2 L のカバー C v 2 について説明したが、これ以外の胴体部 1 1 0 のカバー C v 0、肩部 1 2 1 L、1 2 1 R のカバー C v 1、上腕 A 部 1 2 2 R のカバー C v 2、上腕 B 部 1 2 3 L、1 2 3 R のカバー C v 3、下腕部 1 2 4 L、1 2 4 R のカバー C v 4、手首 A 部 1 3 1 L、1 3 1 R のカバー C v 5、及び手首 B 部 1 3 2 L、1 3 2 R のカバー C v 6 についても同様、内層である樹脂層 4 0 a と、外層である弾性外皮 4 0 b との 2 層の積層構造を備えている。

【 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。

【 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。

【 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。

【 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 200 の機能的構成について説明する。

【0095】

図 23 に示すように、ロボットコントローラ 200 は、検出信号取得部 201 と、ロボット制御部 202 とを有する。

【0096】

検出信号取得部 201 は、上記肩部 121 L, 121 R、上腕 A 部 122 L, 122 R、上腕 B 部 123 L, 123 R、下腕部 124 L, 124 R、手首 A 部 131 L, 131 R、及び手首 B 部 132 L, 132 R の接触スイッチ 41 から出力される検出信号を取得する。

10

【0097】

ロボット制御部 202 は、上記各アクチュエータ Ac0, Ac1L ~ Ac7L, Ac1R ~ Ac7R の動作を制御することにより、ロボット本体 102 全体の動作を制御する。このロボット制御部 202 は、動作制御部 202a を備える。

【0098】

動作制御部 202a は、検出信号取得部 201 が検出信号を取得した場合に、当該検出信号を出力した接触スイッチ 41 が設けられたロボット本体 102 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 Ac0, Ac1L ~ Ac7L, Ac1R ~ Ac7R）の動作を停止させる。あるいは、動作制御部 202a は、上記ロボット本体 102 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 Ac0, Ac1L ~ Ac7L, Ac1R ~ Ac7R）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。

20

【0099】

以上説明したように、本実施形態においては、基台 101 における筐体 101a の下面には開口部 10a が設けられ、さらに筐体 101a の後面には同様に開口部 10b が設けられている。開口部 10a には、コネクタプレート 11a 及び蓋部 12a のいずれかを選択的に取り付けることができる。開口部 10b には、コネクタプレート 11b 及び蓋部 12b 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 200 等と上記アクチュエータ Ac0, Ac1L ~ Ac7L, Ac1R ~ Ac7R との電気的接続を、基台 101 の下端部又は基台 101 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 101 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。

30

【0100】

このとき特に、開口部 10a にコネクタプレート 11a を取り付けると共に、開口部 10b に蓋部 12b 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 11a 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 101 外部から接続ケーブル（例えば、ロボットコントローラ 200 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 200 等と上記アクチュエータ Ac0, Ac1L ~ Ac7L, Ac1R ~ Ac7R との電気的接続を、基台 101 の下端部を介して実行することができる。一方、開口部 10b にコネクタプレート 11b を取り付けると共に、開口部 10a に蓋部 12a 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 11b 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 101 外部から接続ケーブル（例えば、ロボットコントローラ 200 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 200 等と上記アクチュエータ Ac0, Ac1L ~ Ac7L, Ac1R ~ Ac7R との電気的接続を、基台 101 の後面を介して実行することができる。

40

【0101】

また、本実施形態では特に、ロボット 100 には、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 を筐体 101a の内部で支持するパイプ P が設けられている。これにより、上述のような、開口部 10a に取り

50

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 に取り付けられ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、先端側は口ポット 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る。これにより、上腕 A 部 1 2 2 L , 1 2 2 R 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 1 0 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 1 2 2 L , 1 2 2 R の軽量化・小型化を図ることができる。

10

20

【 0 1 0 3 】

また、本実施形態では特に、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る。これにより、上腕 A 部 1 2 2 L , 1 2 2 R において支持構造をアーム部 1 2 0 L , 1 2 0 R の長手方向に配置する場合に、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。

【 0 1 0 4 】

また、本実施形態においては、肩部 1 2 1 L , 1 2 1 R には、モータ M 2 と減速機 G 2 とが設けられている。モータ M 2 のモータ軸 5 2 a から出力される回転駆動力が減速機 G 2 の入力軸 5 2 c に伝達され、減速機 G 2 において所定の減速比により減速された後に上腕 A 部 1 2 2 L , 1 2 2 R に伝達され、当該上腕 A 部 1 2 2 L , 1 2 2 R が所定の態様で駆動される。このとき、肩部 1 2 1 L , 1 2 1 R の不用意な動作を防止する等の観点から、上記モータ M 2 による上腕 A 部 1 2 2 L , 1 2 2 R への駆動を停止するためのブレーキ装置 B 2 が設けられる。

30

【 0 1 0 5 】

ここで、上記ブレーキ装置 B 2 をモータ M 2 へ一体的に組み込む構造とすると、モータ M 2 のモータ軸 5 2 a とブレーキ装置 B 2 のブレーキ軸 5 2 b とが一直線状に配置されることとなってモータ M 2 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 5 2 a とブレーキ軸 5 2 b 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 5 2 a にプーリ 6 a を設けると共に、ブレーキ軸 5 2 b にもプーリ 6 b を設け、それらプーリ 6 a とプーリ 6 b との間にベルト 7 a 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。

40

【 0 1 0 6 】

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 G 2 の入力軸 5 2 c についても、上記モータ軸 5 2 a 及びブレーキ軸 5 2 b 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 G 2 の入力軸 5 2 c にもプーリ 6 c を設ける。即ち、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 、減速機 G 2 の入力軸 5 2 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

50

。この場合、モータ軸 5 2 a と入力軸 5 2 c とにベルトを掛け渡すと共にモータ軸 5 2 a とブレーキ軸 5 2 b とに別のベルトを掛け渡す構造（ブレーキ軸 5 2 a、モータ軸 5 2 b、入力軸 5 2 c の並びとなる）と、モータ軸 5 2 a とブレーキ軸 5 2 b とにベルトを掛け渡すと共にブレーキ軸 5 2 b と入力軸 5 2 c とに別のベルトを掛け渡す構造（モータ軸 5 2 a、ブレーキ軸 5 2 b、入力軸 5 2 c の並びとなる）と、が考えられる。

【 0 1 0 7 】

ここで、上述したように、モータ軸 5 2 a 及び入力軸 5 2 c は、ブレーキ軸 5 2 b に比べると軸方向寸法が大きい。従って、モータ軸 5 2 a のプーリと入力軸 5 2 c のプーリとを直接ベルトで連結すると、モータ軸 5 2 a と入力軸 5 2 c との相対位置関係に制約が生じ（例えばモータ軸 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生じ）、モータ M 2 及び減速機 G 2 の全体を配置する際の省スペース化が困難となる。

10

【 0 1 0 8 】

そこで本実施形態においては、（モータ M 2 側のプーリと減速機 G 2 側のプーリとを直接連結せず）モータ M 2 側のプーリ 6 a とブレーキ装置 B 2 側のプーリ 6 b とをベルト 7 a で連結すると共に、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 とをベルト 7 b で連結する構成とする。これにより、ベルト 7 a によりモータ M 2 側のプーリ 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。

20

【 0 1 0 9 】

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。

30

【 0 1 1 0 】

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。

【 0 1 1 1 】

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

40

50

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M2、減速機G2、及びブレーキ装置B2を配置する肩部121L、121Rや、モータM4、減速機G4、及びブレーキ装置B4を配置する上腕B部123L、123R、さらにはアーム部120L、120R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121L、121Rに設けられたモータM2、ブレーキ装置B2、及び減速機G2は、モータ軸52a、ブレーキ軸52b、及び入力軸52c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の横並び配置を確実に実現し、肩部121L、121Rの小型化を確実に図ることができる。また、上腕B部123L、123Rに設けられたモータM4、ブレーキ装置B4、及び減速機G4は、モータ軸54a、ブレーキ軸54b、及び入力軸54c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の横並び配置を確実に実現し、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。

【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。

【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。

【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Ax7L、Ax7Rま

10

20

30

40

50

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)に沿う旋回軸線Ax6L, Ax6R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)に沿う旋回軸線Ax5L, Ax5Rまわりに回動可能に連結されている。

【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、旋回軸線Ax5L, Ax5R又は旋回軸線Ax6L, Ax6R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旋回軸線Ax5L, Ax5R又は旋回軸線Ax6L, Ax6R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】

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。

【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旋回軸線Ax5L, Ax5Rと直交する旋回軸線Ax6L, Ax6Rまわりに、旋回可能に支持されている。これにより、手首A部131L, 131Rが旋回可能に支持される旋回軸線Ax5L, Ax5Rと手首B部132L, 132Rが旋回可能に支持される旋回軸線Ax6L, Ax6R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。

【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

10

20

30

40

50

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。

【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。

10

【0125】

また、本実施形態においては、アーム部120L, 120R及び手首部130L, 130Rが多関節構造で構成されている。これらアーム部120L, 120R及び手首部130L, 130Rの各部は、ロボットコントローラ200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Ac1L~Ac7L, Ac1R~Ac7R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120L, 120R及び手首部130L, 130R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Fr1~Fr6が弾性外皮40bで覆われており、その弾性外皮40b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120L, 120Rの動作中に、周囲の物体や人体へアーム部120L, 120Rが干渉した場合を想定したとしても、弾性外皮40b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100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。

20

30

【0126】

また、本実施形態では特に、アーム部120L, 120R及び手首部130L, 130Rの各部は、弾性外皮40bに対する外部からの接触を検出する接触スイッチ41を備える。これにより、仮に、上記アーム部120L, 120R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41によって当該干渉を確実に検出することができる。

【0127】

また、本実施形態では特に、接触スイッチ41は、弾性外皮40b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120L, 120R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。

40

【0128】

また、本実施形態では特に、ロボットコントローラ200は、接触スイッチ41から出力される検出信号に基づいて、当該接触スイッチ41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202aを備える。これにより、仮に、上記アーム部120L, 120R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200の制御によってそれ以降のアーム部120L, 120R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。

【0129】

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

50

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た。しかしながら、これに限られず、上腕A部122L, 122Rに設けられたモータM3を、モータ軸53aがアーム部120L, 120R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122L, 122R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）に配置する必要がある場合であっても、モータフレーム10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。

【0130】

10

また、上記実施形態では、上腕A部122L, 122Rに設けられたモータ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た。しかしながら、これに限られず、上腕A部122L, 122R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。

【0131】

また、上記実施形態では、各モータM2～M7は、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】

20

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

30

て利用してもよい。

【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】

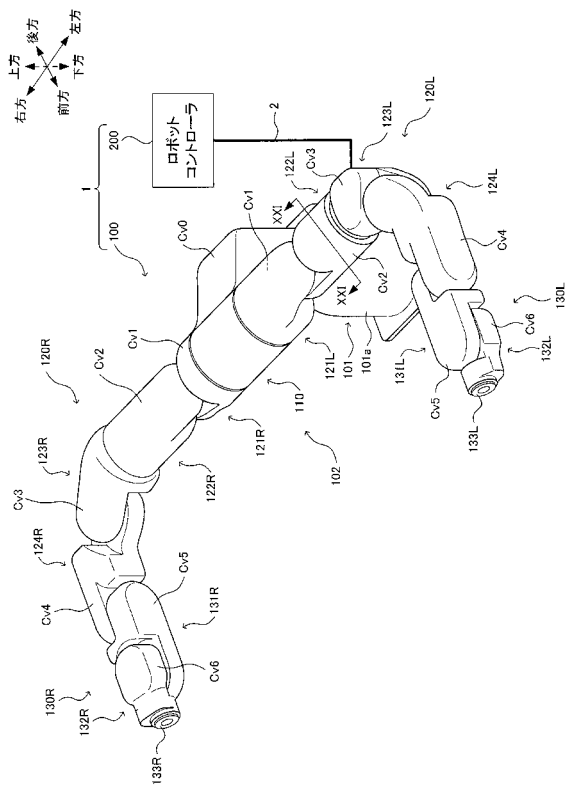
【0136】

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）	40
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	
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）	50

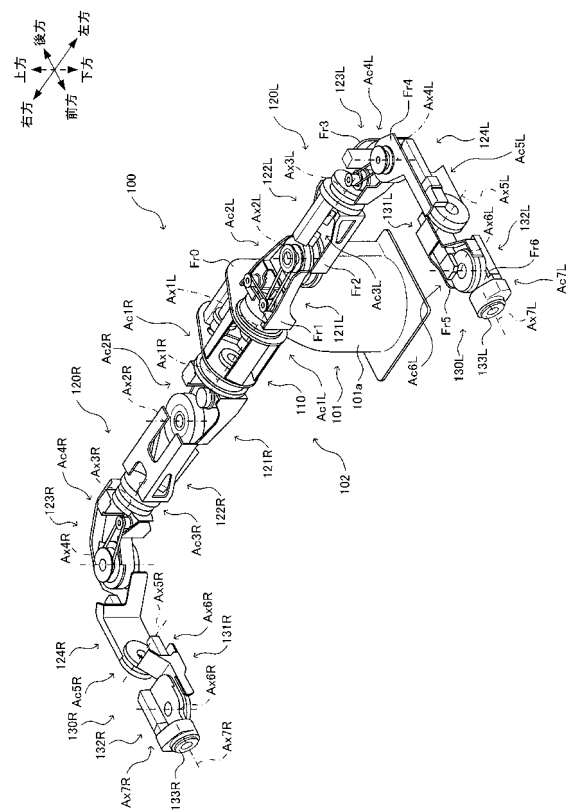
1 2 a	蓋部 (第 1 蓋部)	
1 2 b	蓋部 (第 2 蓋部)	
1 4 a	プーリ (モータプーリ)	
1 4 b	プーリ (第 1 ブレーキプーリ)	
1 4 c	プーリ (第 2 ブレーキプーリ)	
1 4 d	プーリ (減速機プーリ)	
1 5 a	ベルト (第 1 ベルト)	
1 5 b	ベルト (第 2 ベルト)	
4 0 b	弾性外皮	
4 1	接触スイッチ (センサ)	10
5 2 a	モータ軸	
5 2 b	ブレーキ軸	
5 2 c	入力軸	
5 3 a	モータ軸	
5 4 a	モータ軸	
5 4 b	ブレーキ軸	
5 4 c	入力軸	
5 5 a	モータ軸	
5 6 a	モータ軸	
1 0 0	ロボット	20
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	
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)	30
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	
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	40
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)	
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	ハイボイドギアセット (第 1 ベベルギアセット)	50

- 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）
- 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

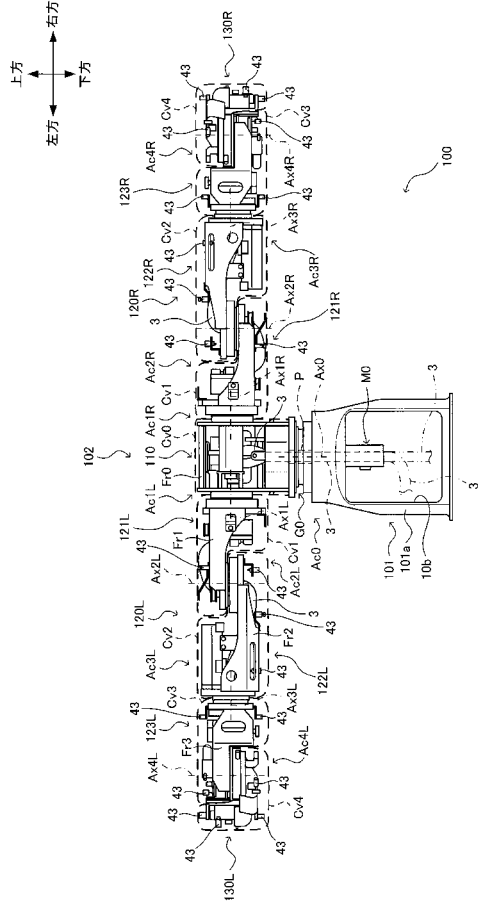
【図1】



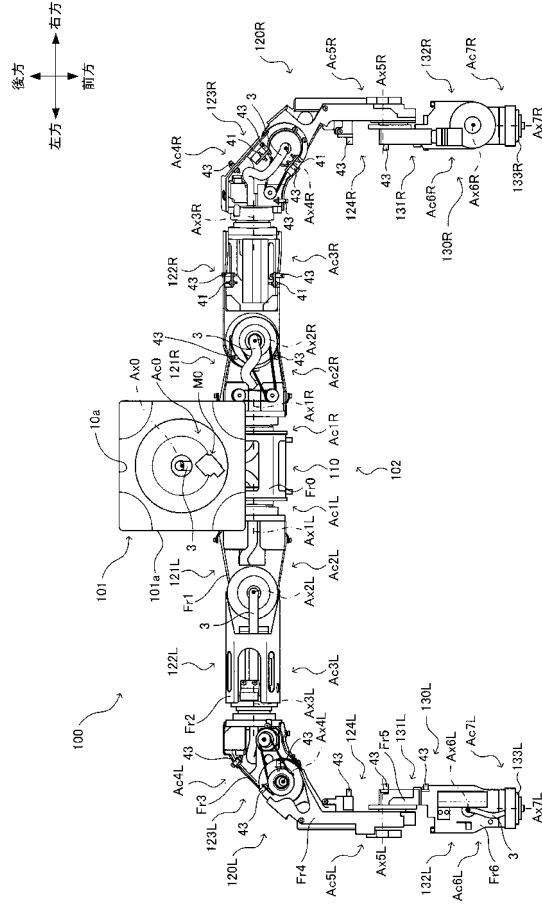
【図2】



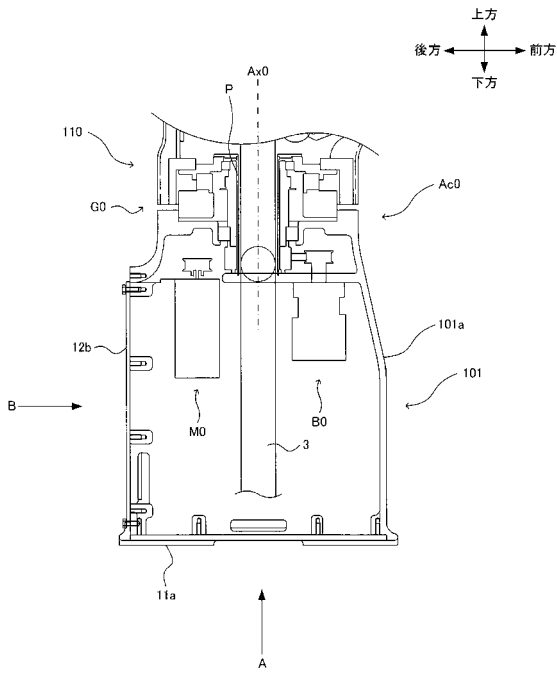
【 図 3 】



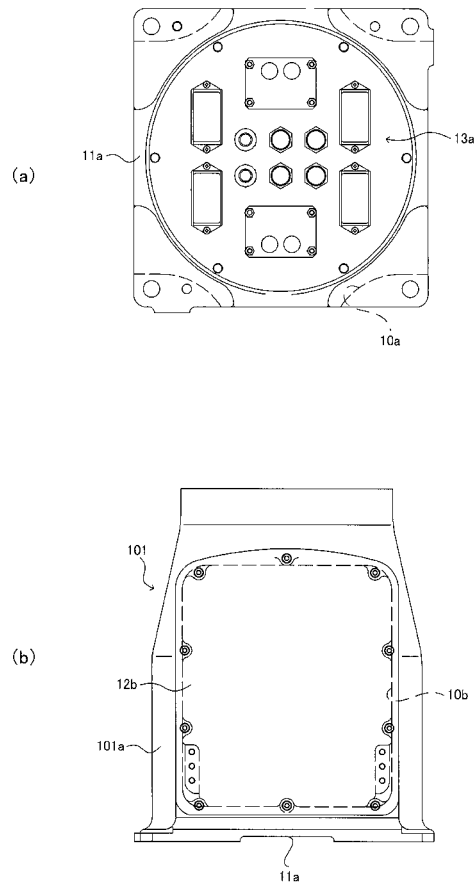
【 図 4 】



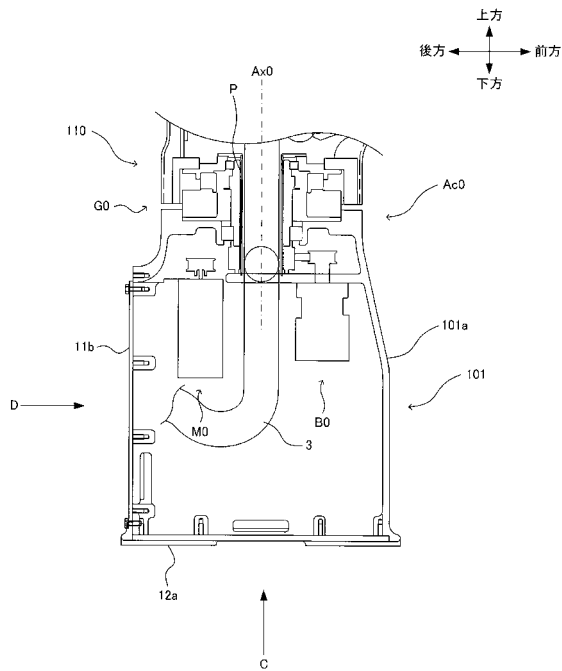
【 図 5 】



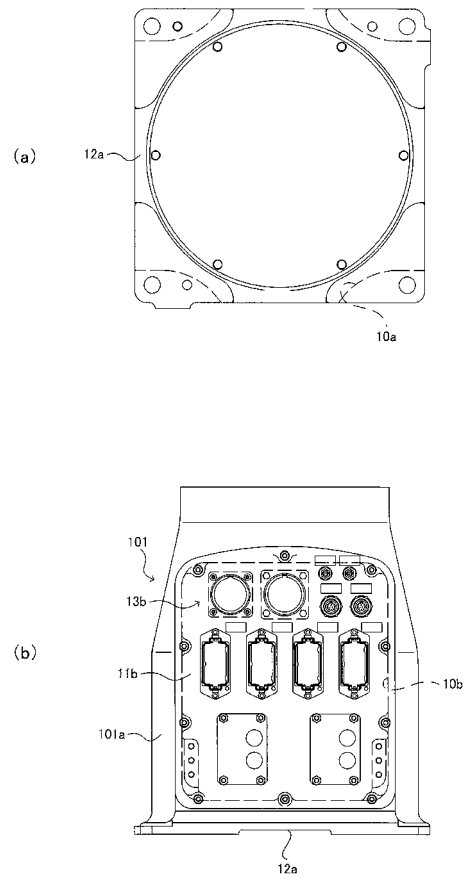
【 図 6 】



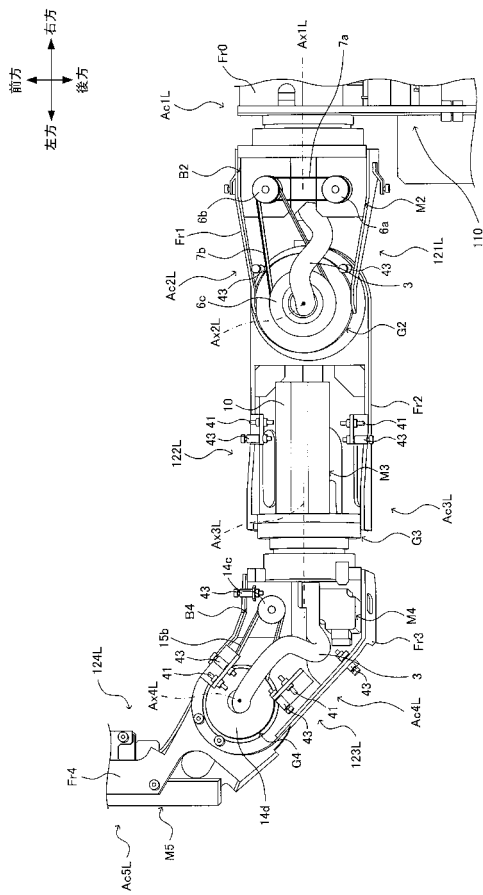
【図7】



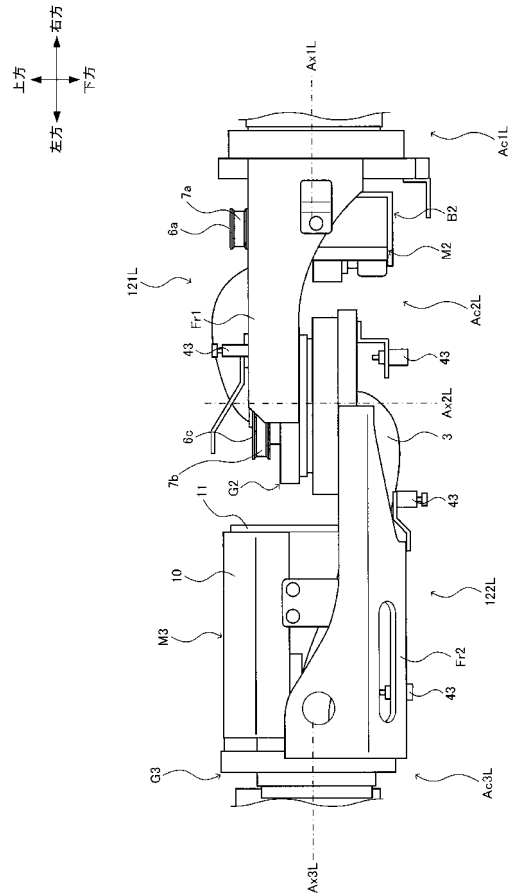
【図8】



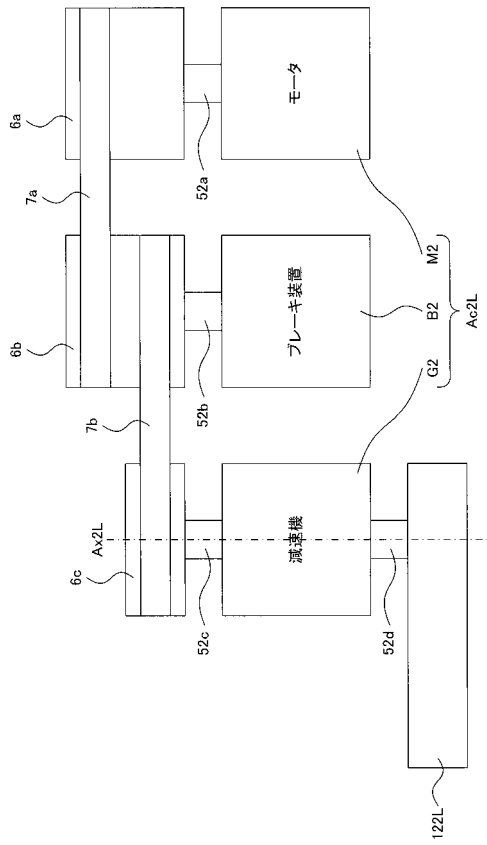
【図9】



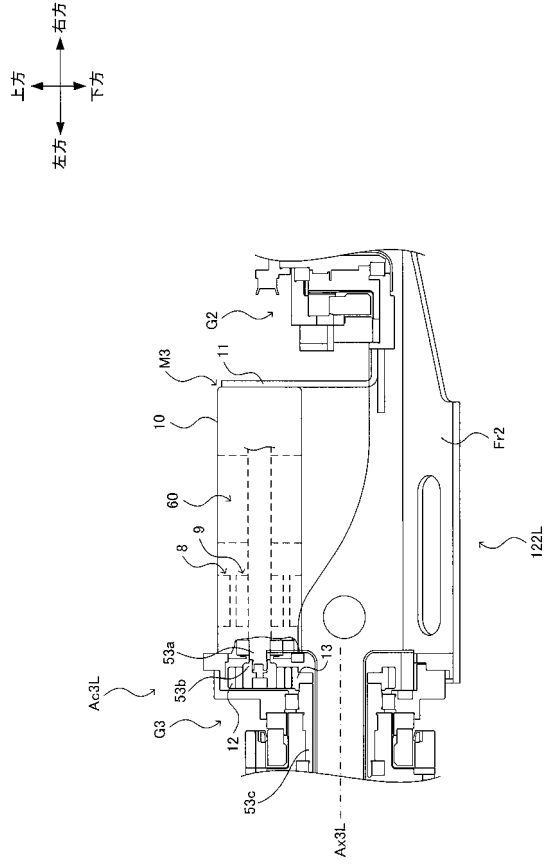
【図10】



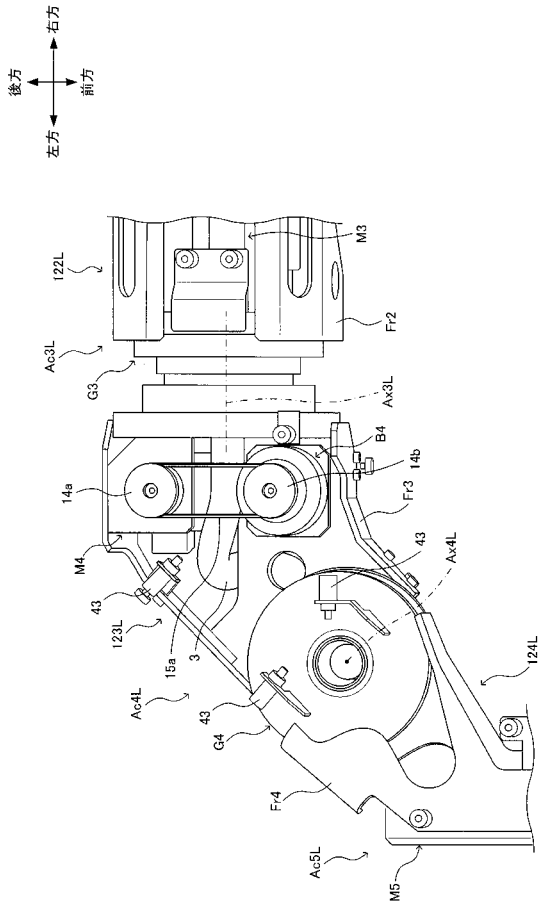
【図11】



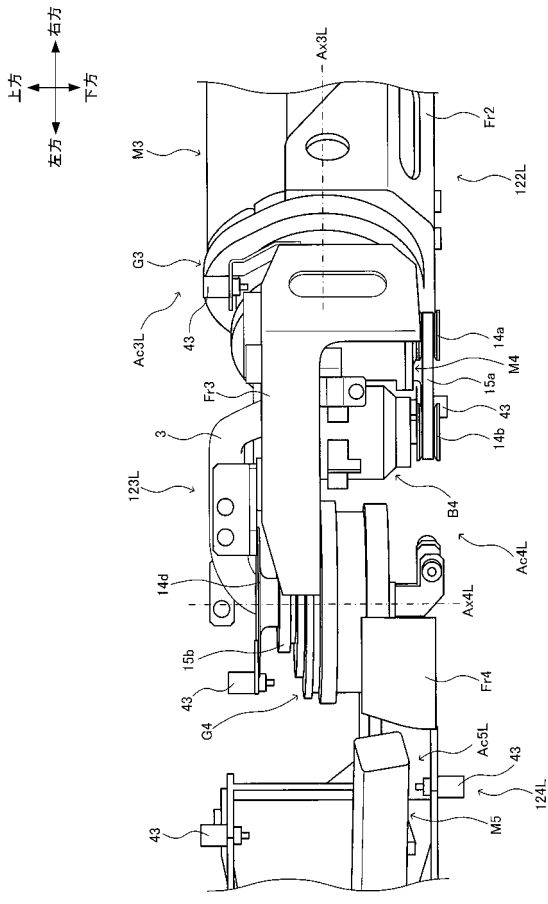
【図12】



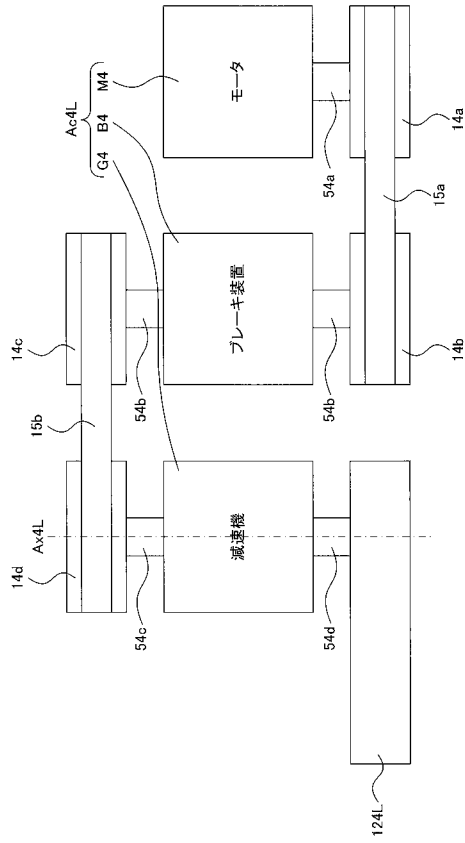
【図13】



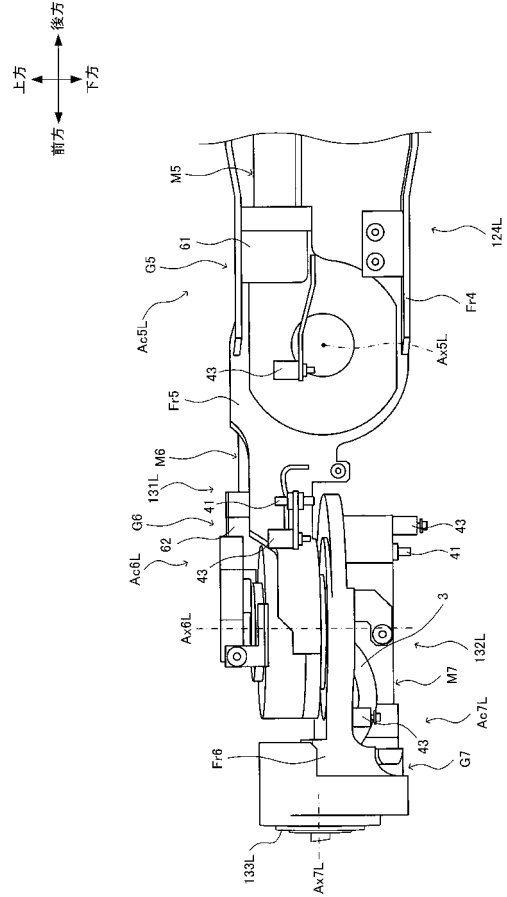
【図14】



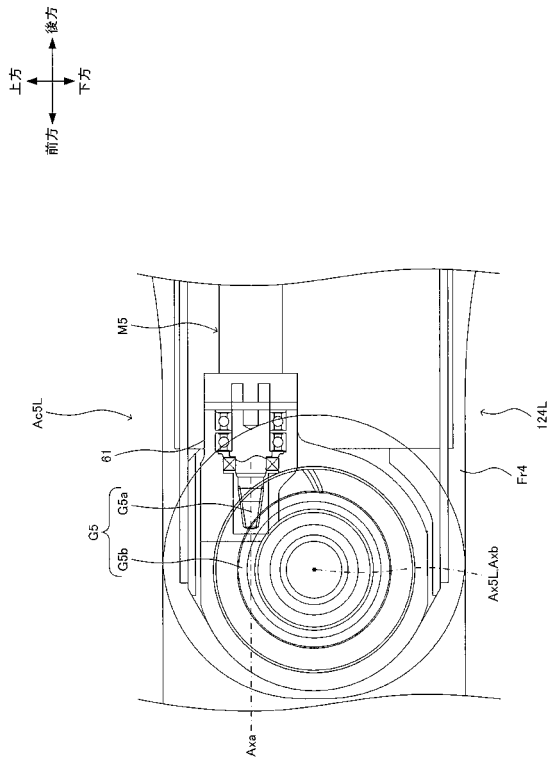
【 図 15 】



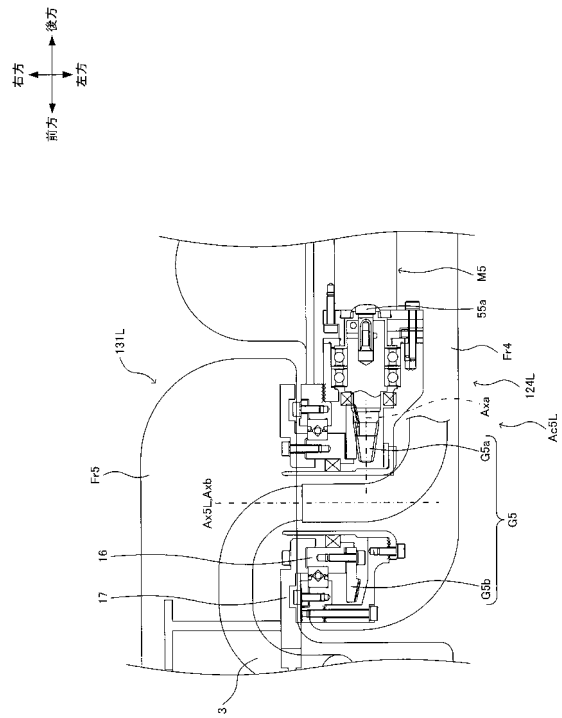
【 図 16 】



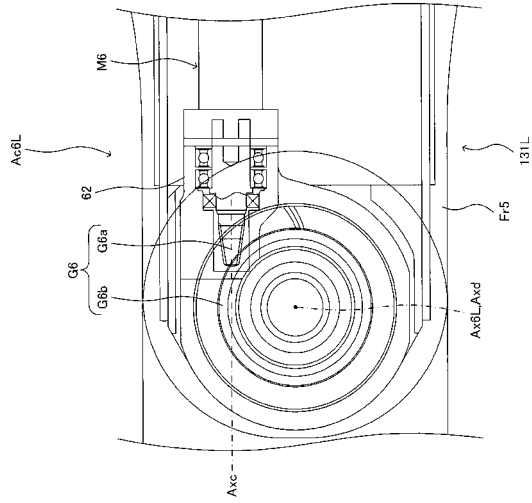
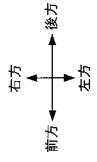
【 図 17 】



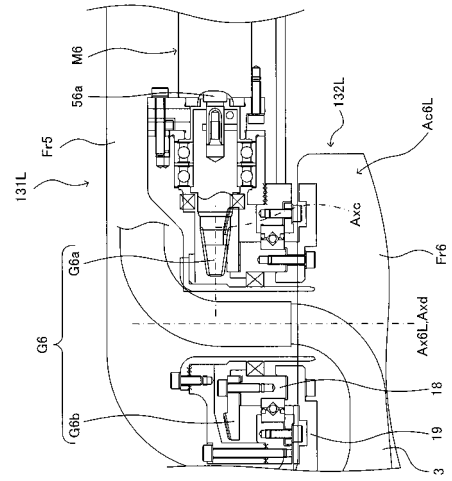
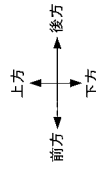
【 図 18 】



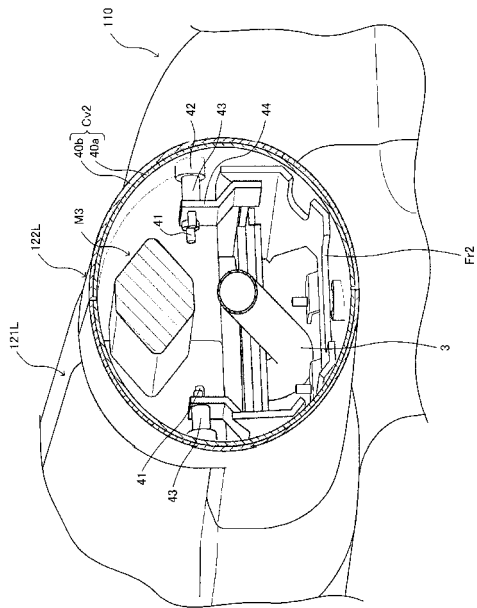
【図 19】



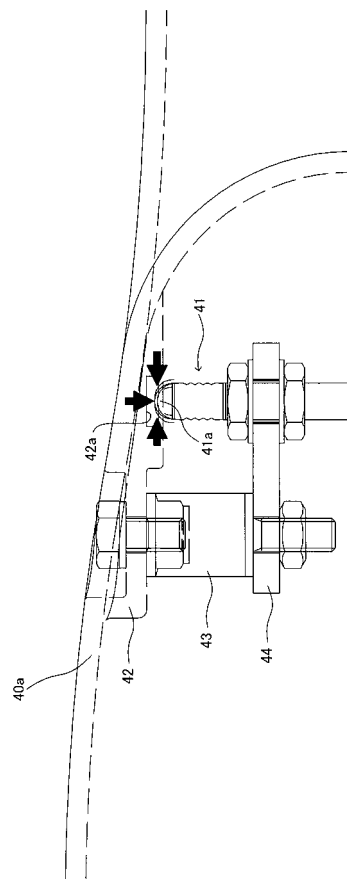
【図 20】



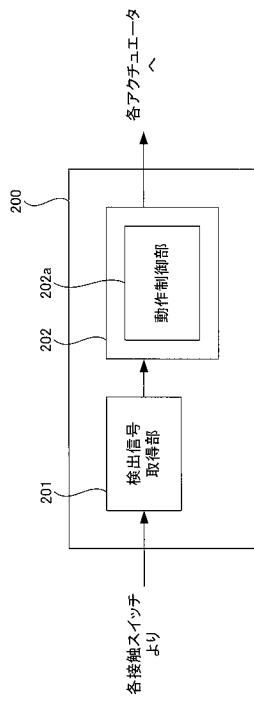
【図 21】



【図 22】



【図23】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2010-094749(JP,A)
特開昭62-063076(JP,A)
特開2008-023642(JP,A)
実開平07-040085(JP,U)

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