

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02017/208656

発行日 平成31年3月28日 (2019. 3. 28)

(43) 国際公開日 平成29年12月7日 (2017. 12. 7)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
B 2 5 J 17/00 (2006.01) B 2 5 J 17/00 G 3 C 7 0

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 37 頁)

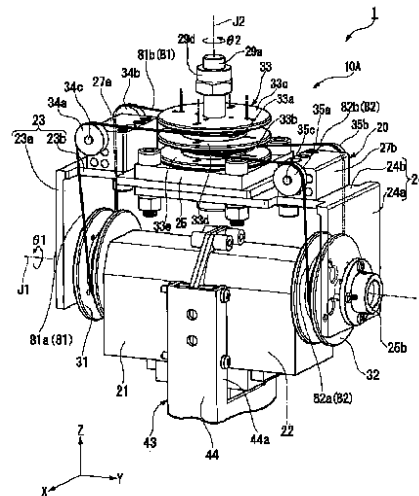
出願番号 特願2018-520708 (P2018-520708)	(71) 出願人 504133110 国立大学法人電気通信大学 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1
(21) 国際出願番号 PCT/JP2017/015793	
(22) 国際出願日 平成29年4月19日 (2017. 4. 19)	
(31) 優先権主張番号 特願2016-109120 (P2016-109120)	(74) 代理人 100106909 弁理士 棚井 澄雄
(32) 優先日 平成28年5月31日 (2016. 5. 31)	(74) 代理人 100175824 弁理士 小林 淳一
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	(74) 代理人 100169764 弁理士 清水 雄一郎
	(72) 発明者 横井 浩史 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内
	(72) 発明者 姜 銀来 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マニピュレータ

(57) 【要約】

本発明のマニピュレータの一つの態様は、第1回転部材と第3回転部材とを連結し、張力を介して、第1回転部材の回転を第3回転部材に伝達する第1伝達部材と、第2回転部材と第3回転部材とを連結し、張力を介して、第2回転部材の回転を第3回転部材に伝達する第2伝達部材と、を備え、第1伝達部材は、第1回転部材に第1回転中心軸周り一方向きの回転トルクが加えられた際に、第3回転部材に対して、第2回転中心軸周り一方向きの回転トルクを伝達し、第2伝達部材は、第2回転部材に第1回転中心軸周り一方向きの回転トルクが加えられた際に、第3回転部材に対して、第2回転中心軸周り他方向きの回転トルクを伝達することを特徴とする。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 部材と、

前記 1 部材に対して、第 1 回転中心軸周りに回転可能に取り付けられた第 2 部材と、

前記第 1 部材と前記第 2 部材との両方に対して、前記第 1 回転中心軸周りに回転可能に取り付けられた第 1 回転部材および第 2 回転部材と、

前記第 1 部材に対して、前記第 1 回転中心軸と異なる第 2 回転中心軸周りに回転可能に取り付けられた第 3 回転部材と、

前記第 1 回転部材を前記第 1 回転中心軸周りに回転させる第 1 駆動装置と、

前記第 2 回転部材を前記第 1 回転中心軸周りに回転させる第 2 駆動装置と、

前記第 1 回転部材と前記第 3 回転部材とを連結し、張力を介して、前記第 1 回転部材の回転を前記第 3 回転部材に伝達する第 1 伝達部材と、

前記第 2 回転部材と前記第 3 回転部材とを連結し、張力を介して、前記第 2 回転部材の回転を前記第 3 回転部材に伝達する第 2 伝達部材と、

を備え、

前記第 1 伝達部材は、前記第 1 回転部材に前記第 1 回転中心軸周り一方向きの回転トルクが加えられた際に、前記第 3 回転部材に対して、前記第 2 回転中心軸周り一方向きの回転トルクを伝達し、

前記第 2 伝達部材は、前記第 2 回転部材に前記第 1 回転中心軸周り一方向きの回転トルクが加えられた際に、前記第 3 回転部材に対して、前記第 2 回転中心軸周り他方向きの回転トルクを伝達することを特徴とするマニピュレータ。

【請求項 2】

前記第 1 駆動装置および前記第 2 駆動装置は、前記第 2 部材に固定されている、請求項 1 に記載のマニピュレータ。

【請求項 3】

前記第 1 駆動装置の出力軸および前記第 2 駆動装置の出力軸は、前記第 1 回転中心軸を中心とし、

前記第 1 駆動装置の出力軸には、前記第 1 回転部材が固定され、

前記第 2 駆動装置の出力軸には、前記第 2 回転部材が固定されている、請求項 2 に記載のマニピュレータ。

【請求項 4】

前記第 1 伝達部材の張力を調整する張力調整機構をさらに備える、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のマニピュレータ。

【請求項 5】

前記第 1 回転部材は、前記第 1 伝達部材の張力が大きいほど前記第 1 回転部材の直径を小さくする可変機構を備える、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載のマニピュレータ。

【請求項 6】

前記第 1 伝達部材を、前記第 1 伝達部材の張力が大きいほど前記第 2 回転中心軸から離れた位置に移動させる移動機構をさらに備える、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のマニピュレータ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、マニピュレータに関する。

本願は、2016年5月31日に、日本に出願された特願2016-109120号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【背景技術】**【0002】**

差動歯車機構を介して、2つのプーリの回転駆動を2軸関節に伝達し、独立に制御する構成が知られている（例えば、特許文献1）。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特公平6 - 4230号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記のような差動歯車機構では、各軸周りに回転する歯車同士を噛み合わせることで、力の伝達を行う。そのため、駆動する軸の配置自由度、および差動歯車機構に動力を伝達する駆動装置の配置自由度が低下する問題があった。

10

【0005】

本発明の一つの態様は、上記問題点に鑑みて、回転中心軸および駆動装置の配置自由度を確保しつつ、複数の回転中心軸を複数の駆動装置によって独立に制御できるマニピュレータを提供することを目的の一つとする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明のマニピュレータの一つの態様は、第1部材と、前記1部材に対して、第1回転中心軸周りに回転可能に取り付けられた第2部材と、前記第1部材と前記第2部材との両方に対して、前記第1回転中心軸周りに回転可能に取り付けられた第1回転部材および第2回転部材と、前記第1部材に対して、前記第1回転中心軸と異なる第2回転中心軸周りに回転可能に取り付けられた第3回転部材と、前記第1回転部材を前記第1回転中心軸周りに回転させる第1駆動装置と、前記第2回転部材を前記第1回転中心軸周りに回転させる第2駆動装置と、前記第1回転部材と前記第3回転部材とを連結し、張力を介して、前記第1回転部材の回転を前記第3回転部材に伝達する第1伝達部材と、前記第2回転部材と前記第3回転部材とを連結し、張力を介して、前記第2回転部材の回転を前記第3回転部材に伝達する第2伝達部材と、を備え、前記第1伝達部材は、前記第1回転部材に前記第1回転中心軸周り一方向きの回転トルクが加えられた際に、前記第3回転部材に対して、前記第2回転中心軸周り一方向きの回転トルクを伝達し、前記第2伝達部材は、前記第2回転部材に前記第1回転中心軸周り一方向きの回転トルクが加えられた際に、前記第3回転部材に対して、前記第2回転中心軸周り他方向きの回転トルクを伝達することを特徴とする。

20

30

【発明の効果】

【0007】

本発明の一つの態様によれば、回転中心軸および駆動装置の配置自由度を確保しつつ、複数の回転中心軸を複数の駆動装置によって独立に制御できるマニピュレータが提供される。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】第1実施形態のマニピュレータを示す斜視図である。

【図2】第1実施形態のマニピュレータの部分を示す断面図である。

40

【図3】第1実施形態の肩部と駆動ユニットの部分とを示す斜視図である。

【図4】第1実施形態の駆動ユニットを示す斜視図である。

【図5】第1実施形態の駆動ユニットを示す斜視図である。

【図6】第1実施形態の駆動ユニットによる上腕部の駆動方法について説明するための斜視図である。

【図7】第1実施形態の駆動ユニットによる上腕部の駆動方法について説明するための斜視図である。

【図8】3つのモータによって3つの回転中心軸を制御する一例の原理を説明するための模式図である。

【図9】3つのモータによって3つの回転中心軸を制御する他の例の原理を説明するため

50

の模式図である。

【図10】3つのモータによって3つの回転中心軸を制御する他の例の原理を説明するための模式図である。

【図11】第2実施形態の第1プーリを示す模式的な斜視図である。

【図12】第2実施形態の第1プーリを示す模式的な斜視図である。

【図13】第3実施形態の駆動ユニットを示す模式的な側面図である。

【図14】第3実施形態の駆動ユニットを示す模式的な側面図である。

【図15】第4実施形態の駆動ユニットを示す模式的な側面図である。

【図16】第4実施形態の駆動ユニットを示す模式的な側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態に係るマニピュレータについて説明する。なお、本発明の範囲は、以下の実施の形態に限定されず、本発明の技術的思想の範囲内で任意に変更可能である。また、以下の図面においては、各構成をわかりやすくするために、各構造における縮尺および数等を、実際の構造における縮尺および数等と異ならせる場合がある。

【0010】

<第1実施形態>

図1は、本実施形態のマニピュレータ1を示す斜視図である。図2は、マニピュレータ1の部分を示す断面図である。図3は、肩部40と駆動ユニット10Aの部分とを示す斜視図である。図3においては、肩部40の一部を破断して示している。図4は、駆動ユニット10Aを示す斜視図である。

【0011】

図1に示すように、マニピュレータ1は、肩部40と、上腕部43と、前腕部46と、手部47と、駆動ユニット10A、10B、10Cと、を備えている。駆動ユニット10Aは、肩部40と上腕部43とを連結し、肩部40に対して上腕部43を駆動する。駆動ユニット10Bは、上腕部43と前腕部46とを連結し、上腕部43に対して前腕部46を駆動する。駆動ユニット10Cは、前腕部46と手部47とを連結し、前腕部46に対して手部47を駆動する。

【0012】

なお、駆動ユニット10A～10Cは、基本的に同様の構成を有するため、各ユニットに共通する構成については、代表して駆動ユニット10Aについてのみ説明する場合がある。

【0013】

以下の説明においては、肩部40の位置および姿勢が固定されているものとして、図1から図4に示すマニピュレータ1の姿勢を「基準姿勢」とする。また、各図に示した3次元直交座標系(XYZ座標系)を適宜参照しつつ、各部の位置関係について説明する。Z軸方向は、後述する第2回転中心軸J2と平行な方向とする。X軸方向は、Z軸方向と直交し、肩部40の後述する底部41の一辺と平行な方向とする。Y軸方向は、Z軸方向とX軸方向との両方と直交する方向とする。

【0014】

また、以下の説明においては、Z軸方向を「上下方向」と呼ぶ場合があり、X軸方向を「前後方向」と呼ぶ場合があり、Y軸方向を「左右方向」と呼ぶ場合がある。Z軸方向の正の側(+Z側)を「上側」と呼ぶ場合があり、Z軸方向の負の側(-Z側)を「下側」と呼ぶ場合がある。X軸方向の正の側(+X側)を「前側」と呼ぶ場合があり、X軸方向の負の側(-X側)を「後側」と呼ぶ場合がある。Y軸方向の正の側(+Y側)を「右側」と呼ぶ場合があり、Y軸方向の負の側(-Y側)を「左側」と呼ぶ場合がある。また、ある対象に対して、左右方向における後述する第2回転中心軸J2に近い側を「左右方向内側」と呼ぶ場合があり、左右方向における第2回転中心軸J2から遠い側を「左右方向外側」と呼ぶ場合がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

なお、上下方向、前後方向、左右方向、上側、下側、前側、後側、右側および左側は、単に各部の位置関係を説明するための名称であり、実際の各部の位置関係および実際のマニピュレータの使用態様および姿勢を限定しない。

【 0 0 1 6 】

肩部 4 0 は、図 2 および図 3 に示すように、底部 4 1 と、側壁部 4 2 と、を備えている。底部 4 1 は、正方形板状である。図 2 に示すように、底部 4 1 には、底部 4 1 を上下方向に貫通するワイヤ貫通孔 4 1 a が形成されている。図示は省略するが、ワイヤ貫通孔 4 1 a は、底部 4 1 の中央を挟んで前後方向両側（± X 側）および左右方向両側（± Y 側）にそれぞれ 2 つずつ、計 8 つ形成されている。底部 4 1 の上面の中央には、下側に窪む凹部 4 1 b が形成されている。凹部 4 1 b の底面の中央には、底部 4 1 を上下方向に貫通する底部中央貫通孔 4 1 c が形成されている。

10

【 0 0 1 7 】

側壁部 4 2 は、図 2 および図 3 に示すように、底部 4 1 の上面に固定されている。側壁部 4 2 は、底部 4 1 の上面の外縁から上側に立ち上がり、上側に開口する矩形棒状の壁部である。側壁部 4 2 には、後述する張力調整機構 5 0 が設けられている。

【 0 0 1 8 】

駆動ユニット 1 0 A は、図 1 および図 2 に示すように、肩部 4 0 の下側に接続されている。駆動ユニット 1 0 A は、上腕部 4 3 を肩部 4 0 に対して、第 1 回転中心軸 J 1 周り（± 1 方向）および第 2 回転中心軸 J 2 周り（± 2 方向）に回転させる。

20

【 0 0 1 9 】

第 1 回転中心軸 J 1 は、基準姿勢において、左右方向（Y 軸方向）と平行な軸である。第 2 回転中心軸 J 2 は、上述したように、上下方向（Z 軸方向）と平行な軸である。本実施形態において第 2 回転中心軸 J 2 の方向は、マニピュレータ 1 の各部の相対移動に関わらず、変化しない。第 2 回転中心軸 J 2 は、第 1 回転中心軸 J 1 と異なる。本実施形態において第 2 回転中心軸 J 2 は、第 1 回転中心軸 J 1 と直交する軸である。

【 0 0 2 0 】

駆動ユニット 1 0 A は、図 2 および図 4 に示すように、支持部材（第 1 部材）2 0 と、第 1 モータ（第 1 駆動装置）2 1 と、第 2 モータ（第 2 駆動装置）2 2 と、第 1 プーリ（第 1 回転部材）3 1 と、第 2 プーリ（第 2 回転部材）3 2 と、第 3 プーリ（第 3 回転部材）3 3 と、中央ボルト 2 9 a と、第 1 ワイヤ（第 1 伝達部材）8 1 と、第 2 ワイヤ（第 2 伝達部材）8 2 と、張力調整機構 5 0 と、を備えている。

30

【 0 0 2 1 】

なお、以下の駆動ユニット 1 0 A の構成の説明においては、マニピュレータ 1 が基準姿勢にあるものとして、各部の位置関係等について説明する。

【 0 0 2 2 】

支持部材 2 0 は、第 1 モータ 2 1、第 2 モータ 2 2、第 1 プーリ 3 1 および第 2 プーリ 3 2 を、第 1 回転中心軸 J 1 周り（± 1 方向）に回転可能に支持している。支持部材 2 0 は、第 1 板部材 2 3 と、第 2 板部材 2 4 と、第 3 板部材 2 5 と、プッシュ 2 8 と、軸受保持部材 2 6 a、2 6 b と、第 1 出力軸受 2 6 c と、第 2 出力軸受 2 6 d と、第 1 補助プーリ支持部 2 7 a と、第 2 補助プーリ支持部 2 7 b と、第 1 補助プーリ 3 4 a、3 4 b と、第 2 補助プーリ 3 5 a、3 5 b と、を備えている。

40

【 0 0 2 3 】

第 1 板部材 2 3 は、第 1 プーリ支持部 2 3 a と、第 1 上板部 2 3 b と、を備えている。第 1 プーリ支持部 2 3 a は、左右方向と直交する平面（Z X 平面）に拡がる板状である。第 1 プーリ支持部 2 3 a の左右方向（Y 軸方向）に沿って見た（以下、側面視と呼ぶ）形状は、上下方向に長い長方形状である。第 1 プーリ支持部 2 3 a は、第 1 モータ 2 1 および第 1 プーリ 3 1 よりも左右方向外側（- Y 側）に位置している。図 2 に示すように、第 1 プーリ支持部 2 3 a には、第 1 プーリ支持部 2 3 a を左右方向に貫通する第 1 出力軸貫通孔 2 3 d が形成されている。

50

【 0 0 2 4 】

第 1 上板部 2 3 b は、第 1 プーリ支持部 2 3 a の上端から左右方向内側 (+ Y 側) に延びた板状である。第 1 上板部 2 3 b を上側から下側に向かって見た (以下、平面視と呼ぶ) 形状は、左右方向 (Y 軸方向) に長い略長形状である。第 1 上板部 2 3 b には、第 1 上板部 2 3 b を上下方向に貫通する第 1 中央貫通孔 2 3 c が形成されている。第 1 中央貫通孔 2 3 c は、中心を第 2 回転中心軸 J 2 が通る円形状である。

【 0 0 2 5 】

第 2 板部材 2 4 は、第 2 プーリ支持部 2 4 a と、第 2 上板部 2 4 b と、を備えている。第 2 プーリ支持部 2 4 a は、左右方向と直交する平面 (Z X 平面) に広がる板状である。第 2 プーリ支持部 2 4 a の側面視形状は、上下方向に長い長形状である。第 2 プーリ支持部 2 4 a は、第 2 モータ 2 2 および第 2 プーリ 3 2 よりも左右方向外側 (+ Y 側) に位置している。第 2 プーリ支持部 2 4 a には、第 2 プーリ支持部 2 4 a を左右方向に貫通する第 2 出力軸貫通孔 2 4 d が形成されている。第 1 プーリ支持部 2 3 a と第 2 プーリ支持部 2 4 a とは、左右方向 (Y 軸方向) に対向して設けられている。

10

【 0 0 2 6 】

第 2 上板部 2 4 b は、第 2 プーリ支持部 2 4 a の上端から左右方向内側 (- Y 側) に延びた板状である。第 2 上板部 2 4 b の平面視形状は、左右方向 (Y 軸方向) に長い略長形状である。第 2 上板部 2 4 b の左側 (- Y 側) の部分は、第 1 上板部 2 3 b の右側 (+ Y 側) 部分と上下方向 (Z 軸方向) に重なり合っている。第 2 上板部 2 4 b の左側の部分における上面は、第 1 上板部 2 3 b の右側の部分における下面と接触して、固定されている。

20

【 0 0 2 7 】

第 2 上板部 2 4 b には、第 2 上板部 2 4 b を上下方向に貫通する第 2 中央貫通孔 2 4 c が形成されている。第 2 中央貫通孔 2 4 c は、中心を第 2 回転中心軸 J 2 が通る円形状である。第 2 中央貫通孔 2 4 c は、第 1 中央貫通孔 2 3 c と上下方向に重なり合っている。

【 0 0 2 8 】

第 3 板部材 2 5 は、第 1 板部材 2 3 における第 1 上板部 2 3 b の上面に固定されている。図 2 および図 4 に示すように、第 3 板部材 2 5 は、上下方向と直交する平面 (X Y 平面) に広がる板状である。第 3 板部材 2 5 の平面視形状は、正方形形状である。

【 0 0 2 9 】

図 2 に示すように、第 3 板部材 2 5 の中央には、第 3 板部材 2 5 を上下方向に貫通する第 3 中央貫通孔 2 5 a が形成されている。第 3 中央貫通孔 2 5 a は、第 1 中央貫通孔 2 3 c および第 2 中央貫通孔 2 4 c と同心の円形状である。第 3 中央貫通孔 2 5 a の内径は、第 1 中央貫通孔 2 3 c の内径および第 2 中央貫通孔 2 4 c の内径よりも小さい。第 3 板部材 2 5 の上面には、下側に窪む凹部 2 5 b が形成されている。凹部 2 5 b は、第 3 中央貫通孔 2 5 a の内縁から径方向外側に広がる円環状である。

30

【 0 0 3 0 】

第 1 板部材 2 3 と第 2 板部材 2 4 と第 3 板部材 2 5 とは、各部材を上下方向に貫通するボルトと、そのボルトの下端に螺合されたナットと、によって互いに固定されている。

【 0 0 3 1 】

ブッシュ 2 8 は、ブッシュ本体 2 8 a と、フランジ部 2 8 b と、を備えている。ブッシュ本体 2 8 a は、上下方向両端に開口し、第 2 回転中心軸 J 2 を中心とする円筒状である。ブッシュ本体 2 8 a の下部は、第 2 中央貫通孔 2 4 c、第 1 中央貫通孔 2 3 c、および第 3 中央貫通孔 2 5 a の内側に挿入されている。ブッシュ本体 2 8 a は、第 3 中央貫通孔 2 5 a の内側に嵌め合わされている。

40

【 0 0 3 2 】

フランジ部 2 8 b は、ブッシュ本体 2 8 a の下端から第 2 回転中心軸 J 2 の径方向外側に広がる円環状である。フランジ部 2 8 b は、第 1 中央貫通孔 2 3 c および第 2 中央貫通孔 2 4 c の内側に嵌め合わされている。フランジ部 2 8 b の上面は、第 3 板部材 2 5 の下面と接触している。

50

【0033】

軸受保持部材26a, 26bは、左右方向両側(±Y側)に開口し、第1回転中心軸J1を中心とする円筒状の部材である。軸受保持部材26aは、第1プーリ支持部23aの左右方向外側(-Y側)の面にネジで固定されている。軸受保持部材26aは、第1プーリ支持部23a側(+Y側)の端部に、径方向外側に拡がる鍔部を有している。軸受保持部材26aの内側は、第1出力軸貫通孔23dと左右方向(Y軸方向)に重なり合っている。

【0034】

軸受保持部材26bは、第2プーリ支持部24aの左右方向外側(+Y側)の面にネジで固定されている。軸受保持部材26bは、第2プーリ支持部24a側(-Y側)の端部に径方向外側に拡がる鍔部を有している。軸受保持部材26bの内側は、第2出力軸貫通孔24dと左右方向(Y軸方向)に重なり合っている。

10

【0035】

第1出力軸受26cは、左右方向両側(±Y側)に開口し、第1回転中心軸J1を中心とする円筒状である。第1出力軸受26cは、軸受保持部材26aの内側と第1出力軸貫通孔23dとによって構成された孔の内部に設けられている。第1出力軸受26cの外周面は、ネジによって軸受保持部材26aの内周面と固定されている。

【0036】

第2出力軸受26dは、左右方向両側(±Y側)に開口し、第1回転中心軸J1を中心とする円筒状である。第2出力軸受26dは、軸受保持部材26bの内側と第2出力軸貫通孔24dとによって構成された孔の内部に設けられている。第2出力軸受26dの外周面は、ネジによって軸受保持部材26bの内周面と固定されている。

20

【0037】

第1補助プーリ支持部27aは、図2および図4に示すように、第1上板部23bの上面における左側(-Y側)の部分に固定されている。図4に示すように、第1補助プーリ支持部27aは、前後方向(X軸方向)に長い直方体状の部材である。図2に示すように、第1補助プーリ支持部27aには、第1補助プーリ支持部27aを前後方向に貫通する複数(図では6つ)の軸固定孔27cが形成されている。

【0038】

複数の軸固定孔27cのうちの一つには、第1補助プーリ軸34cが挿入され、固定されている。第1補助プーリ軸34cは、前後方向(X軸方向)に延びる円柱状である。第1補助プーリ軸34cの前後方向の両端は、軸固定孔27cから突出している。

30

【0039】

第1補助プーリ34aは、図4に示すように、第1補助プーリ軸34cの前側(+X側)の端部に回転可能に接続されている。第1補助プーリ34bは、第1補助プーリ軸34cの後側(-X側)の端部に回転可能に接続されている。これにより、第1補助プーリ34a, 34bは、互いに独立して第1補助プーリ軸34c周りに回転可能である。本実施形態において、第1補助プーリ34a, 34bが設けられる位置は、第1補助プーリ軸34cが挿入される軸固定孔27cを変更することで容易に調整することができる。

【0040】

第2補助プーリ支持部27bは、図2および図4に示すように、第2上板部24bの上面における右側(+Y側)の部分に固定されている。図4に示すように、第2補助プーリ支持部27bは、前後方向(X軸方向)に長い直方体状の部材である。第2補助プーリ支持部27bの上面は、第1補助プーリ支持部27aの上面よりも下側に位置している。図2に示すように、第2補助プーリ支持部27bには、第2補助プーリ支持部27bを前後方向に貫通する複数(図では4つ)の軸固定孔27dが形成されている。

40

【0041】

複数の軸固定孔27dのうちの一つには、第2補助プーリ軸35cが挿入され、固定されている。第2補助プーリ軸35cは、前後方向(X軸方向)に延びる円柱状である。第2補助プーリ軸35cの前後方向の両端は、軸固定孔27dから突出している。

50

【 0 0 4 2 】

第 2 補助プーリ 3 5 a は、図 4 に示すように、第 2 補助プーリ軸 3 5 c の前側（+ X 側）の端部に回転可能に接続されている。第 2 補助プーリ 3 5 b は、第 2 補助プーリ軸 3 5 c の後側（- X 側）の端部に回転可能に接続されている。これにより、第 2 補助プーリ 3 5 a , 3 5 b は、互いに独立して第 2 補助プーリ軸 3 5 c 周りに回転可能である。本実施形態において、第 2 補助プーリ 3 5 a , 3 5 b が設けられる位置は、第 2 補助プーリ軸 3 5 c が挿入される軸固定孔 2 7 d を変更することで容易に調整することができる。

【 0 0 4 3 】

第 1 モータ 2 1 および第 2 モータ 2 2 は、例えば、サーボモータである。本実施形態において第 1 モータ 2 1 および第 2 モータ 2 2 は、上腕部 4 3 に固定されている。駆動ユニット 1 0 A との関係において、上腕部 4 3 は、第 2 部材に相当する。第 1 モータ 2 1 と第 2 モータ 2 2 とは、それぞれの出力軸が左右方向（Y 軸方向）の反対側を向くように、互いに固定されている。

10

【 0 0 4 4 】

第 1 モータ 2 1 は、図 2 に示すように、第 2 モータ 2 2 の左側（- Y 側）に固定されている。第 1 モータ 2 1 は、左側に突出する第 1 プーリ受部 2 1 b を備えている。第 1 プーリ受部 2 1 b は、第 1 回転中心軸 J 1 を中心とする円柱状である。第 1 モータ 2 1 の第 1 出力軸 2 1 a は、第 1 プーリ受部 2 1 b から左側に延びている。第 1 出力軸 2 1 a は、第 1 回転中心軸 J 1 を中心とする円柱状である。第 1 出力軸 2 1 a は、第 1 出力軸受 2 6 c の内側に回転可能に支持されている。これにより、第 1 モータ 2 1 の第 1 出力軸 2 1 a は、支持部材 2 0 に対して第 1 回転中心軸 J 1 周り（± 1 方向）に回転可能である。

20

【 0 0 4 5 】

第 2 モータ 2 2 は、第 1 モータ 2 1 の右側（+ Y 側）に固定されている。第 2 モータ 2 2 は、右側に突出する第 2 プーリ受部 2 2 b を備えている。第 2 プーリ受部 2 2 b は、第 1 回転中心軸 J 1 を中心とする円柱状である。第 2 モータ 2 2 の第 2 出力軸 2 2 a は、第 2 プーリ受部 2 2 b から右側に延びている。第 2 出力軸 2 2 a は、第 1 回転中心軸 J 1 を中心とする円柱状である。すなわち、本実施形態において第 1 モータ 2 1 の第 1 出力軸 2 1 a と第 2 モータ 2 2 の第 2 出力軸 2 2 a とは、同軸上に配置されている。第 2 出力軸 2 2 a は、第 2 出力軸受 2 6 d に回転可能に支持されている。これにより、第 2 モータ 2 2 の第 2 出力軸 2 2 a は、支持部材 2 0 に対して第 1 回転中心軸 J 1 周り（± 1 方向）に回転可能である。

30

【 0 0 4 6 】

第 1 プーリ 3 1 は、第 1 板部材 2 3 の第 1 プーリ支持部 2 3 a と第 1 モータ 2 1 との左右方向（Y 軸方向）の間に配置されている。第 1 プーリ 3 1 は、第 1 モータ 2 1 の第 1 出力軸 2 1 a に固定されている。これにより、第 1 モータ 2 1 は、第 1 プーリ 3 1 を第 1 回転中心軸 J 1 周り（± 1 方向）に回転させることができる。第 1 プーリ 3 1 は、第 1 プーリ本体部 3 1 a と、円板部 3 1 b と、固定部 3 1 c と、を備えている。

【 0 0 4 7 】

第 1 プーリ本体部 3 1 a は、第 1 ワイヤ 8 1 が巻かれている円柱状の部分である。円板部 3 1 b は、第 1 プーリ本体部 3 1 a の左右方向両端から第 1 回転中心軸 J 1 の径方向外側に拡がる円板状の部分である。固定部 3 1 c は、左右方向外側（- Y 側）の円板部 3 1 b から左右方向外側に突出する円筒状の部分である。固定部 3 1 c の外径は、第 1 プーリ本体部 3 1 a の外径よりも小さい。

40

【 0 0 4 8 】

第 1 プーリ 3 1 には、固定部 3 1 c の内側と連通して第 1 プーリ 3 1 を左右方向（Y 軸方向）に貫通する貫通孔が形成されており、この貫通孔に第 1 出力軸 2 1 a が通されている。固定部 3 1 c の外周面から第 1 出力軸 2 1 a の外周面にネジが締め込まれることで、固定部 3 1 c が第 1 出力軸 2 1 a に固定されている。

【 0 0 4 9 】

第 1 プーリ 3 1 の左右方向内側（+ Y 側）の面には、左右方向外側（- Y 側）に窪む嵌

50

合凹部 3 1 d が形成されている。嵌合凹部 3 1 d には、第 1 モータ 2 1 の第 1 プーリ受部 2 1 b が嵌め合わされている。第 1 プーリ 3 1 は、第 1 プーリ受部 2 1 b に第 1 回転中心軸 J 1 周り (± 1 方向) に回転可能に支持されている。第 1 プーリ 3 1 は、支持部材 2 0 と第 1 モータ 2 1 が固定された上腕部 4 3 との両方に対して、第 1 回転中心軸 J 1 周り (± 1 方向) に回転可能に取り付けられている。

【 0 0 5 0 】

第 2 プーリ 3 2 は、第 2 板部材 2 4 の第 2 プーリ支持部 2 4 a と第 2 モータ 2 2 との左右方向 (Y 軸方向) の間に配置されている。第 2 プーリ 3 2 は、第 2 モータ 2 2 の第 2 出力軸 2 2 a に固定されている。これにより、第 2 モータ 2 2 は、第 2 プーリ 3 2 を第 1 回転中心軸 J 1 周り (± 1 方向) に回転させることができる。第 2 プーリ 3 2 は、第 2 プーリ本体部 3 2 a と、円板部 3 2 b と、固定部 3 2 c と、を備えている。

10

【 0 0 5 1 】

第 2 プーリ本体部 3 2 a は、第 2 ワイヤ 8 2 が巻かれている円柱状の部分である。円板部 3 2 b は、第 2 プーリ本体部 3 2 a の左右方向両端から第 1 回転中心軸 J 1 の径方向外側に広がる円板状の部分である。固定部 3 2 c は、左右方向外側 (+ Y 側) の円板部 3 2 b から左右方向外側に突出する円筒状の部分である。固定部 3 2 c の外径は、第 2 プーリ本体部 3 2 a の外径よりも小さい。

【 0 0 5 2 】

第 2 プーリ 3 2 には、固定部 3 2 c の内側と連通して第 2 プーリ 3 2 を左右方向 (Y 軸方向) に貫通する貫通孔が形成されており、この貫通孔に第 2 出力軸 2 2 a が通されている。固定部 3 2 c の外周面から第 2 出力軸 2 2 a の外周面までネジが締め込まれることで、固定部 3 2 c が第 2 出力軸 2 2 a に固定されている。

20

【 0 0 5 3 】

第 2 プーリ 3 2 の左右方向内側 (- Y 側) の面には、左右方向外側 (+ Y 側) に窪む嵌合凹部 3 2 d が形成されている。嵌合凹部 3 2 d には、第 2 モータ 2 2 の第 2 プーリ受部 2 2 b が嵌め合わされている。第 2 プーリ 3 2 は、第 2 プーリ受部 2 2 b に第 1 回転中心軸 J 1 周り (± 1 方向) に回転可能に支持されている。第 2 プーリ 3 2 は、支持部材 2 0 と第 2 モータ 2 2 が固定された上腕部 4 3 との両方に対して、第 1 回転中心軸 J 1 周り (± 1 方向) に回転可能に取り付けられている。

【 0 0 5 4 】

第 3 プーリ 3 3 は、肩部 4 0 の底部 4 1 の下面に固定されている。より詳細には、底部 4 1 の凹部 4 1 b の底面から第 3 プーリ 3 3 の上面にネジが締め込まれることで、第 3 プーリ 3 3 は、底部 4 1 に固定されている。第 3 プーリ 3 3 は、上側本体部 3 3 a と、下側本体部 3 3 b と、上側円板部 3 3 c と、中央円板部 3 3 d と、下側円板部 3 3 e と、を備えている。

30

【 0 0 5 5 】

上側本体部 3 3 a は、第 1 ワイヤ 8 1 が巻かれている部分である。上側本体部 3 3 a は、第 2 回転中心軸 J 2 を中心とする円柱状である。下側本体部 3 3 b は、上側本体部 3 3 a の下側に位置している。下側本体部 3 3 b は、第 2 ワイヤ 8 2 が巻かれている部分である。下側本体部 3 3 b は、第 2 回転中心軸 J 2 を中心とする円柱状である。上側本体部 3 3 a の外径と下側本体部 3 3 b の外径とは、同じである。

40

【 0 0 5 6 】

上側円板部 3 3 c は、上側本体部 3 3 a の上端から第 2 回転中心軸 J 2 の径方向外側に広がる円板状の部分である。上側円板部 3 3 c の上部は、肩部 4 0 における底部 4 1 の下面に形成された窪みに嵌め合わされている。

【 0 0 5 7 】

上側円板部 3 3 c には、上側円板部 3 3 c を上下方向に貫通するワイヤ貫通孔 3 3 f が形成されている。図示は省略するが、ワイヤ貫通孔 3 3 f は、第 2 回転中心軸 J 2 を挟んで前後方向両側 (± X 側) および左右方向両側 (± Y 側) にそれぞれ 2 つずつ、計 8 つ形成されている。複数のワイヤ貫通孔 3 3 f は、底部 4 1 における複数のワイヤ貫通孔 4 1

50

aと連通している。複数のワイヤ貫通孔33fは、底部41における複数のワイヤ貫通孔41aと平面視において重なり合っている。

【0058】

中央円板部33dは、上側本体部33aと下側本体部33bとの上下方向の中央に位置している。中央円板部33dは、第2回転中心軸J2の径方向外側に広がる円板状の部分である。中央円板部33dには、中央円板部33dを上下方向に貫通するワイヤ貫通孔33gが形成されている。図示は省略するが、ワイヤ貫通孔33gは、第2回転中心軸J2を挟んで前後方向両側(±X側)および左右方向両側(±Y側)にそれぞれ2つずつ、計8つ形成されている。複数のワイヤ貫通孔33gは、上側円板部33cにおける複数のワイヤ貫通孔33fと平面視において重なり合っている。

10

【0059】

下側円板部33eは、下側本体部33bの下端から第2回転中心軸J2の径方向外側に広がる円板状の部分である。下側円板部33eには、下側円板部33eを上下方向に貫通するワイヤ貫通孔33hが形成されている。図示は省略するが、ワイヤ貫通孔33hは、第2回転中心軸J2を挟んで前後方向両側(±X側)および左右方向両側(±Y側)にそれぞれ2つずつ、計8つ形成されている。複数のワイヤ貫通孔33hは、上側円板部33cにおける複数のワイヤ貫通孔33fおよび中央円板部33dにおける複数のワイヤ貫通孔33gと平面視において重なり合っている。

【0060】

上側円板部33cの外径と中央円板部33dの外径と下側円板部33eの外径とは、例えば、互いに同じである。上側円板部33cと中央円板部33dと下側円板部33eとは、第3板部材25の凹部25bと平面視において重なっている。

20

【0061】

第3プーリ33の下面には、上側に窪む凹部33iが形成されている。凹部33iの下側から見た形状は、中心を第2回転中心軸J2が通る円形状である。凹部33iの内部には、ブッシュ28におけるブッシュ本体28aの上端が挿入されている。凹部33iの天面の中央には、第3プーリ33を上下方向に貫通するプーリ中央貫通孔33jが形成されている。プーリ中央貫通孔33jの平面視形状は、中心を第2回転中心軸J2が通る円形状である。

【0062】

中央ボルト29aは、第2板部材24における第2上板部24bの下側から、第2中央貫通孔24cに挿入されている。中央ボルト29aは、第2中央貫通孔24cから、ブッシュ28の内側、プーリ中央貫通孔33j、底部中央貫通孔41c、および凹部41bを介して、肩部40の内部に挿入されている。

30

【0063】

中央ボルト29aは、第3プーリ33の上側本体部33aの外周面および下側本体部33bの外周面から中央ボルト29aの外周面に対して締め込まれたネジによって、第3プーリ33と固定されている。中央ボルト29aの上端には、緩み止めナット29dが螺合されている。

【0064】

中央ボルト29aの頭部側(-Z側)の部分の外周面には、ガイド部材29bが装着されている。ガイド部材29bは、上下方向両端に開口する円筒状である。ガイド部材29bは、ブッシュ28の内側に挿入されており、ブッシュ28の内側面に対して回転可能に支持されている。

40

【0065】

中央ボルト29aの頭部とガイド部材29bおよびブッシュ28との上下方向の間には、ワッシャ29cが設けられている。ワッシャ29cの上面は、ガイド部材29bの下面およびブッシュ28の下面と接触している。中央ボルト29aの頭部は、ワッシャ29cを介して、ブッシュ28を下側から支持している。ブッシュ28のフランジ部28bの上面には、第1板部材23および第2板部材24と固定された第3板部材25の下面が接触

50

している。そのため、中央ボルト 29 a の頭部は、ワッシャ 29 c を介して、支持部材 20 を下側から支持している。これにより、中央ボルト 29 a を介して、肩部 40 および第 3 プーリ 33 と、支持部材 20 と、が連結されている。

【0066】

支持部材 20 は、ブッシュ 28 がガイド部材 29 b に対して回転可能に支持されているため、中央ボルト 29 a、第 3 プーリ 33 および肩部 40 に対して、第 2 回転中心軸 J 2 周り（± 2 方向）に回転可能である。したがって、第 3 プーリ 33 は、支持部材 20 に対して、第 2 回転中心軸 J 2 周りに回転可能に取り付けられている。

【0067】

第 1 ワイヤ 81 は、図 4 に示すように、第 1 プーリ 31 と第 3 プーリ 33 とを連結している。第 1 ワイヤ 81 は、張力を介して、第 1 プーリ 31 の回転を第 3 プーリ 33 に伝達する。第 1 ワイヤ 81 は、例えば、ステンレス製のワイヤである。本実施形態において第 1 ワイヤ 81 は、前側第 1 ワイヤ 81 a と、後側第 1 ワイヤ 81 b と、の 2 本のワイヤで構成されている。

10

【0068】

前側第 1 ワイヤ 81 a は、第 1 プーリ 31 に数回（例えば 2 回）巻かれて、第 1 プーリ 31 の前側（+ X 側）から上側に引き出されている。上側に引き出された前側第 1 ワイヤ 81 a は、第 1 補助プーリ 34 a に掛けられることで左右方向内側（+ Y 側）に導かれ、第 3 プーリ 33 の上側本体部 33 a に対して、前側から数回（例えば 2 回）巻かれている。

20

【0069】

後側第 1 ワイヤ 81 b は、第 1 プーリ 31 に数回（例えば 2 回）巻かれて、第 1 プーリ 31 の後側（- X 側）から上側に引き出されている。上側に引き出された後側第 1 ワイヤ 81 b は、第 1 補助プーリ 34 b に掛けられることで左右方向内側（+ Y 側）に導かれ、第 3 プーリ 33 の上側本体部 33 a に対して、後側から数回（例えば 2 回）巻かれている。

【0070】

図示は省略するが、前側第 1 ワイヤ 81 a は、第 1 プーリ 31 に巻かれている途中で第 1 プーリ 31 の円板部 31 b に形成された 2 つの孔を介して第 1 プーリ 31 の左右方向外側に引き出されている。左右方向外側に引き出された前側第 1 ワイヤ 81 a の部分には、クランプ管が取り付けられている。これにより、前側第 1 ワイヤ 81 a は、第 1 プーリ 31 に固定されている。後側第 1 ワイヤ 81 b は、第 1 プーリ 31 に固定されている。後側第 1 ワイヤ 81 b の第 1 プーリ 31 に対する固定方法は、前側第 1 ワイヤ 81 a と同様である。

30

【0071】

図 2 に示すように、後側第 1 ワイヤ 81 b の第 3 プーリ 33 側の端部は、第 3 プーリ 33 の上側円板部 33 c におけるワイヤ貫通孔 33 f 内および底部 41 のワイヤ貫通孔 41 a 内を通過して、肩部 40 の内部に引き出されている。そして、後側第 1 ワイヤ 81 b の第 3 プーリ 33 側の端部は、張力調整機構 50 の後述する巻軸 53 に巻かれて固定されている。

40

【0072】

図示は省略するが、前側第 1 ワイヤ 81 a の第 3 プーリ 33 側の端部は、後側第 1 ワイヤ 81 b が通されたワイヤ貫通孔 33 f、41 a とは異なるワイヤ貫通孔 33 f、41 a を介して肩部 40 の内部に引き出されている。そして、前側第 1 ワイヤ 81 a の第 3 プーリ 33 側の端部は、後側第 1 ワイヤ 81 b が巻かれた巻軸 53 とは異なる巻軸 53 に巻かれて固定されている。

【0073】

以上のように、第 1 ワイヤ 81 が第 1 プーリ 31 と第 3 プーリ 33 とに巻かれていることで、第 1 ワイヤ 81 は、第 1 プーリ 31 に第 1 回転中心軸 J 1 周りの正の向き（一方向き、+ 1 向き）の回転トルクが加えられた際に、第 3 プーリ 33 に対して、第 2 回転中

50

心軸 J 2 周りの正の向き（一方向き， + 2 向き）の回転トルクを伝達する。

【 0 0 7 4 】

第 2 ワイヤ 8 2 は、図 4 に示すように、第 2 プーリ 3 2 と第 3 プーリ 3 3 とを連結している。第 2 ワイヤ 8 2 は、張力を介して、第 2 プーリ 3 2 の回転を第 3 プーリ 3 3 に伝達する。第 2 ワイヤ 8 2 は、例えば、ステンレス製のワイヤである。本実施形態において第 2 ワイヤ 8 2 は、前側第 2 ワイヤ 8 2 a と、後側第 2 ワイヤ 8 2 b と、の 2 本のワイヤで構成されている。

【 0 0 7 5 】

前側第 2 ワイヤ 8 2 a は、第 2 プーリ 3 2 に数回（例えば 2 回）巻かれて、第 2 プーリ 3 2 の前側（ + X 側）から上側に引き出されている。上側に引き出された前側第 2 ワイヤ 8 2 a は、第 2 補助プーリ 3 5 a に掛けられることで左右方向内側（ - Y 側）に導かれ、第 3 プーリ 3 3 の下側本体部 3 3 b に対して、前側から数回（例えば 2 回）巻かれている。

10

【 0 0 7 6 】

後側第 2 ワイヤ 8 2 b は、第 2 プーリ 3 2 に数回（例えば 2 回）巻かれて、第 2 プーリ 3 2 の後側（ - X 側）から上側に引き出されている。上側に引き出された後側第 2 ワイヤ 8 2 b は、第 2 補助プーリ 3 5 b に掛けられることで左右方向内側（ - Y 側）に導かれ、第 3 プーリ 3 3 の下側本体部 3 3 b に対して、後側から数回（例えば 2 回）巻かれている。

【 0 0 7 7 】

前側第 2 ワイヤ 8 2 a の第 2 プーリ 3 2 側の端部は、第 2 プーリ 3 2 に固定されている。後側第 2 ワイヤ 8 2 b の第 2 プーリ 3 2 側の端部は、第 2 プーリ 3 2 に固定されている。前側第 2 ワイヤ 8 2 a および後側第 2 ワイヤ 8 2 b の第 2 プーリ 3 2 に対する固定方法は、前側第 1 ワイヤ 8 1 a の第 1 プーリ 3 1 に対する固定方法と同様である。

20

【 0 0 7 8 】

図 2 に示すように、後側第 2 ワイヤ 8 2 b の第 3 プーリ 3 3 側の端部は、第 3 プーリ 3 3 の中央円板部 3 3 d におけるワイヤ貫通孔 3 3 g 内、上側円板部 3 3 c におけるワイヤ貫通孔 3 3 f 内および底部 4 1 のワイヤ貫通孔 4 1 a 内を通して、肩部 4 0 の内部に引き出されている。そして、後側第 2 ワイヤ 8 2 b の第 3 プーリ 3 3 側の端部は、張力調整機構 5 0 の後述する巻軸 5 3 に巻き回されて固定されている。後側第 2 ワイヤ 8 2 b が通されたワイヤ貫通孔 3 3 f ， 4 1 a は、第 1 ワイヤ 8 1 が通されたワイヤ貫通孔 3 3 f ， 4 1 a とは異なるワイヤ貫通孔 3 3 f ， 4 1 a である。後側第 2 ワイヤ 8 2 b が巻かれた巻軸 5 3 は、第 1 ワイヤ 8 1 が巻かれた巻軸 5 3 とは異なる巻軸 5 3 である。

30

【 0 0 7 9 】

図示は省略するが、前側第 2 ワイヤ 8 2 a の第 3 プーリ 3 3 側の端部は、後側第 2 ワイヤ 8 2 b が通されたワイヤ貫通孔 3 3 g ， 3 3 f ， 4 1 a とは異なるワイヤ貫通孔 3 3 g ， 3 3 f ， 4 1 a を介して肩部 4 0 の内部に引き出されている。そして、前側第 2 ワイヤ 8 2 a の第 3 プーリ 3 3 側の端部は、後側第 2 ワイヤ 8 2 b が巻かれた巻軸 5 3 とは異なる巻軸 5 3 に巻かれて固定されている。

【 0 0 8 0 】

以上のように、第 2 ワイヤ 8 2 が第 2 プーリ 3 2 と第 3 プーリ 3 3 とに巻かれていることで、第 2 ワイヤ 8 2 は、第 2 プーリ 3 2 に第 1 回転中心軸 J 1 周りの正の向き（ + 1 向き）の回転トルクが加えられた際に、第 3 プーリ 3 3 に対して、第 2 回転中心軸 J 2 周りの負の向き（他方向き， - 2 向き）の回転トルクを伝達する。すなわち、第 1 プーリ 3 1 と第 2 プーリ 3 2 とに対して、第 1 回転中心軸 J 1 周りの同じ向きに回転トルクが加えられた場合、第 1 ワイヤ 8 1 によって第 3 プーリ 3 3 に伝達される回転トルクの向きと、第 2 ワイヤ 8 2 によって第 3 プーリ 3 3 に伝達される回転トルクの向きとは、互いに異なる。

40

【 0 0 8 1 】

駆動ユニット 1 0 A における張力調整機構 5 0 は、図 3 に示すように、肩部 4 0 の側壁

50

部 4 2 に 4 つ 設 け ら れ て い る 。 4 つ の 張 力 調 整 機 構 5 0 は 、 側 壁 部 4 2 の 4 つ の 外 側 面 に それ ぞ れ 設 け ら れ て い る 。

【 0 0 8 2 】

以 下 の 説 明 に お い て は 、 側 壁 部 4 2 の 外 側 面 の うち 前 側 (+ X 側) の 外 側 面 4 2 a に 設 け ら れ た 張 力 調 整 機 構 5 0 を 例 と し て 、 張 力 調 整 機 構 5 0 の 各 部 の 位 置 関 係 に つ い て 説 明 す る 。 張 力 調 整 機 構 5 0 は 、 保 持 部 材 5 1 と 、 調 整 部 材 5 2 と 、 巻 軸 5 3 と 、 ウ ォ ー ム ホ イ ー ル 5 4 と 、 を 備 え て い る 。

【 0 0 8 3 】

保 持 部 材 5 1 は 、 張 力 調 整 機 構 5 0 が 設 け ら れ た 側 壁 部 4 2 の 外 側 面 4 2 a に 固 定 さ れ て い る 。 保 持 部 材 5 1 は 、 固 定 板 部 5 1 a と 、 保 持 部 5 1 b と 、 を 備 え て い る 。 固 定 板 部 5 1 a は 、 側 壁 部 4 2 の 外 側 面 4 2 a に 沿 っ て 拡 が る 板 状 で あ る 。 固 定 板 部 5 1 a は 、 ネ ジ に よ っ て 側 壁 部 4 2 に 固 定 さ れ て い る 。

10

【 0 0 8 4 】

保 持 部 5 1 b は 、 固 定 板 部 5 1 a の 左 右 方 向 (Y 軸 方 向) の 両 端 か ら 、 張 力 調 整 機 構 5 0 が 設 け ら れ た 側 壁 部 4 2 の 外 側 面 4 2 a と 直 交 す る 前 後 方 向 (X 軸 方 向) に 突 出 す る 板 状 で あ る 。 保 持 部 5 1 b の 側 面 視 形 状 は 、 上 側 に 開 口 す る U 字 形 状 で あ る 。

【 0 0 8 5 】

調 整 部 材 5 2 は 、 ウ ォ ー ム 部 5 2 a と 、 摘 み 部 5 2 b と 、 を 備 え て い る 。 ウ ォ ー ム 部 5 2 a は 、 左 右 方 向 (Y 軸 方 向) に 延 び て い る 。 ウ ォ ー ム 部 5 2 a の 外 側 面 に は 、 ネ ジ 状 の 歯 車 部 が 形 成 さ れ て い る 。 ウ ォ ー ム 部 5 2 a は 、 左 右 方 向 の 両 端 が 保 持 部 5 1 b の 開 口 に 嵌 め ら れ て 保 持 さ れ て い る 。 ウ ォ ー ム 部 5 2 a は 、 左 右 方 向 に 延 び る ウ ォ ー ム 部 5 2 a の 中 心 軸 周 り に 回 転 可 能 で あ る 。 摘 み 部 5 2 b は 、 ウ ォ ー ム 部 5 2 a の 左 右 方 向 一 方 側 の 端 部 に 固 定 さ れ て い る 。

20

【 0 0 8 6 】

巻 軸 5 3 は 、 ウ ォ ー ム 部 5 2 a が 延 び る 方 向 と 直 交 す る 前 後 方 向 (X 軸 方 向) に 沿 っ て 延 び て い る 。 巻 軸 5 3 は 、 肩 部 4 0 の 内 部 に 設 け ら れ て い る 。 巻 軸 5 3 の 前 側 (+ X 側) の 端 部 は 、 側 壁 部 4 2 お よ び 保 持 部 材 5 1 の 固 定 板 部 5 1 a を 前 後 方 向 に 貫 通 し て い る 。 巻 軸 5 3 は 、 前 後 方 向 に 延 び る 巻 軸 5 3 の 中 心 軸 周 り に 回 転 可 能 に 保 持 さ れ て い る 。 巻 軸 5 3 の 後 側 (- X 側) の 端 部 に は 、 外 径 が 小 さ く な る 括 れ た 部 分 が 設 け ら れ て お り 、 こ の 括 れ た 部 分 に は 、 後 側 第 2 ワ イ ヤ 8 2 b が 巻 か れ て 固 定 さ れ て い る 。

30

【 0 0 8 7 】

ウ ォ ー ム ホ イ ー ル 5 4 は 、 巻 軸 5 3 の 前 側 (+ X 側) の 端 部 に 固 定 さ れ て い る 。 ウ ォ ー ム ホ イ ー ル 5 4 は 、 固 定 板 部 5 1 a の 前 側 の 面 に 位 置 し て い る 。 ウ ォ ー ム ホ イ ー ル 5 4 の 外 側 面 に は 、 は す 歯 の 歯 車 部 が 形 成 さ れ て お り 、 ウ ォ ー ム 部 5 2 a の 歯 車 部 と 噛 み 合 っ て い る 。 ウ ォ ー ム ホ イ ー ル 5 4 と 巻 軸 5 3 と は 、 共 に 巻 軸 5 3 の 中 心 軸 周 り に 回 転 可 能 で あ る 。

【 0 0 8 8 】

調 整 部 材 5 2 の 摘 み 部 5 2 b を 介 し て ウ ォ ー ム 部 5 2 a を 回 転 さ せ る こ と で 、 ウ ォ ー ム 部 5 2 a と 噛 み 合 っ た ウ ォ ー ム ホ イ ー ル 5 4 が 回 転 し 、 巻 軸 5 3 が 回 転 す る 。 こ れ に よ り 、 巻 軸 5 3 に 巻 か れ た 後 側 第 2 ワ イ ヤ 8 2 b を 巻 軸 5 3 に さ ら に 巻 き 取 る こ と で 、 後 側 第 2 ワ イ ヤ 8 2 b の 張 力 を 大 き く す る こ と が で き る 。 一 方 、 巻 軸 5 3 に 巻 か れ た 後 側 第 2 ワ イ ヤ 8 2 b が 解 け る 向 き に 巻 軸 5 3 を 回 す こ と で 、 後 側 第 2 ワ イ ヤ 8 2 b の 張 力 を 小 さ く す る こ と が で き る 。 こ の よ う に し て 、 張 力 調 整 機 構 5 0 に よ っ て 、 後 側 第 2 ワ イ ヤ 8 2 b の 張 力 を 調 整 す る こ と が で き る 。

40

【 0 0 8 9 】

前 側 第 1 ワ イ ヤ 8 1 a 、 後 側 第 1 ワ イ ヤ 8 1 b お よ び 前 側 第 2 ワ イ ヤ 8 2 a は 、 後 側 第 2 ワ イ ヤ 8 2 b が 固 定 さ れ た 張 力 調 整 機 構 5 0 と は 異 な る 各 張 力 調 整 機 構 5 0 の 巻 軸 5 3 に それ ぞ れ 巻 か れ て 固 定 さ れ て い る 。 こ れ に よ り 、 各 張 力 調 整 機 構 5 0 を 操 作 す る こ と で 、 各 ワ イ ヤ の 張 力 を 互 い に 独 立 し て 調 整 可 能 で あ る 。

【 0 0 9 0 】

50

上腕部 4 3 は、図 1 に示すように、駆動ユニット 1 0 A を介して、肩部 4 0 と接続されている。上腕部 4 3 は、上腕部本体 4 4 と、接続部 4 5 と、を備えている。上腕部本体 4 4 は、第 1 回転中心軸 J 1 と直交する方向に延びた細長の角筒状である。上腕部本体 4 4 が延びている方向は、駆動ユニット 1 0 B における第 2 回転中心軸 J 4 と平行な方向である。基準姿勢において上腕部本体 4 4 が延びている方向は、上下方向（Z 軸方向）である。

【 0 0 9 1 】

上腕部本体 4 4 には、図 4 に示すように、第 1 モータ 2 1 および第 2 モータ 2 2 が固定されている。上腕部 4 3 の駆動ユニット 1 0 A 側（+ Z 側）の端部には、二股に分かれた挟持部 4 4 a が形成されている。第 1 モータ 2 1 および第 2 モータ 2 2 は、挟持部 4 4 a によって、各モータの出力軸と直交する方向（X 軸方向）に挟まれて、上腕部本体 4 4 に固定されている。上述したように、第 1 モータ 2 1 および第 2 モータ 2 2 は、支持部材 2 0 に対して第 1 回転中心軸 J 1 周り（± 1 方向）に回転可能に取り付けられている。そのため、上腕部 4 3 は、支持部材 2 0 に対して第 1 回転中心軸 J 1 周りに回転可能に取り付けられている。

10

【 0 0 9 2 】

図 1 に示すように、上腕部本体 4 4 の外側面には、駆動ユニット 1 0 B の張力調整機構 5 0 が 4 つ設けられている。図示は省略するが、駆動ユニット 1 0 B の各ワイヤは、上腕部本体 4 4 の内部において、各張力調整機構 5 0 の巻軸 5 3 に巻かれて固定されている。接続部 4 5 は、上腕部本体 4 4 の駆動ユニット 1 0 A と反対側（- Z 側）に固定されている。接続部 4 5 には、駆動ユニット 1 0 B が接続されている。

20

【 0 0 9 3 】

駆動ユニット 1 0 B は、上腕部 4 3 に対して、前腕部 4 6 を第 1 回転中心軸 J 3 周りおよび第 2 回転中心軸 J 4 周りに回転させる。駆動ユニット 1 0 B との関係において、前腕部 4 6 は、第 2 部材に相当する。基準姿勢において第 1 回転中心軸 J 3 は、第 1 回転中心軸 J 1 と平行である。基準姿勢において第 2 回転中心軸 J 4 は、第 2 回転中心軸 J 2 と平行で、かつ、同軸上にある。

【 0 0 9 4 】

前腕部 4 6 は、駆動ユニット 1 0 B を介して、上腕部 4 3 と接続されている。前腕部 4 6 は、駆動ユニット 1 0 B の第 1 回転中心軸 J 3 と直交する方向と平行に延びた細長の角筒状である。前腕部 4 6 が延びている方向は、駆動ユニット 1 0 C における第 2 回転中心軸 J 6 と平行な方向である。基準姿勢において前腕部 4 6 が延びている方向は、前後方向（X 軸方向）である。

30

【 0 0 9 5 】

前腕部 4 6 の外側面には、駆動ユニット 1 0 C の張力調整機構 5 0 が 4 つ設けられている。4 つの張力調整機構 5 0 は、前腕部 4 6 が延びる方向（X 軸方向）に沿って並んで配置されている。図示は省略するが、駆動ユニット 1 0 C の各ワイヤは、前腕部 4 6 の内部において、各張力調整機構 5 0 の巻軸 5 3 に巻かれて固定されている。

【 0 0 9 6 】

駆動ユニット 1 0 C は、前腕部 4 6 に対して、手部 4 7 を第 1 回転中心軸 J 5 周りおよび第 2 回転中心軸 J 6 周りに回転させる。基準姿勢において第 1 回転中心軸 J 5 は、第 1 回転中心軸 J 1 と平行である。基準姿勢において第 2 回転中心軸 J 6 は、第 2 回転中心軸 J 2 と垂直である。

40

【 0 0 9 7 】

図 5 は、駆動ユニット 1 0 C を示す斜視図である。図 5 は、手部 4 7 が基準姿勢から第 1 回転中心軸 J 5 周りに回転された場合について示している。図 5 においては、手部 4 7 の図示を省略している。また、図 5 に示す駆動ユニット 1 0 C において、駆動ユニット 1 0 A と同様の構成については、同一の符号を付している。

【 0 0 9 8 】

駆動ユニット 1 0 C は、図 5 に示すように、駆動ユニット 1 0 A に対して、各モータの

50

配置が異なる。駆動ユニット10Cにおいて、第1モータ121および第2モータ122は、第1回転中心軸J5と直交する方向に重ねられて互いに固定されている。第1モータ121の出力軸および第2モータ122の出力軸は、第1回転中心軸J5と平行である。第1モータ121の出力軸と第2モータ122の出力軸とは、互いに異なる位置に配置され、かつ、第1回転中心軸J5とも異なる位置に配置されている。第1モータ121の出力軸には、第1出力プーリ121aが固定されている。第2モータ122の出力軸には、第2出力プーリ122aが固定されている。

【0099】

駆動ユニット10Cは、モータ挟持部材124a、124bと、接続部材124cと、をさらに備えている。モータ挟持部材124a、124bは、第1回転中心軸J5と直交する方向に広がる板状である。モータ挟持部材124aとモータ挟持部材124bとは、第1モータ121と第2モータ122とを第1回転中心軸J5と平行な方向に挟んで固定している。接続部材124cは、モータ挟持部材124aとモータ挟持部材124bとを連結している。

10

【0100】

駆動ユニット10Cの第1プーリ131は、モータ挟持部材124aに対して、第1回転中心軸J5周りに回転可能に接続されている。駆動ユニット10Cの第2プーリ132は、モータ挟持部材124bに対して、第1回転中心軸J5周りに回転可能に接続されている。

【0101】

駆動ユニット10Cの第1ワイヤ181は、第1出力プーリ121aに数回（例えば2回）巻かれて固定された後、第1出力プーリ121aから引き出されて第1プーリ131と第1補助プーリ34a、34bとを介して、第3プーリ33に巻かれて固定されている。これにより、第1モータ121によって第1プーリ131が第1回転中心軸J5周りに回転させられ、第1プーリ131の回転が、第1ワイヤ181によって第3プーリ33に伝達される。第1ワイヤ181は、駆動ユニット10Aの第1ワイヤ81と同様に、例えば、2本のワイヤで構成されている。

20

【0102】

駆動ユニット10Cの第2ワイヤ182は、第2出力プーリ122aに数回（例えば2回）巻かれて固定された後、第2出力プーリ122aから引き出されて第2プーリ132と第2補助プーリ35a、35bとを介して、第3プーリ33に巻かれて固定されている。これにより、第2モータ122によって第2プーリ132が第1回転中心軸J5周りに回転させられ、第2プーリ132の回転が、第2ワイヤ182によって第3プーリ33に伝達される。第2ワイヤ182は、駆動ユニット10Aの第2ワイヤ82と同様に、例えば、2本のワイヤで構成されている。

30

【0103】

手部47は、図1に示すように、駆動ユニット10Cを介して、前腕部46と接続されている。手部47は、駆動ユニット10Cにおける第1モータ121、第2モータ122およびモータ挟持部材124a、124bに固定されている。駆動ユニット10Cとの関係において、手部47と、モータ挟持部材124a、124bと、接続部材124cとは、第2部材に相当する。

40

【0104】

次に、駆動ユニット10Aによる上腕部43の駆動方法について説明する。図6および図7は、駆動ユニット10Aによる上腕部43の駆動方法について説明するための斜視図である。図6は、基準姿勢から、上腕部43を肩部40に対して第2回転中心軸J2周りに回転させた場合を示している。図7は、基準姿勢から、上腕部43を肩部40に対して第1回転中心軸J1周りに回転させた場合を示している。

【0105】

上腕部43を肩部40に対して第2回転中心軸J2周りに（±2方向）に回転させる場合、図6に示すように、第1モータ21と第2モータ22とによって、第1プーリ31と

50

第2プーリ32とに第2回転中心軸J2周りに逆向きの回転トルクを加える。これにより、第3プーリ33には、第1ワイヤ81と第2ワイヤ82とを介して、第2回転中心軸J2周りの同じ向きに回転トルクが加えられる。したがって、支持部材20と第3プーリ33とが第2回転中心軸J2周りに相対的に回転する。本実施形態では、第3プーリ33が固定された肩部40の位置が固定されているため、第3プーリ33に対して支持部材20が第2回転中心軸J2周りに回転する。これにより、肩部40に対して上腕部43を第2回転中心軸J2周りに回転させることができる。

【0106】

具体的に図6の例では、第1モータ21が第1プーリ31に第1回転中心軸J1周りの正の向き(+1向き)の回転トルクを加え、第2モータ22が第2プーリ32に第1回転中心軸J1周りの負の向き(-1向き)の回転トルクを加えている。この場合、第3プーリ33には、第2回転中心軸J2周りの正の向き(+2向き)に回転トルクが加えられる。しかし、本実施形態において第3プーリ33の位置は固定されているため、支持部材20が、第3プーリ33に対して、第3プーリ33に加えられる回転トルクの向きと逆向き(-2向き)に回転する。

10

【0107】

上腕部43を肩部40に対して第1回転中心軸J1周り(±1方向)に回転させる場合、図7に示すように、第1モータ21と第2モータ22とによって、第1プーリ31と第2プーリ32とに同じ向きの回転トルクを加える。これにより、第1ワイヤ81と第2ワイヤ82とを介して、それぞれ第3プーリ33に加えられる第2回転中心軸J2周り回転トルクは、互いに逆向きとなる。したがって、第1ワイヤ81と第2ワイヤ82とによって第3プーリ33に伝達される回転トルクの絶対値が同じ場合、各回転トルクが互いに打ち消し合って、第3プーリ33と支持部材20とは第2回転中心軸J2周りに回転しない。

20

【0108】

この場合、第1プーリ31と第2プーリ32とに加えられる回転トルクが、第1ワイヤ81と第2ワイヤ82とを介して、第3プーリ33に第1回転中心軸J1周り(±1方向)の回転トルクを加える。そのため、第3プーリ33と第1モータ21および第2モータ22とが第1回転中心軸J1周りに相対的に回転する。本実施形態においては、第3プーリ33の位置が固定されているため、第1モータ21および第2モータ22が、第3プーリ33に対して回転する。これにより、肩部40に対して上腕部43を第1回転中心軸J1周りに回転させることができる。

30

【0109】

具体的に図7の例では、第1モータ21と第2モータ22とが、第1プーリ31と第2プーリ32とに、第1回転中心軸J1周りの負の向き(-1向き)の回転トルクを加えている。第1モータ21による回転トルクと第2モータ22による回転トルクとは、互いに同じである。この場合、第3プーリ33には、第1回転中心軸J1周りの負の向きの回転トルクが加えられる。しかし、本実施形態において第3プーリ33の位置は固定されているため、第1モータ21および第2モータ22が第3プーリ33に加えられる回転トルクの向きと逆向き(+1向き)に回転する。

40

【0110】

上記説明した各モータによって加えられる各プーリの回転トルクと、各回転中心軸周りの回転トルクとの関係は、以下の式(1)で示される。 T_1 は、第1モータ21によって加えられる第1プーリ31の回転トルクである。 T_2 は、第2モータ22によって加えられる第2プーリ32の回転トルクである。 T_1 は、第1回転中心軸J1周りの回転トルクである。 T_2 は、第2回転中心軸J2周りの回転トルクである。

【0111】

【数 1】

$$\begin{pmatrix} T_1 \\ T_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & -a_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \tau_1 \\ \tau_2 \end{pmatrix} \quad \dots (1)$$

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & -a_{22} \end{pmatrix}$$

ただし、 A は正則である。

10

【0 1 1 2】

ここで、各係数 $a_{11} \sim a_{22}$ を 1 とすると、各回転中心軸に加えらるる回転トルクは、以下の式 (2), (3) で表される。

【0 1 1 3】

【数 2】

$$T_1 = \tau_1 + \tau_2 \quad \dots (2)$$

$$T_2 = \tau_1 - \tau_2 \quad \dots (3)$$

20

【0 1 1 4】

式 (2), (3) から、回転トルク τ_1, τ_2 の絶対値が同じ場合、第 1 プーリ 3 1 の回転トルク τ_1 の向きと第 2 プーリ 3 2 の回転トルク τ_2 の向きを同じとすれば、第 2 回転中心軸 J 2 周りの回転トルク T_2 は 0 となることが分かる。また、第 1 回転中心軸 J 1 周りの回転トルク T_1 が各プーリの回転トルクの 2 倍となることが分かる。また、第 1 プーリ 3 1 の回転トルク τ_1 の向きと第 2 プーリ 3 2 の回転トルク τ_2 の向きを逆向きとすれば、第 1 回転中心軸 J 1 周りの回転トルク T_1 は 0 となり、第 2 回転中心軸 J 2 周りの回転トルク T_2 が各プーリの回転トルクの 2 倍となることが分かる。

30

【0 1 1 5】

また、例えば、第 1 プーリ 3 1 の回転トルク τ_1 と第 2 プーリ 3 2 の回転トルク τ_2 とのうちの一方を 0 とすれば、第 1 回転中心軸 J 1 周りおよび第 2 回転中心軸 J 2 周りの両方に回転トルクを加えることができる。この場合、上腕部 4 3 は、肩部 4 0 に対して第 1 回転中心軸 J 1 周りに回転すると同時に、第 2 回転中心軸 J 2 周りに回転する。なお、この場合、回転トルクを 0 とされたプーリは、そのプーリを駆動するモータとの第 1 回転中心軸 J 1 周りの相対位置関係が保持されたまま、モータと共に第 1 回転中心軸 J 1 周りに回転する。

【0 1 1 6】

以上に説明したように、本実施形態によれば、2つのモータの駆動力を、第 1 回転中心軸 J 1 と第 2 回転中心軸 J 2 との 2つの回転中心軸周りに分配することができ、第 1 回転中心軸 J 1 周りの回転と第 2 回転中心軸 J 2 周りの回転とを独立に制御することができる。また、各モータによって駆動される第 1 プーリ 3 1 の回転および第 2 プーリ 3 2 の回転は、張力を介してワイヤによって第 3 プーリ 3 3 に伝達される。そのため、第 1 回転中心軸 J 1 と第 2 回転中心軸 J 2 との配置関係、および第 1 モータ 2 1 と第 2 モータ 2 2 との配置される位置によらず、各モータの駆動力を各回転中心軸に伝達および分配させやすい。したがって、本実施形態によれば、回転中心軸およびモータの配置自由度を確保しつつ、複数の回転中心軸を複数のモータによって独立に制御できるマニピュレータ 1 が得られる。

40

【0 1 1 7】

50

また、例えば、従来のマニピュレータでは、上腕部等のアームを回転中心軸周りに回転させる場合には、1つの回転中心軸ごとに1つのモータが設置されていた。そのため、1つの回転中心軸周りに加えることができる回転トルクは、1つのモータの出力に依存しており、回転中心軸周りに大きなトルクを加えるためには、例えば、モータを大型化して出力を大きくする必要があった。

【0118】

これに対して、本実施形態によれば、1つの回転中心軸周りの回転に2つのモータの駆動力を利用できるため、従来と同じ大きさのモータを従来と同じ数だけ配置した場合でも、1つの回転中心軸周りの出力を2倍にできる。したがって、マニピュレータ1の出力を大きくすることができる。一方、マニピュレータ1の出力を従来と同じにする場合には、各モータの出力を小さくできるため、モータを小型化することができる。

10

【0119】

また、各モータの駆動力がギアで伝達されている場合、マニピュレータに大きな外力が加えられた際、外力によって加えられる負荷でギアが破損する場合がある。これに対して、本実施形態によれば、第1モータ21の駆動力および第2モータ22の駆動力が第1ワイヤ81および第2ワイヤ82で伝達されている。そのため、マニピュレータ1に大きな外力が加えられた際に、第1ワイヤ81および第2ワイヤ82が伸縮して、外力によって加えられる負荷を吸収することができる。これにより、駆動ユニット10Aが破損することを抑制でき、信頼性の高いマニピュレータ1が得られる。

【0120】

また、上記実施形態では、1つの駆動ユニットにおいて、2つのモータによって2つの回転中心軸を制御する構成としたが、これに限られない。1つの駆動ユニットにおいて、2つのモータによって3つ以上の回転中心軸を制御する構成としてもよいし、3つ以上のモータによって2つの回転中心軸を制御する構成としてもよい。また、1つの駆動ユニットにおいて、3つ以上のモータによって3つ以上の回転中心軸を制御する構成としてもよい。

20

【0121】

図8は、3つのモータによって3つの回転中心軸を制御する一例の原理を説明するための模式図である。図8では、3つのモータによって3つの回転中心軸を制御する一例を、4つのリンクが接続されたリンクマニピュレータLM1として示している。図8に示すように、リンクマニピュレータLM1は、3つのモータMA, MB, MCと、ベースリンクBLと、第1リンクL1と、第2リンクL2と、第3リンクL3と、を備える。ベースリンクBLと第1リンクL1とは、回転中心軸JA周りに互いに回転可能に接続されている。第1リンクL1と第2リンクL2とは、回転中心軸JB周りに互いに回転可能に接続されている。第2リンクL2と第3リンクL3とは、回転中心軸JC周りに互いに回転可能に接続されている。リンクマニピュレータLM1において、3つのモータMA, MB, MCは、ベースリンクBLに固定されている。回転中心軸JA, JB, JCは、互いに平行である。

30

【0122】

モータMAとモータMBとモータMCとによって、回転中心軸JAと回転中心軸JBと回転中心軸JCとをそれぞれ独立に制御する場合について考える。この場合、一例として、モータMAによって駆動されるワイヤWA1, WA2と、モータMBによって駆動されるワイヤWB1, WB2と、モータMCによって駆動されるワイヤWC1, WC2とは、各リンクおよび各回転中心軸に対して図8に示すように取り回せばよい。

40

【0123】

ワイヤWA1, WA2は、モータMAと第3リンクL3とに固定されている。ワイヤWB1, WB2は、モータMBと第3リンクL3とに固定されている。ワイヤWC1, WC2は、モータMCと第3リンクL3とに固定されている。より詳細には、各ワイヤは、各モータによって回転トルクを受けて回転させられるプーリに固定されている。各ワイヤは、各モータを介してベースリンクBLに固定されている。図8において、各回転中心軸の

50

周囲を通る各ワイヤは、各回転中心軸に対して回転トルクを与えることができることを示している。

【0124】

具体的には、例えば、回転中心軸JAの上側を通るワイヤWA1が図8の右向きに移動する場合、回転中心軸JAには、時計回りの向きに回転トルクが加えられる。一方、回転中心軸JAの下側を通るワイヤWA2が図8の右向きに移動する場合、回転中心軸JAには、反時計回りの向きに回転トルクが加えられる。

【0125】

図8の場合、各モータによって加えられる各プーリの回転トルクと、各回転中心軸周りの回転トルクとは、以下の式(4)で示される。 τ_A は、モータMAによって加えられるプーリの回転トルクである。 τ_B は、モータMBによって加えられるプーリの回転トルクである。 τ_C は、モータMCによって加えられるプーリの回転トルクである。 T_A は、回転中心軸JA周りの回転トルクである。 T_B は、回転中心軸JB周りの回転トルクである。 T_C は、回転中心軸JC周りの回転トルクである。

10

【0126】

【数3】

$$\begin{pmatrix} T_A \\ T_B \\ T_C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & -a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & -a_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \tau_A \\ \tau_B \\ \tau_C \end{pmatrix} \quad \dots (4)$$

20

$$B = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & -a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & -a_{33} \end{pmatrix}$$

ただし、 B は正則である。

【0127】

30

ここで、各係数 $a_{11} \sim a_{33}$ を1とすると、各回転中心軸に加えられる回転トルクは、以下の式(5)~(7)で表される。

【0128】

【数4】

$$T_A = \tau_A + \tau_B + \tau_C \quad \dots (5)$$

$$T_B = \tau_A - \tau_B + \tau_C \quad \dots (6)$$

$$T_C = \tau_A + \tau_B - \tau_C \quad \dots (7)$$

40

【0129】

式(5)~(7)から、回転トルク τ_A 、 τ_C の絶対値が同じ場合、回転トルク τ_B を0として、回転トルク τ_A の向きと回転トルク τ_C の向きとを逆向きとすれば、回転中心軸JAの回転トルク T_A および回転中心軸JBの回転トルク T_B は0となることが分かる。また、回転中心軸JCの回転トルク T_C の絶対値が回転トルク τ_A 、 τ_C の2倍となることが分かる。これにより、回転中心軸JC周りにのみ回転トルクを加えることができる。この場合、第3リンクL3のみを第2リンクL2に対して回転中心軸JC周りに回転駆動させることができる。同様にして、他の回転中心軸も独立して制御することが可能であ

50

り、各リンクを独立して駆動することが可能である。上記の式(4)に基づいて、モータ、プーリおよび回転中心軸を増やすことで、上述したマニピュレータ1を、3つのモータによって3つの回転中心軸を制御可能なマニピュレータに拡張することができる。

【0130】

具体的には、回転中心軸JAと回転中心軸JBとの間のワイヤWA1, WA2、および回転中心軸JBと回転中心軸JCとの間のワイヤWB1, WB2のように、回転中心軸に加える回転トルクの向きが逆転するように、ワイヤの取り回しが交差する箇所を設ける。これにより、式(1)における係数 a_{22} 、および式(4)における係数 a_{22} , a_{33} のように、係数行列内の係数にマイナス符号が付く箇所が生じ、上述したような各回転中心軸の独立制御が可能となる。

10

【0131】

上述した各モータMA, MB, MCと回転中心軸JA, JB, JCとの配置関係は、各ワイヤの各リンクに対する固定関係を変更しない範囲で、適宜変更可能である。図9および図10は、3つのモータによって3つの回転中心軸を制御する他の例の原理を説明するための模式図である。

【0132】

図9に示すリンクマニピュレータLM2は、図8に示すリンクマニピュレータLM1に対して、モータMAの軸、すなわちモータMAによって回転させられるプーリの回転軸が回転中心軸JAと一致している点において異なる。モータMAは、ベースリンクBLに固定されている。リンクマニピュレータLM2のその他の構成は、図8に示すリンクマニピュレータLM1の構成と同様である。リンクマニピュレータLM2においても、各モータによって加えられる各プーリの回転トルクと、各回転中心軸周りの回転トルクとは、上述した式(4)で示される。

20

【0133】

図10に示すリンクマニピュレータLM3は、図9に示すリンクマニピュレータLM2に対して、モータMBの軸、すなわちモータMBによって回転させられるプーリの回転軸が回転中心軸JBと一致し、モータMCの軸、すなわちモータMCによって回転させられるプーリの回転軸が回転中心軸JCと一致している点において異なる。

【0134】

リンクマニピュレータLM3において、モータMBは、第2リンクL2に固定されており、モータMCは、第3リンクL3に固定されている。ワイヤWB1, WB2は、第3リンクL3とベースリンクBLとに直接固定されている。ワイヤWB1, WB2は、それぞれモータMB、より詳細にはモータMBによって回転させられるプーリに一周巻かれて、モータMBに接続されている。これにより、モータMBによってワイヤWB1, WB2を駆動することができる。ワイヤWB1, WB2をモータMBの周りに巻きつかせることで、各リンクの相対姿勢が変化してワイヤWB1, WB2が取り回される経路長が変化する場合に、ワイヤWB1, WB2が撓むことを抑制できる。

30

【0135】

ワイヤWC1, WC2は、モータMC、より詳細にはモータMCによって回転させられるプーリとベースリンクBLとに固定されている。リンクマニピュレータLM3のその他の構成は、図9に示すリンクマニピュレータLM2の構成と同様である。リンクマニピュレータLM3においても、各モータによって加えられる各プーリの回転トルクと、各回転中心軸周りの回転トルクとは、上述した式(4)で示される。

40

【0136】

図8に示したリンクマニピュレータLM1および図9に示したリンクマニピュレータLM2のように、ベースリンクBLに各モータMA, MB, MCが固定されている場合、ベースリンクBLを固定して第1リンクL1、第2リンクL2および第3リンクL3を駆動する際に、モータMA, MB, MCの自重をモータMA, MB, MCによって補償する必要が無い。そのため、各リンクを駆動するための各モータMA, MB, MCの回転トルクを小さくできる。

50

【0137】

また、図9に示したリンクマニピュレータLM2のように、モータMAを回転中心軸JAと一致させる場合、図8に示したリンクマニピュレータLM1と比べて、ワイヤWA1, WA2の長さを短くできる。そのため、ワイヤWA1, WA2全体の伸縮量を小さくでき、ワイヤWA1, WA2を介して各リンクに精度よく駆動力を伝達できる。これにより、駆動させる各リンクの位置の誤差を小さくでき、位置精度よく各リンクを駆動できる。図10に示したリンクマニピュレータLM3のように、各モータを各回転中心軸に配置する場合には、各ワイヤの全長を短くしやすく、各ワイヤ全体の伸縮量を小さくできる。したがって、より位置精度よく各リンクを駆動できる。

【0138】

また、図10に示したリンクマニピュレータLM3のように、各リンクに各モータをばらけさせて配置すると、ワイヤの取り回しが複雑化しにくく、リンクを駆動させる機構をユニット化しやすい。

【0139】

3つのモータによって3つの回転中心軸を制御する例としては、図8から図10のそれぞれに示した各例の他、例えば、図10に示すリンクマニピュレータLM3に対して、モータMBが図8に示すリンクマニピュレータLM1と同様にベースリンクBLに固定された点のみが異なるリンクマニピュレータを挙げることもできる。

【0140】

上記の各リンクマニピュレータLM1, LM2, LM3を例として示した原理に基づいて、制御できる回転中心軸を増やすことで、例えば、人間の腕の関節の軸数と同じ数(26軸)の回転中心軸をワイヤによって互いに干渉させて、複数のモータを用いて回転を制御する構成に拡張することもできる。したがって、本実施形態のマニピュレータ1は、義手および人間型のロボットの腕等に適用される場合に、特に有用である。

【0141】

なお、図8から図10において各ワイヤWA1, WA2は、1本のワイヤで構成されていてもよい。各ワイヤWB1, WB2は、1本のワイヤで構成されていてもよい。各ワイヤWC1, WC2は、1本のワイヤで構成されていてもよい。

【0142】

また、本実施形態によれば、プーリとワイヤとを用いて各モータの駆動力を複数の回転中心軸に伝達および分配する構成である。そのため、第1モータ21の負荷および第2モータ22の負荷が大きくなるのに従って、回転中心軸周りの出力を大きくできる負荷感応機構を組み込むことができる。詳細については、後述する第2実施形態から第4実施形態において説明する。

【0143】

また、例えば、本実施形態のようにマニピュレータ1を多関節マニピュレータとする場合に、各関節を駆動する複数のモータを同じ箇所にもまとめて配置すると、関節数が多くなるほどワイヤの取り回しが複雑化しやすい問題があった。

【0144】

これに対して、本実施形態によれば、第1モータ21および第2モータ22は、上腕部43に固定されている。そのため、肩部40に対して上腕部43を駆動させる装置を駆動ユニット10Aとして、ユニット化することができる。これにより、相対駆動させたい2つの対象を駆動ユニット10Aで繋ぐことによって、容易に、駆動ユニット10Aが有する回転中心軸の数の自由度で2つの対象を相対駆動させることができる。また、各ワイヤの取り回しは、駆動ユニット10A内で完結するため、マニピュレータの関節数を多くしても、ワイヤの取り回しが複雑化することがない。したがって、マニピュレータの関節数を多くしやすく、また、関節の追加も容易である。

【0145】

上記のような多関節マニピュレータは、例えば、狭い場所に入って作業を行うマニピュレータとして利用されることが考えられる。一例としては、配管内を通過して配管検査を行

10

20

30

40

50

うマニピュレータ、災害現場等の瓦礫の隙間に入り込んで探査・捜索を行うマニピュレータ等が挙げられる。本実施形態のマニピュレータ 1 は、これらのような多関節マニピュレータに適用される場合に、特に有用である。

【0146】

また、例えば、マニピュレータ 1 を義手として利用する場合について考える。この場合、例えば、固定される肩部 40 に第 1 モータ 21 および第 2 モータ 22 が取り付けられていると、肩部 40 を利用者の身体に接続する際に各モータが邪魔となり、利用者の身体に義手を装着しにくい。

【0147】

これに対して、本実施形態によれば、第 1 モータ 21 および第 2 モータ 22 は、肩部 40 に対して駆動される上腕部 43 に固定され、上腕部 43 の姿勢の変化と共に、第 1 モータ 21 および第 2 モータ 22 が移動する。そのため、肩部 40 にモータが固定されておらず、マニピュレータ 1 を義手として利用する際に、利用者の身体に肩部 40 を接続しやすい。したがって、本実施形態のマニピュレータ 1 は、義手として利用される場合に、特に有用である。

【0148】

また、本実施形態の駆動ユニット 10A においては、第 1 モータ 21 の第 1 出力軸 21a および第 2 モータ 22 の第 2 出力軸 22a は、第 1 回転中心軸 J1 を中心とする。そのため、第 1 出力軸 21a に第 1 プーリ 31 を固定することで、第 1 モータ 21 の出力を直接的に第 1 プーリ 31 に伝達することができる。また、同様に、第 2 出力軸 22a に第 2 プーリ 32 を固定することで、第 2 モータ 22 の出力を直接的に第 2 プーリ 32 に伝達することができる。これにより、第 1 モータ 21 の出力および第 2 モータ 22 の出力を、容易に第 1 プーリ 31 および第 2 プーリ 32 に伝達することができる。

【0149】

また、本実施形態の駆動ユニット 10C においては、第 1 モータ 121 の出力軸と第 2 モータ 122 の出力軸とが第 1 回転中心軸 J5 からずれて配置され、第 1 モータ 121 と第 2 モータ 122 とが第 1 回転中心軸 J5 と直交する方向に重ねられて配置されている。これにより、第 1 プーリ 131 と第 2 プーリ 132 との間における第 1 回転中心軸 J5 と平行な方向の寸法を小さくできる。これにより、駆動ユニット 10C の第 1 回転中心軸 J5 と平行な方向の寸法を小さくでき、駆動ユニット 10C を小型化しやすい。

【0150】

また、本実施形態によれば、第 1 ワイヤ 81 の張力および第 2 ワイヤ 82 の張力を調整する張力調整機構 50 が設けられている。これにより、第 1 ワイヤ 81 および第 2 ワイヤ 82 に弛みが生じて、第 1 ワイヤ 81 の張力および第 2 ワイヤ 82 の張力が低下した場合であっても、第 1 ワイヤ 81 および第 2 ワイヤ 82 に張力を加えることができる。また、第 1 ワイヤ 81 の張力および第 2 ワイヤ 82 の張力を調整することで、第 1 モータ 21 の回転および第 2 モータ 22 の回転に対する各回転中心軸周りの回転の進み角または遅れ角を調整することができる。

【0151】

なお、本発明は上述の実施形態に限られず、他の構成を採用することもできる。以下の説明において上記説明と同様の構成については、適宜同一の符号を付す等により説明を省略する場合がある。

【0152】

第 1 プーリ 31 と第 3 プーリ 33 とを連結する第 1 ワイヤ 81 は、例えば、1 本のワイヤであってもよい。この場合、第 1 ワイヤ 81 は、各プーリに巻かれるのみで、プーリに直接固定されない構成であってもよい。また、第 1 ワイヤ 81 は、3 本以上のワイヤで構成されていてもよい。第 2 プーリ 32 と第 3 プーリ 33 とを連結する第 2 ワイヤ 82 は、例えば、1 本のワイヤであってもよい。この場合、第 2 ワイヤ 82 は、各プーリに巻かれるのみで、プーリに直接固定されない構成であってもよい。また、第 2 ワイヤ 82 は、3 本以上のワイヤで構成されていてもよい。

10

20

30

40

50

【0153】

また、伝達部材は、張力を介して、プーリ同士の間で回転を伝達できるならば、特に限定されない。伝達部材は、ロープであってもよいし、チェーンであってもよいし、ベルトであってもよい。また、伝達部材の材質は、特に限定されない。

【0154】

また、回転部材は、各部に対して回転可能に取り付けられるならば、特に限定されず、プーリでなくてもよい。

【0155】

また、第1モータ21の配置および第2モータ22の配置は、特に限定されず、第1モータ21および第2モータ22は、上腕部43以外の箇所に固定されていてもよい。

10

【0156】

また、張力調整機構50は、第1ワイヤ81の張力または第2ワイヤ82の張力を調整できるならば、特に限定されない。また、張力調整機構50は、第1ワイヤ81と第2ワイヤ82とのうちのいずれか一方のみに対して設けられていてもよい。

【0157】

また、駆動ユニット10Cにおいて、第1出力プーリ121aと第1プーリ131とを連結するワイヤは、第1ワイヤ181とは別のワイヤであってもよい。第2出力プーリ122aと第2プーリ132とを連結するワイヤは、第2ワイヤ182とは別のワイヤであってもよい。

【0158】

また、第1回転中心軸J1と第2回転中心軸J2との関係は、互いに異なれば、特に限定されない。例えば、第1回転中心軸J1と第2回転中心軸J2とは、直交せずに交差してもよいし、互いにねじれの位置にあってもよいし、平行であってもよい。

20

【0159】

また、例えば、駆動ユニット10Aの各ワイヤを駆動ユニット10Bの各プーリに巻いて、駆動ユニット10Bの各ワイヤを駆動ユニット10Aの各プーリに巻いて、互いに干渉させてもよい。これにより、4つのモータで4つの回転中心軸を制御する構成とできる。また、駆動ユニット10A～10Cを互いに干渉させてもよい。

【0160】

<第2実施形態>

第2実施形態は、第1実施形態に対して、負荷感応機構としての可変機構230が設けられている点において異なる。図11および図12は、本実施形態の第1プーリ231を示す斜視図である。

30

【0161】

第1プーリ231は、図11および図12に示すように、第1円板部231aと、第2円板部231bと、支持軸231cと、圧縮バネ231dと、連結ワイヤ231eと、を備えている。本実施形態において第1プーリ231の各部は、可変機構230を構成している。

【0162】

第1円板部231aと第2円板部231bとは、第1回転中心軸J1を中心として第1回転中心軸J1の径方向外側に拡がる円板状である。第1円板部231aと第2円板部231bとは、第1回転中心軸J1と平行な方向に対向して配置されている。

40

【0163】

支持軸231cは、第1回転中心軸J1を中心として、第1回転中心軸J1の軸方向に延びた円柱状である。支持軸231cの一端は、第1円板部231aに固定されている。第2円板部231bは、支持軸231cの他端側に、支持軸231cに対して第1回転中心軸J1の軸方向に移動可能に接続されている。

【0164】

圧縮バネ231dは、第1円板部231aと第2円板部231bとの間に配置されている。圧縮バネ231dの内側には、支持軸231cが通されている。圧縮バネ231dの

50

一端は、第1円板部231aの第2円板部231b側の面と接触している。圧縮バネ231dの他端は、第2円板部231bの第1円板部231a側の面と接触している。圧縮バネ231dは、第1円板部231aと第2円板部231bとに対して、第1円板部231aと第2円板部231bとを第1回転中心軸J1の軸方向に離す向きに力を加えている。

【0165】

連結ワイヤ231eは、第1円板部231aと第2円板部231bとの間において、第1円板部231aと第2円板部231bとを連結するワイヤである。連結ワイヤ231eは、第1回転中心軸J1の周方向に沿って、複数設けられている。複数の連結ワイヤ231eは、第1回転中心軸J1を周方向に囲んでいる。連結ワイヤ231eの直径は、例えば、第1ワイヤ81の直径よりも大きい。

【0166】

本実施形態においては、第1プーリ231の第1プーリ本体部は、複数の連結ワイヤ231eによって構成されている。すなわち、本実施形態において第1ワイヤ81は、複数の連結ワイヤ231eの束の外側に巻かれている。

【0167】

ここで、図11は、第1モータ21の負荷が比較的小さく、第1ワイヤ81の張力が比較的小さい場合について示している。図12は、第1モータ21の負荷が比較的大きく、第1ワイヤ81の張力が比較的大きい場合について示している。

【0168】

第1ワイヤ81の張力が比較的大きくなると、連結ワイヤ231eの束に巻かれている第1ワイヤ81の締め付け力が大きくなる。これにより、図12に示すように、連結ワイヤ231eが撓んで、第1プーリ231の直径D1が小さくなる。第1プーリ231の直径D1は、巻かれた第1ワイヤ81の内径に相当する。なお、連結ワイヤ231eが撓むと共に、第2円板部231bは、第1円板部231aに近づく向きに移動する。

【0169】

第1ワイヤ81の張力が比較的小さくなると、第1ワイヤ81の締め付け力が小さくなる。これにより、図11に示すように、圧縮バネ231dによって第2円板部231bが第1円板部231aから離れる向きに移動して、連結ワイヤ231eが張られる。したがって、第1プーリ231の直径D1が大きくなる。

【0170】

以上のように、本実施形態の第1プーリ231は、第1ワイヤ81の張力が大きいほど第1プーリ231の直径D1を小さくする可変機構230を備えている。

【0171】

本実施形態によれば、第1モータ21の負荷が大きくなって、第1ワイヤ81の張力が大きくなった場合に、第1プーリ231の直径D1が小さくなる。そのため、第1プーリ231の直径D1と第3プーリ33の直径との比が大きくなり、第1プーリ231と第3プーリとの間の減速比を大きくできる。したがって、第1モータ21の負荷が大きくなるのに従って、第2回転中心軸J2周りの出力を大きくできる負荷感応機構が得られる。

【0172】

なお、可変機構230は、第2プーリ32に設けられていてもよい。これにより、第2モータ22の負荷に応じて、第2プーリ32の直径を変化させることができる。可変機構230は、第1プーリ31と第2プーリ32との両方に設けられていてもよいし、いずれか一方のみに設けられていてもよい。

【0173】

また、例えば、第2円板部231bを、第1円板部231aに対して第1回転中心軸J1周りに回転可能に、支持軸231cに接続してもよい。この場合、第1ワイヤ81の張力が大きくなった際に、第2円板部231bが回転して連結ワイヤ231eが斜めに傾くことで、第1プーリ231の直径D1が小さくてもよい。このとき、連結ワイヤ231eは撓んでいてもよいし、撓んでいなくてもよい。

【0174】

10

20

30

40

50

また、連結ワイヤ 231e の代わりに、多関節のリンクを用いて第 1 円板部 231a と第 2 円板部 231b とを連結してもよい。

【0175】

また、上記の可変機構 230 の代わりに、例えば、渦巻バネを用いて第 1 プーリ 231 の直径 D1 が変化する構成としてもよい。

【0176】

< 第 3 実施形態 >

第 3 実施形態は、第 1 実施形態に対して、負荷感応機構としての移動機構 390a, 390b が設けられている点において異なる。図 13 および図 14 は、本実施形態の駆動ユニット 310 を左側 (-Y 側) から右側 (+Y 側) に向かって見た模式的な側面図である。

10

【0177】

駆動ユニット 310 は、図 13 および図 14 に示すように、移動機構 390a, 390b を備えている。移動機構 390a は、支持部材 20 の前側 (+X 側) に設けられている。移動機構 390a は、可動プーリ 391a と、引張バネ 392a と、を備えている。可動プーリ 391a は、支持部材 20 に対して移動可能に設けられている。可動プーリ 391a には、前側第 1 ワイヤ 81a が掛けられている。可動プーリ 391a は、前側第 1 ワイヤ 81a に前側から接触している。

【0178】

引張バネ 392a は、可動プーリ 391a と支持部材 20 とを接続している。引張バネ 392a は、支持部材 20 から前方斜め下側に延びており、先端に可動プーリ 391a が接続されている。引張バネ 392a は、可動プーリ 391a に対して、後方斜め上向きの力を加えている。これにより、可動プーリ 391a は、前側第 1 ワイヤ 81a に前側から押し付けられている。

20

【0179】

移動機構 390b は、支持部材 20 の後側 (-X 側) に設けられている。移動機構 390b は、可動プーリ 391b と、引張バネ 392b と、を備えている。可動プーリ 391b は、支持部材 20 に対して移動可能に設けられている。可動プーリ 391b には、後側第 1 ワイヤ 81b が掛けられている。可動プーリ 391b は、後側第 1 ワイヤ 81b に後側から接触している。

30

【0180】

引張バネ 392b は、可動プーリ 391b と支持部材 20 とを接続している。引張バネ 392b は、支持部材 20 から後方斜め下側に延びており、先端に可動プーリ 391b が接続されている。引張バネ 392b は、可動プーリ 391b に対して、前方斜め上向きの力を加えている。これにより、可動プーリ 391b は、後側第 1 ワイヤ 81b に後側から押し付けられている。

【0181】

ここで、図 13 は、第 1 モータ 21 の負荷が比較的小さく、第 1 ワイヤ 81 の張力が比較的小さい場合について示している。図 14 は、第 1 モータ 21 の負荷が比較的大きく、第 1 ワイヤ 81 の張力が比較的大きい場合について示している。

40

【0182】

第 1 ワイヤ 81 の張力が比較的大きくなると、図 14 に示すように、第 1 ワイヤ 81 の張力によって可動プーリ 391a と可動プーリ 391b とが移動する。可動プーリ 391a は、前方斜め下側に移動する。可動プーリ 391b は、後方斜め下側に移動する。これにより、可動プーリ 391a に前側 (+X 側) から押されていた前側第 1 ワイヤ 81a が前側に移動し、可動プーリ 391b に後側 (-X 側) から押されていた後側第 1 ワイヤ 81b が後側に移動する。これにより、前側第 1 ワイヤ 81a および後側第 1 ワイヤ 81b が第 2 回転中心軸 J2 から離れる向きに移動する。

【0183】

第 1 ワイヤ 81 の張力が比較的小さくなると、図 13 に示すように、引張バネ 392a

50

の弾性力によって可動プーリ391aが後方斜め上側に移動すると共に、引張バネ392bの弾性力によって可動プーリ391bが前方斜め上側に移動する。これにより、前側第1ワイヤ81aが可動プーリ391aに押されて後側(-X側)に移動し、後側第1ワイヤ81bが可動プーリ391bに押されて前側(+X側)に移動する。したがって、前側第1ワイヤ81aおよび後側第1ワイヤ81bが第2回転中心軸J2に近づく向きに移動する。

【0184】

以上のように、移動機構390a, 390bは、第1ワイヤ81を、第1ワイヤ81の張力が大きいほど第2回転中心軸J2から離れた位置に移動させる。

【0185】

本実施形態によれば、第1ワイヤ81の張力が大きくなるほど、第1ワイヤ81が第2回転中心軸J2から離れるため、第1ワイヤ81を介して支持部材20に加えられる第2回転中心軸J2周りの回転モーメントのモーメントアームを大きくできる。したがって、第1モータ21の負荷が大きくなるのに従って、第2回転中心軸J2周りの出力を大きくできる負荷感応機構が得られる。

【0186】

<第4実施形態>

第4実施形態は、第3実施形態に対して、負荷感応機構としての移動機構の構成が異なる。図15および図16は、本実施形態の駆動ユニット410を左側(-Y側)から右側(+Y側)に向かって見た模式的な側面図である。

【0187】

本実施形態において第1ワイヤ481は、図15および図16に示すように、前側第1ワイヤ81aと、後側第1ワイヤ481bと、で構成されている。さらに、後側第1ワイヤ481bは、2本の分割ワイヤ481c, 481dによって構成されている。分割ワイヤ481cは、第1プーリ31に巻かれて固定されている。分割ワイヤ481dは、第3プーリ33に巻かれて固定されている。分割ワイヤ481cと分割ワイヤ481dとは、後述する下側ワイヤ支持部材491a、上側ワイヤ支持部材491bおよび圧縮バネ495を介して接続されている。

【0188】

駆動ユニット410は、移動機構490を備えている。移動機構490は、支持部材20に設けられている。移動機構490は、下側ワイヤ支持部材491aと、上側ワイヤ支持部材491bと、圧縮バネ495と、リンク機構492と、可動プーリ494と、を備えている。

【0189】

下側ワイヤ支持部材491aと上側ワイヤ支持部材491bとは、互いに上下方向に対向する板状部材である。下側ワイヤ支持部材491aと上側ワイヤ支持部材491bとは、支持部材20に対して後側(-X側)に設けられている。

【0190】

下側ワイヤ支持部材491aには、下側ワイヤ支持部材491aを上下方向に貫通する貫通孔491cが形成されている。貫通孔491cには、第1プーリ31から引き出された分割ワイヤ481cが下側から通されている。貫通孔491cに通された分割ワイヤ481cの上端は、上側ワイヤ支持部材491bの下面に固定されている。

【0191】

上側ワイヤ支持部材491bは、下側ワイヤ支持部材491aの上側に位置している。上側ワイヤ支持部材491bには、上側ワイヤ支持部材491bを上下方向に貫通する貫通孔491dが形成されている。貫通孔491dは、平面視において、下側ワイヤ支持部材491aの貫通孔491cとずれた位置に形成されている。貫通孔491dには、第3プーリ33から引き出された分割ワイヤ481dが上側から通されている。貫通孔491dに通された分割ワイヤ481dの下端は、下側ワイヤ支持部材491aの上面に固定されている。

10

20

30

40

50

【0192】

圧縮バネ495は、下側ワイヤ支持部材491aと上側ワイヤ支持部材491bとの上下方向の間に配置され、下側ワイヤ支持部材491aと上側ワイヤ支持部材491bとを接続している。圧縮バネ495は、下側ワイヤ支持部材491aと上側ワイヤ支持部材491bとに対して、下側ワイヤ支持部材491aと上側ワイヤ支持部材491bとを互いに離す向きに力を加えている。

【0193】

リンク機構492は、下側ワイヤ支持部材491aと上側ワイヤ支持部材491bとに固定されている。リンク機構492は、全体として下側ワイヤ支持部材491aおよび上側ワイヤ支持部材491bから前側(+X側)に延びている。リンク機構492は、第1リンク492a、492bと、第2リンク493a、493bと、を備えている。

10

【0194】

第1リンク492aは、下側ワイヤ支持部材491aの前側(+X側)の端部に回転可能に接続されている。第1リンク492aは、下側ワイヤ支持部材491aの前側(+X側)の端部から、前方斜め上側に延びている。第1リンク492bは、上側ワイヤ支持部材491bの前側の端部に回転可能に接続されている。第1リンク492bは、上側ワイヤ支持部材491bの前側の端部から、前方斜め下側に延びている。第1リンク492aと第1リンク492bとは、交差して配置され、その交差する箇所において接続軸492cを介して互いに回転可能に接続されている。

【0195】

第2リンク493aは、第1リンク492aの前側(+X側)の端部に回転可能に接続されている。第2リンク493aは、第1リンク492aの前側の端部から前方斜め下側に延びている。第2リンク493bは、第1リンク492bの前側の端部に回転可能に接続されている。第2リンク493bは、第1リンク492bの前側の端部から前方斜め上側に延びている。第2リンク493aの前側の端部と第2リンク493bの前側の端部とは、互いに回転可能に接続されている。

20

【0196】

可動プーリ494は、リンク機構492の前側(+X側)の端部に接続されている。より詳細には、可動プーリ494は、第2リンク493a、493b同士が接続される箇所に接続されている。可動プーリ494には、前側第1ワイヤ81aが掛けられている。可動プーリ494は、前側第1ワイヤ81aに後側(-X側)から接触している。

30

【0197】

ここで、図15は、第1モータ21の負荷が比較的小さく、第1ワイヤ481の張力が比較的小さい場合について示している。図16は、第1モータ21の負荷が比較的大きく、第1ワイヤ481の張力が比較的大きい場合について示している。

【0198】

第1ワイヤ481の張力が比較的大きくなると、図16に示すように、下側ワイヤ支持部材491aと上側ワイヤ支持部材491bとが、分割ワイヤ481cと分割ワイヤ481dとによって引っ張られ、互いに近づく向きに移動する。これにより、リンク機構492の各リンクの前後方向(X軸方向)に対する傾きが小さくなり、リンク機構492の前後方向の寸法が大きくなる。したがって、リンク機構492の前側(+X側)の端部に接続された可動プーリ494が前側に移動し、前側第1ワイヤ81aを前側に押す。その結果、前側第1ワイヤ81aが前側、すなわち、第2回転中心軸J2から離れる向きに移動する。

40

【0199】

第1ワイヤ481の張力が比較的小さくなると、図15に示すように、圧縮バネ495の弾性力によって下側ワイヤ支持部材491aと上側ワイヤ支持部材491bとが上下方向に離れる向きに移動する。これにより、リンク機構492の前後方向(X軸方向)の寸法が小さくなり、可動プーリ494が後側(-X側)に移動する。その結果、前側第1ワイヤ81aが後側、すなわち、第2回転中心軸J2に近づく向きに移動する。

50

【0200】

以上のように、移動機構490は、第1ワイヤ481（前側第1ワイヤ81a）を、第1ワイヤ481の張力が大きいほど第2回転中心軸J2から離れた位置に移動させる。

【0201】

本実施形態によれば、第1ワイヤ481の張力が大きくなるほど、第1ワイヤ481が第2回転中心軸J2から離れるため、第1ワイヤ481を介して支持部材20に加えられる第2回転中心軸J2周りの回転モーメントのモーメントアームを大きくできる。したがって、第1モータ21の負荷が大きくなるのに従って、第2回転中心軸J2周りの出力を大きくできる負荷感応機構が得られる。

【0202】

また、本実施形態によれば、第1ワイヤ481の張力を利用して可動プーリ494を押し出すリンク機構492を備えているため、第3実施形態に比べて、可動プーリ494をより第2回転中心軸J2から離れた位置に移動させることができる。そのため、第1モータ21の負荷が大きくなるのに従って、第2回転中心軸J2周りの出力をより大きくできる。

10

【0203】

なお、上記説明においては、移動機構490は一つのみ設けられ、前側第1ワイヤ81aのみを移動させる構成としたが、これに限られない。例えば、移動機構490を2つ設けて、後側第1ワイヤ481bを後側に移動させてもよい。また、例えば、第1ワイヤ481の張力が大きくなった場合に、下側ワイヤ支持部材491aおよび上側ワイヤ支持部材491bが後側に移動する構成としてもよい。この場合、1つの移動機構490で、前側第1ワイヤ81aと後側第1ワイヤ481bとを共に第2回転中心軸J2から離す向きに移動させることができる。

20

【0204】

また、上述した本実施形態の移動機構490は、第3実施形態の移動機構390a, 390bと互いに組み合わせられていてもよい。また、各移動機構は、第2ワイヤ82に対して設けられていてもよい。

【0205】

なお、上述した各実施形態のマニピュレータは、いかなる機器、装置等に用いられてもよい。また、駆動ユニットおよび駆動ユニットによって連結されるアームの数は、特に限定されない。

30

【0206】

また、上記の各構成は、相互に矛盾しない範囲内において、適宜組み合わせることができる。

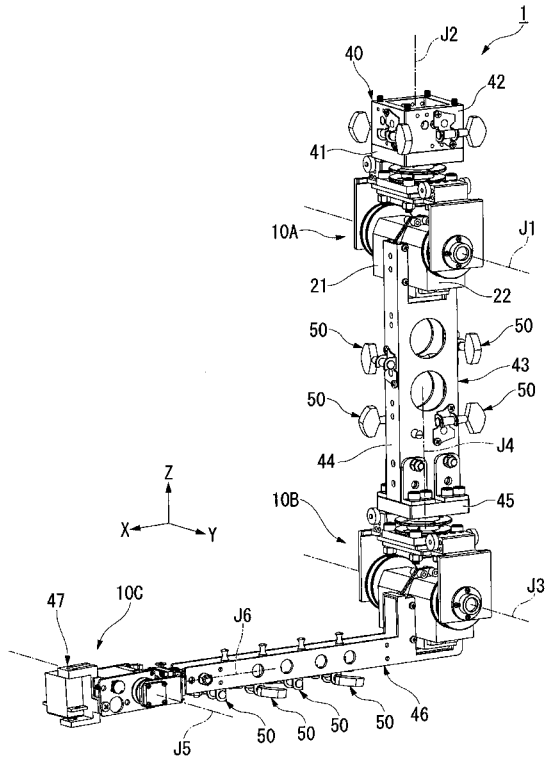
【符号の説明】

【0207】

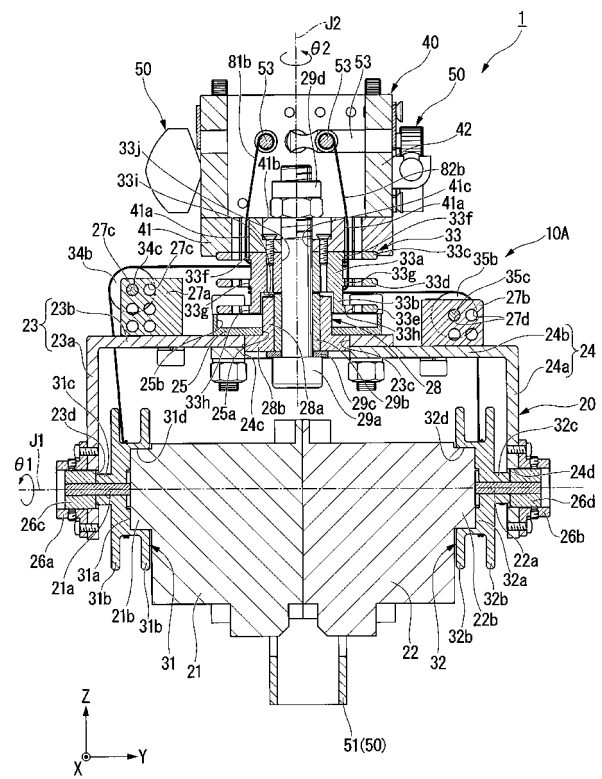
1... マニピュレータ、20... 支持部材（第1部材）、21... 第1モータ（第1駆動装置）、21a... 第1出力軸（出力軸）、22... 第2モータ（第2駆動装置）、22a... 第2出力軸（出力軸）、31... 第1プーリ（第1回転部材）、32... 第2プーリ（第2回転部材）、33... 第3プーリ（第3回転部材）、43... 上腕部（第2部材）、46... 前腕部（第2部材）、47... 手部（第2部材）、50... 張力調整機構、81, 181, 481... 第1ワイヤ（第1伝達部材）、82, 182... 第2ワイヤ（第2伝達部材）、124a, 124b... モータ挟持部材（第2部材）、124c... 接続部材（第2部材）、230... 可変機構、390a, 390b, 490... 移動機構、J1, J3, J5... 第1回転中心軸、J2, J4, J6... 第2回転中心軸

40

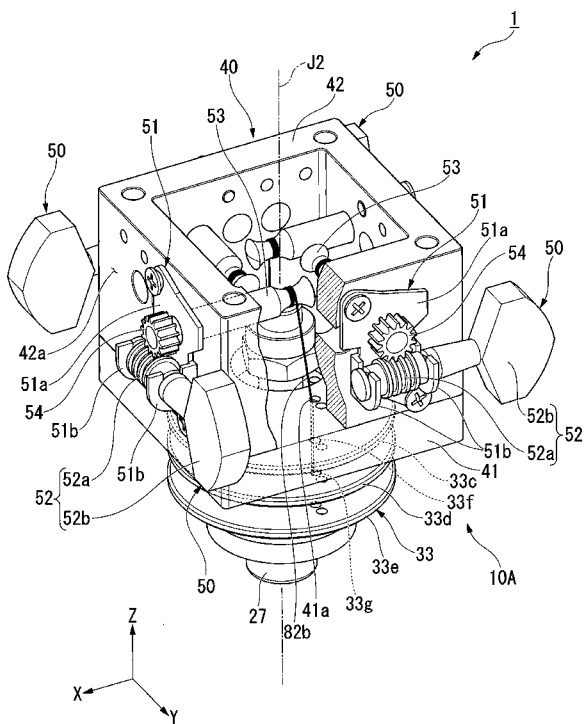
【 図 1 】



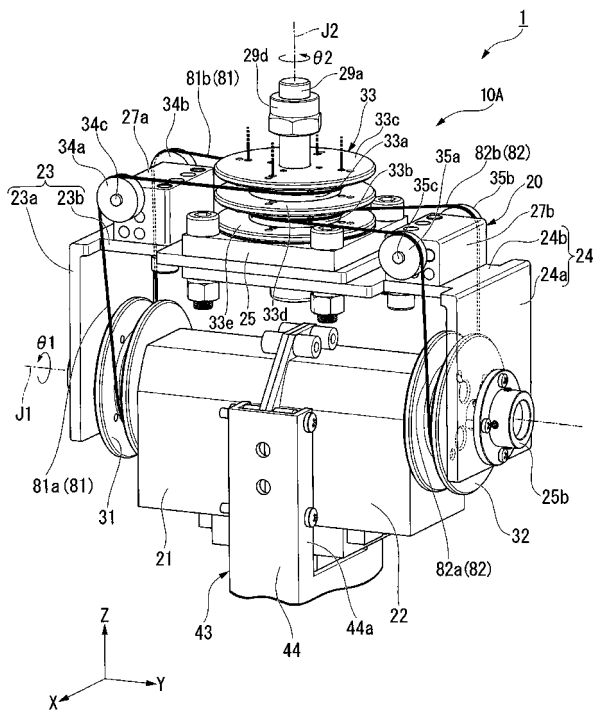
【 図 2 】



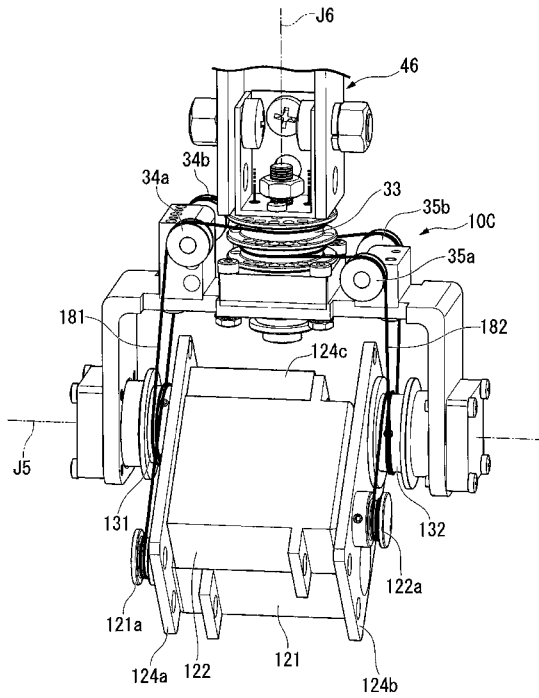
【 図 3 】



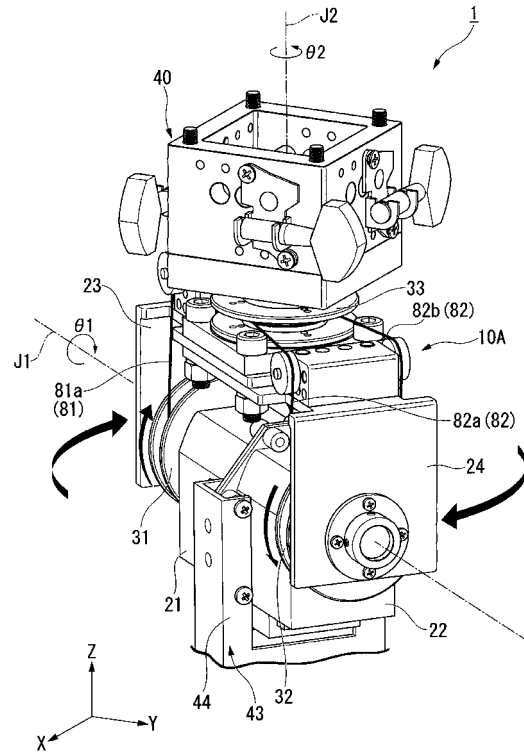
【 図 4 】



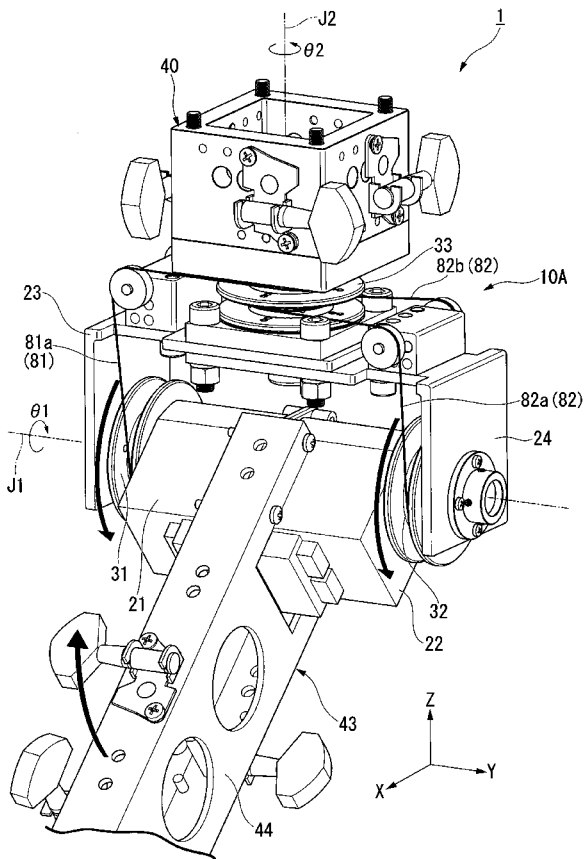
【 図 5 】



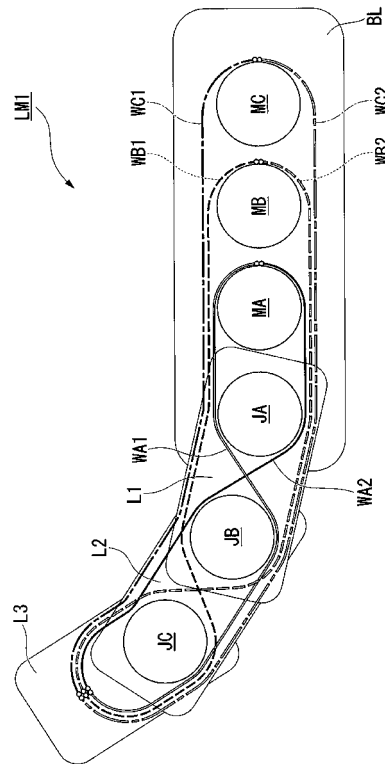
【 図 6 】



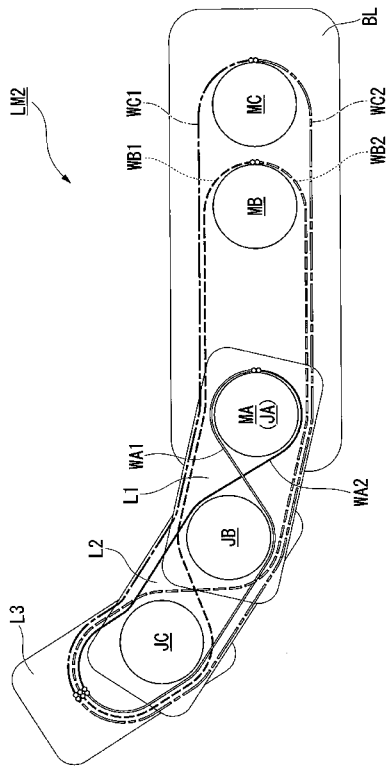
【 図 7 】



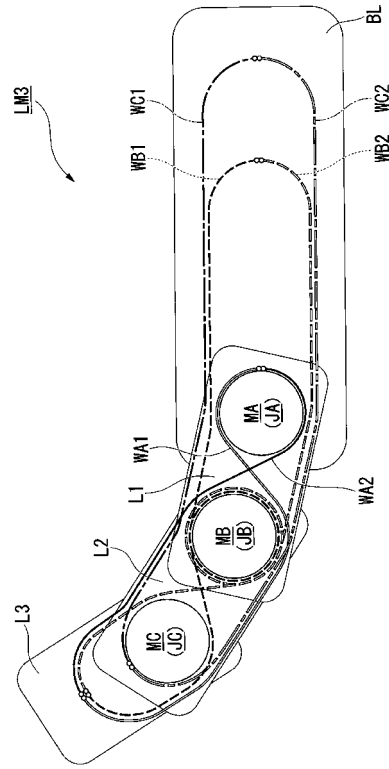
【 図 8 】



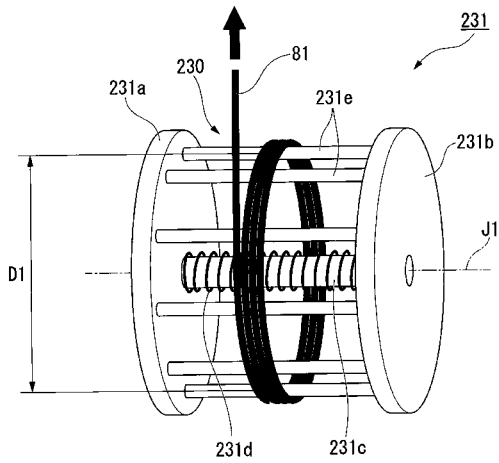
【 図 9 】



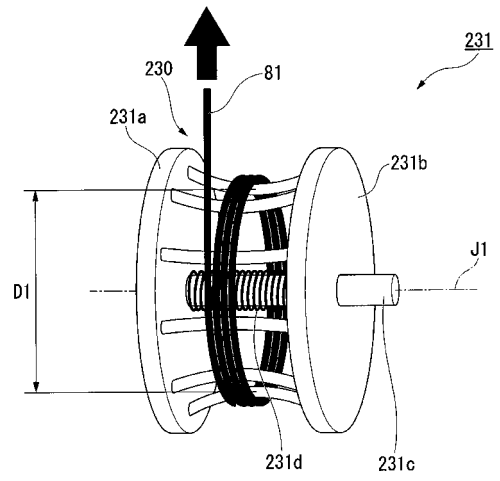
【 図 10 】



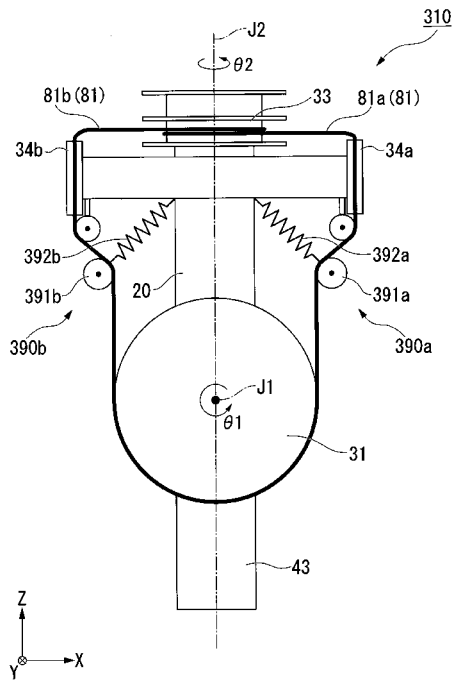
【 図 11 】



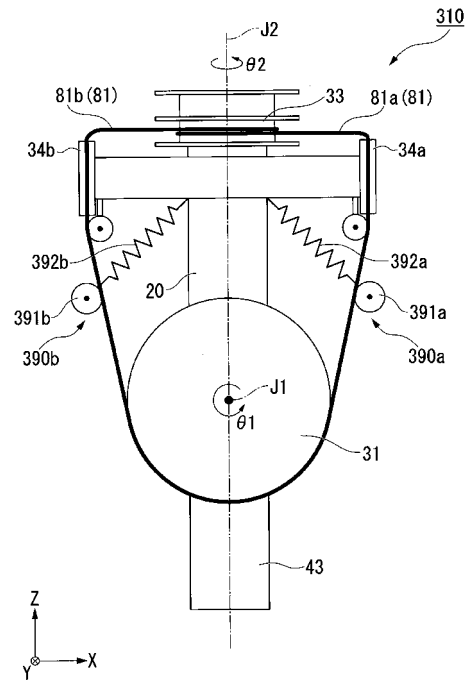
【 図 12 】



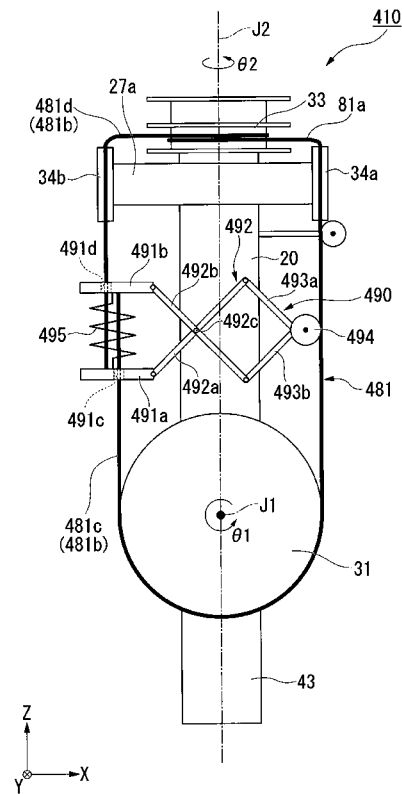
【 図 1 3 】



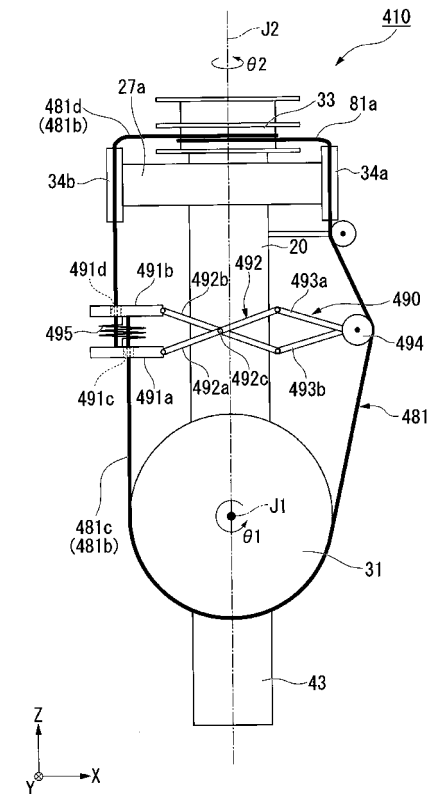
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2017/015793
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B25J17/00(2006.01) i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B25J17/00 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2017 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 61-076296 A (Toshiba Corp.), 18 April 1986 (18.04.1986), page 2, lower part, left column, line 3 to page 4, upper part, left column, line 1; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-2 4, 6
X Y	JP 3-505067 A (Massachusetts Institute of Technology), 07 November 1991 (07.11.1991), page 5, lower part, right column, line 8 to page 11, upper part, left column, line 11; fig. 7 to 8 & WO 1989/010242 A1 & EP 412117 A1 & US 4903536 A column 4, line 55 to column 13, line 12; fig. 7 to 8	1-2 4, 6
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 20 July 2017 (20.07.17)		Date of mailing of the international search report 01 August 2017 (01.08.17)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/015793

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-201607 A (Terumo Corp.), 10 September 2009 (10.09.2009), paragraphs [0053] to [0055]; fig. 5B (Family: none)	4, 6
A	JP 2008-232360 A (Toshiba Corp.), 02 October 2008 (02.10.2008), paragraphs [0085] to [0089]; fig. 13 & US 2008/0229862 A1 paragraphs [0113] to [0117]; fig. 13	1-6
A	JP 2015-506724 A (Livsmed Inc.), 05 March 2015 (05.03.2015), paragraphs [0010] to [0174]; fig. 1 to 13 & WO 2013/077572 A1 & EP 2783653 A1 & KR 10-2013-0057248 A & CN 104066399 A & US 2014/0318288 A1 paragraphs [0028] to [0203]; fig. 1 to 13	1-6

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 7 / 0 1 5 7 9 3	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B25J17/00(2006, 01) i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B25J17/00			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2017年 日本国実用新案登録公報 1996-2017年 日本国登録実用新案公報 1994-2017年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
X Y	JP 61-076296 A (株式会社東芝) 1986. 04. 18, 第2ページ下段左欄 第3行-第4ページ上段左欄第1行, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-2 4, 6	
X Y	JP 3-505067 A (マサチューセッツ インステイテユート オブ テ クノロジー) 1991. 11. 07, 第5ページ下段右欄第8行-第11ページ 上段左欄第11行, FIGS. 7-8 & WO 1989/010242 A1 & EP 412117 A1 & US 4903536 A, 第4欄第55行-第13欄第12行, FIGS. 7-8	1-2 4, 6	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献	
「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの		「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」 同一パテントファミリー文献	
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
国際調査を完了した日 20. 07. 2017		国際調査報告の発送日 01. 08. 2017	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 白井 卓巳	3U 4550
		電話番号 03-3581-1101 内線 3364	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2017/015793
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2009-201607 A (テルモ株式会社) 2009.09.10, 段落[0053]-[0055], 図 5B (ファミリーなし)	4, 6
A	JP 2008-232360 A (株式会社東芝) 2008.10.02, 段落[0085]-[0089], 図 13 & US 2008/0229862 A1, 段落[0113]-[0117], FIG. 13	1-6
A	JP 2015-506724 A (リブスメド インコーポレーテッド) 2015.03.05, 段落[0010]-[0174], 図 1-13 & WO 2013/077572 A1 & EP 2783653 A1 & KR 10-2013-0057248 A & CN 104066399 A & US 2014/0318288 A1, 段落[0028]-[0203], FIGS. 1-13	1-6

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ

(出願人による申告)平成27年度、国立研究開発法人日本医療研究開発機構 脳科学研究戦略推進プログラム「BMI制御のためのインテリジェント電動補助装置の開発」に係る産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

Fターム(参考) 3C707 BS12 CX01 HS27 HT04 HT07

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。