

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6752576号  
(P6752576)

(45) 発行日 令和2年9月9日(2020.9.9)

(24) 登録日 令和2年8月21日(2020.8.21)

(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 20 (全 20 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-4685 (P2016-4685)                  (22) 出願日 平成28年1月13日 (2016.1.13)                  (65) 公開番号 特開2017-124465 (P2017-124465A)                  (43) 公開日 平成29年7月20日 (2017.7.20)                  審査請求日 平成31年1月8日 (2019.1.8)</p>	<p>(73) 特許権者 000001007                  キヤノン株式会社                  東京都大田区下丸子3丁目30番2号                  (74) 代理人 110003133                  特許業務法人近島国際特許事務所                  (72) 発明者 尾形 勝                  東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内                  審査官 白井 卓巳</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 駆動機構、ロボット装置、駆動機構の制御方法、ロボット装置の制御方法、物品の製造方法、制御プログラム、記録媒体、及び支持部材

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

揺動または回転するリンクと、  
 前記リンクを駆動するための駆動力を伝達する伝達部と、  
 前記伝達部と前記リンクとの間に配置され、前記リンクにかかる力を検出するセンサと

、  
配線部材と、

前記伝達部と前記センサとに接続され、前記配線部材を支持する支持部材と、を備えて  
いる、

ことを特徴とする駆動機構。

10

【請求項 2】

前記伝達部は、  
 駆動源の回転を減速する減速機と、  
 前記減速機の回転を出力する出力部材と、を備えており、  
前記支持部材は、

前記出力部材と前記センサとに接続され、前記配線部材を支持する、  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の駆動機構。

【請求項 3】

前記減速機は波動歯車減速機である、  
 ことを特徴とする請求項 2 に記載の駆動機構。

20

## 【請求項 4】

前記支持部材は、  
 前記出力部材に取り付けられる第 1 の取付部と、  
 前記センサに取り付けられる第 2 の取付部と、  
 前記配線部材を保持する保持部材と、を備えている、  
 ことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の駆動機構。

## 【請求項 5】

前記センサは、  
 前記支持部材に接続される第 1 部材と、  
 前記リンクに接続される第 2 部材と、を備え、  
 前記第 1 部材は、前記第 2 の取付部に接続されている、  
 ことを特徴とする請求項 4 に記載の駆動機構。

10

## 【請求項 6】

前記センサは、  
 前記第 1 部材と前記第 2 部材とを連結する弾性部と、  
 前記第 1 部材と前記第 2 部材との相対的な変位を検出する検出ユニットと、を備えてい  
る、  
 ことを特徴とする請求項 5 に記載の駆動機構。

## 【請求項 7】

前記リンクの回転軸の方向において、前記リンク、前記センサ、前記配線部材、前記伝  
 達部の順で配置されている、  
 ことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の駆動機構。

20

## 【請求項 8】

前記センサは、前記駆動力と前記配線部材により生じる反力とを含んだ力を、前記リン  
 クにかかる力として検出する、  
 ことを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の駆動機構。

## 【請求項 9】

前記支持部材は、  
 前記出力部材に取り付けられる第 1 の取付部と、  
 前記センサに取り付けられる第 2 の取付部と、  
 前記配線部材を保持する保持部材と、  
 前記配線部材が巻き回されている巻線部と、を備えている、  
 ことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の駆動機構。

30

## 【請求項 10】

前記配線部材は、前記伝達部と前記センサとの間に配置される、  
ことを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の駆動機構。

## 【請求項 11】

揺動または回転するリンクと、  
 前記リンクを駆動するための駆動力を伝達する伝達部と、  
 前記伝達部と前記リンクとの間に配置され、前記リンクにかかる力を検出するセンサと  
、  
配線部材と、  
前記伝達部と前記センサとに接続され、前記配線部材を支持する支持部材と、を備えて  
いる、  
 ことを特徴とするロボット装置。

40

## 【請求項 12】

前記伝達部は、  
 駆動源の回転を減速する減速機と、  
 前記減速機の回転を出力する出力部材と、を備え、  
前記支持部材は、

50

前記出力部材と前記センサとに接続され、前記配線部材を支持する、  
ことを特徴とする請求項 1 1 に記載のロボット装置。

【請求項 1 3】

前記支持部材は、  
前記出力部材に取り付けられる第 1 の取付部と、  
前記センサに取り付けられる第 2 の取付部と、  
前記配線部材を保持する保持部材と、を備えている、  
ことを特徴とする請求項 1 2 に記載のロボット装置。

【請求項 1 4】

前記センサは、  
前記支持部材に接続される第 1 部材と、  
前記リンクに接続される第 2 部材と、を備え、  
前記第 1 部材は、前記第 2 の取付部に接続されている、  
ことを特徴とする請求項 1 3 に記載のロボット装置。

【請求項 1 5】

揺動または回転するリンクと、  
前記リンクを駆動するための駆動力を伝達する伝達部と、  
前記伝達部と前記リンクとの間に配置された、前記リンクにかかる力を検出するセンサ  
と、

配線部材と、 20

前記伝達部と前記センサとに接続され、前記配線部材を支持する支持部材と、  
前記リンクの動作を制御する制御装置と、を備える駆動機構の制御方法であって、  
前記制御装置は、

前記センサの検出結果を取得し、  
前記検出結果に基づき前記リンクの動作を制御する、  
ことを特徴とする駆動機構の制御方法。

【請求項 1 6】

揺動または回転するリンクと、  
前記リンクを駆動するための駆動力を伝達する伝達部と、  
前記伝達部と前記リンクとの間に配置された、前記リンクにかかる力を検出するセンサ  
と、

配線部材と、 30

前記リンクの動作を制御する制御装置と、  
前記伝達部と前記センサとに接続され、前記配線部材を支持する支持部材と、を備える  
ロボット装置の制御方法であって、

前記制御装置は、  
前記センサの検出結果を取得し、  
前記検出結果に基づき前記リンクの動作を制御する、  
ことを特徴とするロボット装置の制御方法。

【請求項 1 7】

請求項 1 1 から 1 4 のいずれか 1 項に記載のロボット装置を用いて物品の製造を行うこ  
とを特徴とする物品の製造方法。

【請求項 1 8】

請求項 1 5 または 1 6 に記載の制御方法を実行可能な制御プログラム。

【請求項 1 9】

請求項 1 8 に記載の制御プログラムを記録した、コンピュータで読み取り可能な記録媒  
体。

【請求項 2 0】

揺動または回転するリンクと、  
前記リンクを駆動するための駆動力を伝達する伝達部と、 50

前記伝達部と前記リンクとの間に配置され、前記リンクにかかる力を検出するセンサと

、配線部材と、を備えた装置に設けられる支持部材であって、

前記伝達部と前記センサとに接続され、前記配線部材を支持する、

ことを特徴とする支持部材。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、駆動機構、ロボット装置、駆動機構の制御方法、ロボット装置の制御方法、物品の製造方法、制御プログラム、記録媒体、及び支持部材に関する。

10

【背景技術】

【0002】

近年、関節型のロボット（マニピュレータ）の用途が拡大しており、人間との協調作業や工場内での組み立て作業など、ロボットが柔軟な動作を行うことが要求される分野への応用が広がっている。

【0003】

このようなロボットには、外力にならうための安定で広帯域な力制御（コンプライアンス制御）の機能が必要とされる。この力制御においては、従来広く用いられていた関節の位置制御（位置サーボ）をベースとした制御系に代わり、関節のトルク制御（トルクサーボ）をベースとした制御系を構成することが望ましい。そのため、関節に作用するトルクを、トルクを検知するセンサ（トルクセンサ）により正確に検知できる駆動機構が求められる。

20

【0004】

一般的なロボットは、多様な動作を行うことができるように、複数のリンクを複数の関節で連結した構造となっている。各関節に配置されたアクチュエータやセンサに動力や電気信号を伝達するための電線や、ロボットアームの先端部に装着したエンドエフェクタを駆動するための電線、配管等の配線部材を、ロボットアームの基端部から先端部へと配置する必要がある。これらの配線部材は、大きく可動する関節を跨いで設置される。例えば特許文献1では、配線部材を固定するケーブルホルダを有し、配線部材をケーブルホルダ間で略直線状になるように配置したロボットアームが記載されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開昭58-211888号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、ロボットアームが動作により変形する配線部材の反力は、関節の駆動に対する抵抗となる。従来の構成では、配線部材の変形による反力がロボットアームのリンクへ直接作用する。トルクセンサは、リンクと駆動部との間のトルクを検知するように配置されており、リンクに配線部材の反力によるトルク（モーメント）が作用すると、リンクに作用した外力によるトルクを高感度かつ高精度に検知することができなかった。

40

【0007】

このように、トルクの検知感度が低下することになるため、ロボットアームにおいては高感度なトルク制御を行うことができず、トルク制御の応答性が低下するという問題があった。また、トルクの検知精度が低下することになるため、ロボットアームにおいては正確なトルク制御を行うことができず、ロボットアームの先端部における力制御の精度が低下するという問題があった。

【0008】

そこで、本発明は、配線部材によって生じる反力の影響を低減し、リンクに作用した外

50

力によるトルクを高感度かつ高精度に検知することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の駆動機構は、揺動または回転するリンクと、前記リンクを駆動するための駆動力を伝達する伝達部と、前記伝達部と前記リンクとの間に配置され、前記リンクにかかる力を検出するセンサと、配線部材と、前記伝達部と前記センサとに接続され、前記配線部材を支持する支持部材と、を備えている、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、リンクに作用した外力を高感度かつ高精度に検知することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1実施形態に係るロボット装置を示す斜視図である。

【図2】第1実施形態に係る駆動機構を示す斜視図である。

【図3】第1実施形態に係る駆動機構の断面図である。

【図4】(a)はトルクセンサの斜視図である。(b)はトルクセンサのセンサ本体の斜視図である。

【図5】第1実施形態に係る駆動機構の支持部材の斜視図である。

【図6】(a)は第1実施形態に係る駆動機構の支持部材の正面図、(b)は(a)のVIB-VIB線に沿う支持部材の断面図である。

20

【図7】第2実施形態に係る駆動機構の断面図である。

【図8】第3実施形態に係る駆動機構の断面図である。

【図9】第3実施形態に係る駆動機構の支持部材を示す斜視図である。

【図10】比較例の駆動機構を示す側面図である。

【図11】比較例の駆動機構を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明を実施するための形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0013】

[第1実施形態]

30

図1は、第1実施形態に係るロボット装置を示す斜視図である。図1に示すように、ロボット装置100は、ロボット200と、ロボット200を制御する制御部としての制御装置300とを備えている。ロボット200は、複数(例えば6つ)の関節J1~J6を有する垂直多関節のロボットアーム201と、エンドエフェクタであるロボットハンド202とを備えている。

【0014】

ロボットアーム201は、複数のリンク210~216を有し、各リンク210~216が各関節J1~J6で揺動(旋回又は屈曲ともいう)可能又は回転可能に連結されて構成されている。本実施形態では、ロボットアーム201は、揺動する3軸の関節J2, J3, J5と、回転する3軸の関節J1, J4, J6との6軸の関節J1~J6で構成されている。各関節J1~J6は、各駆動機構71~76で構成されている。ロボットアーム201の基端部である基端リンク(ベース部)210は、架台に固定されている。

40

【0015】

ロボットハンド202は、ロボットアーム201の先端部である先端リンク216に取り付けられて支持され、ロボットアーム201の動作により、その運動(位置・姿勢)、または力が調整されるようになっている。ロボットハンド202は、ハンド本体220と、ハンド本体220に対して移動可能に配設されて、ワークWを把持可能な複数の指221とを備えている。

【0016】

制御装置300とロボット200とは、信号線や電力線等の電線を束ねたケーブル等の

50

配線部材 40 で接続されている。なお、空気圧や油圧で動作するロボットの場合については、配線部材 40 には配管等も含まれる。配線部材 40 は、可撓性を有し、ロボットアーム 201 の基端部（固定端）から先端部（自由端）に亘って配置されている。そして、配線部材 40 を構成する各電線が、各関節 J1 ~ J6 のモータやセンサ、ロボットハンド 202 のモータやセンサに接続されている。

【0017】

図 2 は、第 1 実施形態に係る駆動機構 72 を示す斜視図である。図 3 は、第 1 実施形態に係る駆動機構 72 の断面図である。関節 J2 における駆動機構 72 は、ロボットアーム 201 の基端部側の第 1 のリンクであるリンク 211 と、リンク 211 に対して相対的に揺動する、ロボットアーム 201 の先端部側の第 2 のリンクであるリンク 212 と、を有

10

【0018】

本実施形態では、リンク 211 は、固定リンク（根元側リンクともいう）であり、リンク 212 は、固定リンクに対して可動する出力リンク（可動リンク又は末梢側リンクともいう）である。また、駆動機構 72 は、駆動部本体 50 と、配線部材 40 と、配線部材 40 を支持する支持部材 41 と、トルクセンサ 82 とを有している。

【0019】

駆動部本体 50 は、リンク 211 に支持され、リンク 211 に対して中心軸（回転中心軸）C まわりにリンク 212 を揺動駆動する駆動力を発生する。即ち、駆動部本体 50 は、リンク 211 とリンク 212 との間にトルクを発生させる。

20

【0020】

配線部材 40 は、中心軸 C と直交する方向に沿ってリンク 211 とリンク 212 とに跨って配置されている。トルクセンサ 82 は、1 次側と 2 次側との間の変位に応じたトルクを検知するものであり、本実施形態では、リンク 212 に作用するトルクを検知するものである。

【0021】

リンク 211 とリンク 212 とは、関節支持機構である軸受 722 によって回転自在に連結されている。軸受 722 は、関節の中心軸 C まわりの回転運動のみが可能のように、リンク 211 に対するリンク 212 の相対運動を拘束する。本実施形態では、軸受 722 は、関節に広く用いられているクロスロー軸受である。

30

【0022】

駆動部本体 50 は、回転駆動源である電動モータ 51 と、電動モータ 51 の回転を減速して出力する減速機 53 と、を有する。また、本実施形態では、駆動部本体 50 は、電動モータ 51 の回転を減速機 53 の入力軸に伝達する伝達機構 52 を有する。

【0023】

電動モータ 51 は、モータ回転角度計測用の不図示のロータリエンコーダ、モータ回転角保持用の不図示のブレーキなどを備えている。電動モータ 51 には、モータの電氣的な駆動や、ロータリエンコーダとの信号のやり取り、およびブレーキの開閉動作の制御などを行う配線が連結されている。これら配線が配線部材 40 に含まれている。

【0024】

配線部材 40 は、長手方向の一部が固定部材 42 によってリンク 211 に固定され、固定部材 42 によって固定された部分とは異なる長手方向の一部が固定部材 43 によってリンク 212 に固定されている。また、配線部材 40 は、リンク 211, 212 の内部を通過するように配置されている。本実施形態では、配線部材 40 において、固定部材 42 に固定された部分と固定部材 43 に固定された部分との間の部分が、支持部材 41 に支持されている。また、配線部材 40 において、固定部材 43 によってリンク 212 に固定された部分よりも先端側の部分は、関節 J2 よりも先端側のリンク内に配置されたモータやセンサと接続される。

40

【0025】

本実施形態では、減速機 53 は波動歯車減速機である。減速機 53 は、入力軸 531 と

50

、入力軸 5 3 1 に固定されたウェブジェネレータ 5 3 2 と、フレクスプライン 5 3 3 と、サーキュラスプライン 5 3 4 とを有している。サーキュラスプライン 5 3 4 は、軸受 7 2 2 の内輪に固定されている。軸受 7 2 2 の外輪は、リンク 2 1 1 に固定されている。サーキュラスプライン 5 3 4 には、回転部材 5 4 が固定されている。回転部材 5 4 には減速機 5 3 の駆動力が出力され、これにより回転部材 5 4 が中心軸 C まわりに回転する。

【 0 0 2 6 】

伝達機構 5 2 は、電動モータ 5 1 の回転軸 5 1 1 に固定されたプーリ 5 2 2 と、減速機 5 3 の入力軸 5 3 1 に固定されたプーリ 5 2 3 と、プーリ 5 2 2 , 5 2 3 間に架け回された無端状のタイミングベルト 5 2 1 とで構成されている。

【 0 0 2 7 】

電動モータ 5 1 の駆動力の出力は、プーリ 5 2 2、タイミングベルト 5 2 1 及びプーリ 5 2 3 を介して、減速機 5 3 の入力軸 5 3 1 を回転駆動する。減速機 5 3 は、電動モータ 5 1 の発生するトルクを減速比分だけ拡大し（同時に回転角度を減速比分だけ減速して）、拡大されたトルクを回転部材 5 4 より出力する。これにより電動モータ 5 1 が生成するトルクを減速機 5 3 により関節の駆動に適したレベルに拡大し、この減速機 5 3 より出力されたトルクによって、軸受 7 2 2 により支持されたリンク 2 1 2 を能動的に揺動駆動する。

【 0 0 2 8 】

本実施形態では、各関節 J 1 ~ J 6（図 1）にトルクセンサ 8 2 が配置されており、制御装置 3 0 0 は、これらトルクセンサ 8 2 の検知結果に基づき、ロボットアーム 2 0 1 を

【 0 0 2 9 】

ここで、電動モータ 5 1 が効率よく発生できるトルクは、関節の駆動に必要なトルクに比べて非常に小さく、また、定格回転速度も関節の出力軸に求められる回転速度よりも非常に大きい。そのため、本実施形態では、減速機 5 3 として、1 : 3 0 ~ 1 : 2 0 0 程度、例えば 1 : 1 0 0 の高い減速比を有する減速機（例えば波動歯車減速機）を用いている。この主な理由は、機構をコンパクトな構成とするためであり、結果として高減速比の減速機が必要になるため、減速に伴う駆動部本体 5 0 内の摩擦と回転抵抗によるトルク損失が大きくなる。

【 0 0 3 0 】

そのため、モータトルクの測定（あるいは、モータトルクに比例するモータ電流の測定）だけでは、関節の出力段のトルクを正確に把握することができない。またこれらのトルク損失は、摩擦などの非線形な物理現象が主な要因であるため、精密なモデリングが困難であり、再現性も乏しいため出力トルクを補正することも困難である。このことから、トルクセンサによって駆動部本体の出力側のトルクを正確に計測する必要がある。したがって、本実施形態では、駆動部本体 5 0 の出力側（回転部材 5 4）とリンク 2 1 2 との間にトルクセンサ 8 2 を配置している。なお、減速機 5 3 の減速比は上述した数値に限定されるものではない。

【 0 0 3 1 】

ここで、比較例の駆動機構について、図面を参照しながら詳しく説明する。図 1 0 は、比較例の駆動機構 7 0 X を示す側面図である。図 1 1 は、比較例の駆動機構 7 0 X を示す断面図である。図 1 1 には、図 1 0 に示す駆動機構 7 0 X の中心線に沿った断面を図示している。駆動機構 7 0 X は、リンク 2 1 1 X、リンク 2 1 2 X、配線部材 4 0 X、軸受 7 2 2 X、駆動部本体 5 0 X 及びトルクセンサ 8 2 X を有する。駆動部本体 5 0 X は、リンク 2 1 1 X に支持されている。駆動部本体 5 0 X の出力側が、トルクセンサ 8 2 X を介してリンク 2 1 2 X に接続されている。これにより、駆動部本体 5 0 X は、トルクセンサ 8 2 X を介してリンク 2 1 2 X を揺動駆動する。

【 0 0 3 2 】

配線部材 4 0 X は、固定部材 4 1 X , 4 2 X により各リンク 2 1 1 X , 2 1 2 X の外側壁に固定されている。配線部材 4 0 X は、次の関節や更にその先の関節、あるいはエンド

10

20

30

40

50

エフェクタを駆動するためのモータやセンサと連結するために、ロボットアームの内部へと誘導される。

【0033】

リンク211Xは、ロボットアームの基端部側の固定リンク、リンク212Xは、駆動部によって駆動される、ロボットアームの先端部側の出力リンクである。リンク211Xとリンク212Xとは、軸受722Xにより回転自在に連結されている。具体的には、モータ51Xと減速機53Xとを有する駆動部本体50Xが、リンク211Xに支持されており、リンク212Xが、駆動部本体50Xの出力側にトルクセンサ82Xを介して連結される。トルクセンサ82Xは、内輪と外輪の間の相対変位を計測することにより駆動部本体50Xが出力する出力トルク $T_{drv}$ を計測する。

10

【0034】

ここで、リンク212Xの先端が外部環境と接触した際の静力学的平衡（力のバランス）を考える。すなわち、図10において、関節トルクを制御することによって、外力 $F_{link}$ を制御する場合を考える。

【0035】

図10に示すような外力 $F_{link}$ によって関節の中心軸CXまわりに発生するモーメント（トルク）を $T_{link}$ とする。トルク $T_{link}$ は、以下の式（1）で表される。ここでRは、関節の中心軸CXから外力 $F_{link}$ の作用点までの距離である。

【0036】

$$T_{link} = R \times F_{link} \quad (1)$$

20

【0037】

リンク212Xに固定されている配線部材40Xは、自身の変形に伴い、図10に示すような反力 $f_{dis}$ をリンク212Xに与える。図10に示すような反力 $f_{dis}$ によって関節の中心軸CXまわりに発生するモーメント（トルク）を $T_{dis}$ とする。トルク $T_{dis}$ は、以下の式（2）で表される。ここでrは、関節の中心軸CXと固定部材42Xとの間の距離（配線部材の反力の作用点までの距離）である。

【0038】

$$T_{dis} = r \times f_{dis} \quad (2)$$

【0039】

一方、トルクセンサ82Xは、駆動部本体50Xとリンク212Xの間に設置されているので、このトルクセンサ82Xが計測するトルク $T_{JTS}$ は、駆動部本体50Xの出力トルク $T_{drv}$ に等しい。

30

【0040】

$$T_{JTS} = T_{drv} \quad (3)$$

【0041】

以上を踏まえると、駆動機構70Xにおいてリンク212Xの中心軸CXまわりに作用するトルクのつり合いは、以下の式（4）となる。

【0042】

$$(T_{JTS} = ) T_{drv} = T_{link} + T_{dis} \quad (4)$$

【0043】

40

以上、比較例の駆動機構70Xにおいて、トルクセンサ82Xが計測するトルク $T_{JTS}$ は、リンク212Xを駆動するためのトルク $T_{link}$ とは一致しない。即ち、トルクセンサ82Xが計測するトルク $T_{JTS}$ には、外力によるトルク $T_{link}$ に、配線部材40Xの変形に伴う反トルク $T_{dis}$ が重畳している。

【0044】

比較例の駆動機構70Xでは、2つのリンク211X、212Xが、駆動部本体50Xとトルクセンサ82Xからなる動力伝達経路の他に、モータ51Xやセンサなどへの配線部材40Xによって連結されている。よって、比較例の駆動機構70Xでは、リンク間の力の伝達は2つの経路を経由して行われることになり、関節を跨いで設置された配線部材40Xの変形抵抗力に起因する反力モーメント $T_{dis}$ が、関節トルク計測の不感帯とし

50



て働くことになる。

【 0 0 4 5 】

本実施形態では、駆動部本体 5 0 の出力側（回転部材 5 4）が、支持部材 4 1 を介してトルクセンサ 8 2 に連結される。即ち、支持部材 4 1 は、駆動部本体 5 0 の駆動力により回転する回転部材 5 4 に連結（固定）されている。

【 0 0 4 6 】

図 4（a）は、トルクセンサの斜視図である。図 4（b）は、トルクセンサのセンサ本体の斜視図である。トルクセンサ 8 2 は、センサ本体 8 2 0 と、センサ本体 8 2 0 を覆う外装部材（カバー） 8 3 0 と、を有する。

【 0 0 4 7 】

センサ本体 8 2 0 は、1 次側連結部材（駆動部側部材）である内輪部材 8 2 1 と、2 次側連結部材（リンク側部材）である外輪部材 8 2 2 と、弾性変形する弾性変形部材 8 2 3 と、弾性変形部材 8 2 3 に取り付けられた検知部 8 2 4 とを有する。これら内輪部材 8 2 1、外輪部材 8 2 2、弾性変形部材 8 2 3 及び検知部 8 2 4 でユニット化されたセンサ本体 8 2 0（トルクセンサ 8 2）が構成されている。

【 0 0 4 8 】

内輪部材 8 2 1、外輪部材 8 2 2 及び弾性変形部材 8 2 3 は、例えば円柱状の部材を切削加工することにより、一体に形成されている。トルクの検知結果（信号）は、ケーブル 4 0 1 を介して制御装置 3 0 0 に出力される。ケーブル 4 0 1 は、配線部材 4 0 の一部である。

【 0 0 4 9 】

内輪部材 8 2 1 及び外輪部材 8 2 2 は、リング状（環状）に形成されている。外輪部材 8 2 2 の内側に内輪部材 8 2 1 が配置されている。また、内輪部材 8 2 1 と外輪部材 8 2 2 とが中心軸 C に対して同軸に配置されている。弾性変形部材 8 2 3 は、内輪部材 8 2 1 及び外輪部材 8 2 2 の中心軸 C に対して、放射状に複数、周方向に間隔をあけて設けられている。弾性変形部材 8 2 3 の放射方向の一端が、内輪部材 8 2 1 に直接接続されており、弾性変形部材 8 2 3 の放射方向の他端が、外輪部材 8 2 2 に直接接続されている。これにより、弾性変形部材 8 2 3 の両端が、内輪部材 8 2 1 及び外輪部材 8 2 2 に支持されている。

【 0 0 5 0 】

弾性変形部材 8 2 3 は、内輪部材 8 2 1 と外輪部材 8 2 2 との間のトルクに応じた変形量で弾性変形する。つまり、弾性変形部材 8 2 3 は、リンク 2 1 2 から受ける回転モーメント（トルク）に応じて弾性変形する。弾性変形部材 8 2 3 は、内輪部材 8 2 1 及び外輪部材 8 2 2 と同じ材料で形成されているが、弾性変形するように、薄肉に形成されている。これにより、外輪部材 8 2 2 は、弾性変形部材 8 2 3 の弾性変形により、内輪部材 8 2 1 に対して相対的に、中心軸 C まわり（図 4（b）中、Z 軸まわり）に回転変位する。

【 0 0 5 1 】

内輪部材 8 2 1 及び外輪部材 8 2 2 には、それぞれボルト穴 8 3 1、8 3 2 が形成されている。内輪部材 8 2 1 は、不図示のボルトで支持部材 4 1 に固定（連結）されている。外輪部材 8 2 2 は、不図示のボルトでリンク 2 1 2 に固定されている。よって、内輪部材 8 2 1 は、支持部材 4 1（回転部材 5 4）と一体に回転し、外輪部材 8 2 2 は、リンク 2 1 2 と一体に回転する。即ち、回転部材 5 4、支持部材 4 1 及び内輪部材 8 2 1 で、駆動部本体 5 0 の駆動力を出力する出力部材 6 0 が構成されている。したがって、弾性変形部材 8 2 3 の一端が、出力部材 6 0 に直接支持（駆動部本体 5 0 の出力側に間接支持）され、弾性変形部材 8 2 3 の他端が、外輪部材 8 2 2 に直接支持（リンク 2 1 2 に間接支持）されていることになる。出力部材 6 0 を、3 つの部材 5 4、4 1、8 2 1 に分けたことで、駆動機構 7 2 の製造を容易にしている。

【 0 0 5 2 】

検知部 8 2 4 は、固定リンクであるリンク 2 1 1 に対して揺動する出力リンクであるリンク 2 1 2 に作用した外力によるトルクに対応した物理量を検知する。具体的には、検知

10

20

30

40

50

部 8 2 4 は、弾性変形部材 8 2 3 の弾性変形による内輪部材 8 2 1 に対する外輪部材 8 2 2 (リンク 2 1 2) の変位に応じた、トルクに対応した物理量、即ち弾性変形部材 8 2 3 の変形量 (歪み量) を検知する歪みゲージである。

【 0 0 5 3 】

検知部 8 2 4 の検知結果は、内輪部材 8 2 1 と外輪部材 8 2 2 との間に作用した中心軸 C まわりの回転モーメント (トルク) に相当する。したがって、制御装置 3 0 0 は、トルクセンサ 8 2 の検知部 8 2 4 による検知結果を、トルク値として取得する。

【 0 0 5 4 】

配線部材 4 0 は、出力部材 6 0、具体的にはトルクセンサ 8 2 と駆動部本体 5 0 との間の支持部材 4 1 に支持されている。したがって、関節 J 2 の揺動運動にともない屈曲する配線部材 4 0 が発生する反力は、駆動部本体 5 0 (減速機 5 3) の出力にかかり、リンク 2 1 2 には直接的に作用せず、リンク 2 1 2 にはかかりにくい構造となる。

【 0 0 5 5 】

よって、検知部 8 2 4 により検知されるトルクに対応した物理量に、配線部材 4 0 の反力が影響するのを低減することができる。したがって、リンク 2 1 2 に作用した外力によるトルク (に対応した物理量) を高感度かつ高精度に検知することができる。これにより、ロボットアーム 2 0 1 のコンプライアンス制御の精度が向上する。

【 0 0 5 6 】

また、配線部材 4 0 における支持部材 4 1 と固定部材 4 3 との間の部分には (トルクセンサ 8 2 やリンク構造の弾性変形以外には)、相対運動する箇所がない。したがって、関節 J 2 が揺動運動した際も、配線部材 4 0 における支持部材 4 1 と固定部材 4 3 との間の部分はほとんど変形しない。このため固定部材 4 3 において、配線部材 4 0 がリンク 2 1 2 へと加える力もほぼ変化することなく支持されることになる。このため、トルクセンサ 8 2 (検知部 8 2 4) は、配線部材 4 0 の変形による反力 (トルク外乱) に左右されず、リンク 2 1 2 に作用する外力に起因するトルクのみを高感度かつ高精度に検知することが可能である。

【 0 0 5 7 】

以下、トルクセンサ 8 2 (検知部 8 2 4) により検知されるトルクについて詳細に説明する。式 (1) ~ (4) と同様に、 $T_{drv}$  を駆動部本体 5 0 が出力するトルクとする。また、 $T_{link}$  をリンク 2 1 2 に作用する外力に起因する関節 J 2 の中心軸 C まわりのモーメント (トルク)、また、 $T_{dis}$  を配線部材 4 0 の反力に起因する関節 J 2 の中心軸 C まわりのモーメント (トルク) とする。また、 $T_{JTS}$  をトルクセンサ 8 2 (検知部 8 2 4) が検知するトルクとする。

【 0 0 5 8 】

これまで説明したように、配線部材 4 0 の反力は出力部材 6 0 によって支持され、リンク 2 1 2 には直接的には作用しないため、リンク 2 1 2 にはトルクセンサ 8 2 を介し出力部材 6 0 だけが力学的に連結しているとみなすことができる。したがって、トルクセンサ 8 2 に作用するトルクのつり合いとしては、

$$T_{JTS} = T_{link} \quad (5)$$

が成立する。

【 0 0 5 9 】

一方、出力部材 6 0 に作用するのは、駆動部本体 5 0 の出力トルク  $T_{drv}$ 、配線部材 4 0 の反力によるトルク  $T_{dis}$ 、トルクセンサの支持トルク (トルクセンサが検出するトルクの反トルク) の 3 つである。同様に出力部材 6 0 に関するトルクのつり合いから、

$$T_{JTS} = T_{dis} + T_{drv} \quad (6)$$

である。これはトルクセンサが検出するトルクが、駆動部が出力するトルクと配線部材の反力トルクとを含んだものであることを示している。

【 0 0 6 0 】

このように、高精度で不感帯のない高感度なトルク検出が可能であるので、ロボットアーム 2 0 1 の関節のトルク制御の感度および精度を向上させることが可能であり、応答性

10

20

30

40

50

の高い関節のトルク制御を実現することが可能となる。したがって、ロボットアーム 201 の先端部における力制御（コンプライアンス制御）の精度が向上する。

【0061】

さらに、配線部材の変形量に基づき配線部材の反力を推定するなどの補正制御や、その補正データを取得のための予備的実験なども不要である。また、機構的にも制御的にもなれら複雑化することなく、関節のトルク制御の高感度化・高精度化と応答性の向上が可能である。

【0062】

図5は、第1実施形態に係る駆動機構の支持部材の斜視図である。支持部材41は、回転部材54に取り付けられた第1の取付部である取付部411と、トルクセンサ82の内輪部材821に取り付けられた第2の取付部である取付部412と、を有する。また、支持部材41は、配線部材40を機械的にクランプすることで配線部材40を固定する固定部413を有する。

10

【0063】

取付部411、412は、平板状に形成されており、配線部材40の引き回しを行うガイドとしても機能する。固定部413は、取付部411と取付部412との間に配置（形成）されている。固定部413は、回転部材54の軸心（中心軸C）に対して、中心軸Cと直交する方向にリンク212の側にオフセットした位置に形成されている。

【0064】

図6(a)は、第1実施形態に係る駆動機構の支持部材の正面図、図6(b)は、図6(a)のVIB-VIB線に沿う支持部材の断面図である。図6(b)には、リンク212が揺動した際にリンク212とともに揺動運動する支持部材41と、支持部材41に支持された配線部材40の様子を図示している。図6(a)に示すように、支持部材41は、配線部材40が引き回される関節J2の中心軸Cからずれた位置で配線部材40を固定（支持）するように構成されている。これにより、関節J2が揺動した際も、配線部材40は、他の部材との干渉などによって動きが妨げられることなく屈曲可能であり、過大なストレスを発生させることなく屈曲可能である。

20

【0065】

以上、関節J2における駆動機構72について説明したが、揺動する他の関節J3、J5における駆動機構73、75についても、駆動機構72と同様に構成することができる。よって、ロボットアーム201の力制御（コンプライアンス制御）の精度が更に向上する。

30

【0066】

[第2実施形態]

本発明の第2実施形態に係る駆動機構について説明する。図7は、第2実施形態に係る駆動機構の断面図である。なお、図7において、第1実施形態と同様の構成については、同一符号を付して説明を省略する。

【0067】

第2実施形態の駆動機構72Aは、第1実施形態の構成の駆動機構72の根元側リンクと末梢側リンクを反転させた構成である。即ち、第1実施形態では、第1リンクが、根元側リンクであるリンク211であり、第2リンクが、末梢側リンクであるリンク212であった。第2実施形態では、第1のリンクが、末梢側リンクであるリンク212Aであり、第2のリンクが、根元側リンクであるリンク211Aである。つまり、第1のリンクを基準とすれば、第2のリンクは第1のリンクに対して揺動し、第2のリンクを基準とすれば、第1のリンクは第2のリンクに対して揺動する。よって、第2のリンクであるリンク211Aは、第1のリンクであるリンク212Aを基準に見れば、リンク212Aに対して相対的に揺動する。

40

【0068】

駆動部本体50を構成する電動モータ51や減速機53は、第1のリンクである末梢側のリンク212Aに支持され、トルクセンサ82は、第2のリンクである根元側のリンク

50

211Aへと接続されている。支持部材41は、トルクセンサ82と駆動部本体50との間に配置されている。その他の構成要素は、第1実施形態の配置と同様である。

【0069】

第2実施形態における駆動機構72Aは、関節J2を駆動するためのモータやエンコーダを、被駆動側のリンク212A内に格納することが可能なので、ロボットの小型化、特にロボットにおける鉛直方向の高さを抑える際に有効な構成である。

【0070】

第2実施形態では、トルクセンサ82が検知するトルクは、被駆動のリンク212Aを駆動するトルクではなく、その反作用トルクとなるが、第1実施形態と同様に配線部材40が及ぼす反力の影響を受けない。したがって、リンク212Aに作用する外力に起因するトルクを正確に検知することが可能である。

10

【0071】

以下、関節J2に関する力とモーメントのバランスを用いて説明する。式(1)~(4)と同様に、 $T_{drv}$ を駆動部本体50が出力するトルクとする。 $T_{link}$ をリンク212Aに作用する外力に起因する関節J2の中心軸Cまわりのモーメント(トルク)とする。 $T_{dis}$ を配線部材40がリンク212Aにおよぼす力に起因するモーメントとする。 $T_{JTS}$ をトルクセンサ82が検知するトルクとする。

【0072】

リンク212Aに作用するトルクは、外力によるトルク(=リンク212Aを駆動するトルク) $T_{link}$ 、駆動部本体50が出力するトルク $T_{drv}$ 、そして配線部材40の抵抗トルク $T_{dis}$ の3種類である。よってリンク211Aにおけるトルクのつり合いは、式(7)と表すことができる。

20

【0073】

$$T_{link} = T_{dis} + T_{drv} \quad (7)$$

【0074】

一方、トルクセンサ82は、支持部材41を介して駆動部本体50に固定され、配線部材40において支持部材41とリンク211Aとの間に引き回された部分は、関節J2が運動した際も変形しない。そのため、トルクセンサ82に作用するトルクは、支持部材41から加えられるトルクのみと考えてよい。また、トルクセンサ82はリンク211Aに固定されているので、トルクセンサ82が検知するトルク $T_{JTS}$ の反力が支持部材41に作用する。

30

【0075】

したがって支持部材41に作用するトルクは、駆動部本体50が出力するトルクの反作用トルクである $-T_{drv}$ 、配線部材40の反力トルク $-T_{dis}$ 、そしてトルクセンサ82が支持部材41を支持するトルク $-T_{JTS}$ の3種類である。したがって、以下の式(8)となるトルクのつり合いが成立する。

【0076】

$$-T_{drv} - T_{dis} = -T_{JTS} \quad (8)$$

【0077】

以上より明らかのように、式(7)、(8)より $T_{drv}$ と $T_{dis}$ を消去すれば、式(9)のようになる。

40

【0078】

$$T_{JTS} = T_{link} \quad (9)$$

【0079】

したがって、第2実施形態の駆動機構72Aによれば、配線部材40の変形に伴い発生する外乱トルクの影響を受けずに、リンク212Aに作用する外力トルク(リンク212Aを駆動するためのトルクの反作用トルク)を高感度かつ高精度に検知できる。

【0080】

[第3実施形態]

次に、本発明の第3実施形態に係る駆動機構について説明する。図8は、第3実施形態

50

に係る駆動機構の断面図である。図 8 には、図 1 に示すロボットアーム 201 の関節 J 4 における駆動機構 74 を図示している。第 1 及び第 2 実施形態では、揺動関節の駆動機構について説明したが、第 3 実施形態では回転関節の駆動機構について説明する。

【0081】

駆動機構 74 は、ロボットアーム 201 の基端部側の第 1 のリンクであるリンク 213 と、リンク 213 に対して相対的に回転する、ロボットアーム 201 の先端部側の第 2 のリンクであるリンク 214 と、を有している。

【0082】

第 3 実施形態では、リンク 213 は、固定リンク（根元側リンクともいう）であり、リンク 214 は、固定リンクに対して可動する出力リンク（可動リンク又は末梢側リンクともいう）である。また、駆動機構 74 は、駆動部本体 50B と、配線部材 40 と、配線部材 40 を支持する支持部材 41B と、トルクセンサ 82 とを有している。

10

【0083】

駆動部本体 50B は、リンク 213 に支持され、リンク 213 に対して中心軸（回転中心軸）CB まわりにリンク 214 を回転駆動する駆動力を発生する。即ち、駆動部本体 50B は、リンク 213 とリンク 214 との間にトルクを発生させる。

【0084】

配線部材 40 は、リンク 213 とリンク 214 とに跨って配置されている。トルクセンサ 82 は、駆動部側部材（1 次側連結部材）である内輪部材 821 とリンク側部材（2 次側連結部材）である外輪部材 822 との間の変位に応じたトルクを検知するものであり、第 3 実施形態ではリンク 214 に作用するトルクを検知するものである。トルクセンサ 82 は、第 1 実施形態で説明した図 4（a）及び図 4（b）と同様の構成であり、図 8 では不図示の弾性変形部材 823 と、検知部 824 とを有する。

20

【0085】

駆動部本体 50B は、回転駆動源である電動モータ 51B と、電動モータ 51B の回転を減速して出力する減速機 53B と、を有する。また、第 3 実施形態では、駆動部本体 50B は、電動モータ 51B の回転を減速機 53B の入力軸に伝達する伝達機構 52B を有する。

【0086】

配線部材 40 は、長手方向の一部が固定部材 42B によってリンク 213 に固定され、固定部材 42B によって固定された部分とは異なる長手方向の一部が固定部材 43B によってリンク 214 に固定されている。また、配線部材 40 は、リンク 213、214 の内部を通過するように配置されている。第 3 実施形態では、配線部材 40 において、固定部材 42B に固定された部分と固定部材 43B に固定された部分との間の部分が、支持部材 41B に支持されている。

30

【0087】

減速機 53B は波動歯車減速機である。減速機 53B は、入力軸 531B と、入力軸 531B に固定されたウェブジェネレータ 532B と、フレクスプライン 533B と、サーキュラスプライン 534B とを有している。サーキュラスプライン 534B は、リンク 213 に固定されている。サーキュラスプライン 534B には、クロスローラ軸受等の軸受 740 の外輪 742 が固定されている。軸受 740 の内輪（回転部材）741 には、フレクスプライン 533B が固定されている。内輪（回転部材）741 には減速機 53B の駆動力が出力され、これにより内輪 741 が中心軸 CB まわりに回転する。

40

【0088】

伝達機構 52B は、電動モータ 51B の回転軸 511B に固定された歯車 522B と、減速機 53B の入力軸 531B に固定され、歯車 522B に噛合する歯車 523B と、で構成されている。

【0089】

電動モータ 51B の駆動力の出力は、伝達機構 52B を介して減速機 53B の入力軸 531B を回転駆動する。減速機 53B は、電動モータ 51B の発生するトルクを減速比

50

だけ拡大し（同時に回転角度を減速比分だけ減速して）、拡大されたトルクを軸受 7 4 0 の内輪 7 4 1 より出力する。これにより電動モータ 5 1 B が生成するトルクを減速機 5 3 B により関節 J 4 の駆動に適したレベルに拡大し、この減速機 5 3 B より出力されたトルクによってリンク 2 1 4 を能動的に回転駆動する。

【 0 0 9 0 】

第 3 実施形態では、駆動部本体 5 0 B の出力側（軸受 7 4 0 の内輪 7 4 1）が、支持部材 4 1 B を介してトルクセンサ 8 2 に連結される。即ち、支持部材 4 1 B は、駆動部本体 5 0 B の駆動力により回転する軸受 7 4 0 の内輪 7 4 1 に連結（固定）されている。

【 0 0 9 1 】

内輪部材 8 2 1 は、支持部材 4 1 B に連結（固定）されている。外輪部材 8 2 2 は、リンク 2 1 3 に固定されている。よって、内輪部材 8 2 1 は、支持部材 4 1 B（軸受 7 4 0 の内輪 7 4 1）と一体に回転し、外輪部材 8 2 2 は、リンク 2 1 4 と一体に回転する。

10

【 0 0 9 2 】

即ち、軸受 7 4 0 の内輪 7 4 1、支持部材 4 1 B 及び内輪部材 8 2 1 で、駆動部本体 5 0 B の駆動力を出力する出力部材 6 0 B が構成されている。したがって、弾性変形部材 8 2 3 の一端が、出力部材 6 0 B に直接支持（駆動部本体 5 0 B の出力側に間接支持）され、弾性変形部材 8 2 3 の他端が、外輪部材 8 2 2 に直接支持（リンク 2 1 4 に間接支持）されていることになる。出力部材 6 0 B を、3 つの部材 7 4 1、4 1 B、8 2 1 B に分けたことで、駆動機構 7 4 の製造を容易にしている。

【 0 0 9 3 】

以上、配線部材 4 0 は、出力部材 6 0 B、具体的にはトルクセンサ 8 2 と駆動部本体 5 0 B との間の支持部材 4 1 B に支持されている。したがって、関節 J 4 の回転運動にともない変形する配線部材 4 0 が発生する反力は、駆動部本体 5 0 B（減速機 5 3 B）の出力にかかり、リンク 2 1 4 には直接的に作用せず、リンク 2 1 4 にはかかりにくい構造となる。

20

【 0 0 9 4 】

よって、トルクセンサ 8 2（検知部 8 2 4）により検知されるトルクに対応した物理量に、配線部材 4 0 の反力が影響するのを低減することができる。したがって、リンク 2 1 4 に作用した外力によるトルク（に対応した物理量）を高感度かつ高精度に検知することができる。これにより、ロボットアーム 2 0 1 のコンプライアンス制御の精度が向上する。

30

【 0 0 9 5 】

ここで、駆動機構 7 4 は、ロボットアーム 2 0 1 の手首関節にあたる関節 J 4 の駆動を行う機構であるが、末梢側のリンク 2 1 3 が、関節 J 4 の中心軸（回転中心軸）C B の方向に長く伸びた構成となっている。即ち、関節 J 4 は、回転関節である。

【 0 0 9 6 】

第 1 及び第 2 実施形態においては、駆動機構 7 2 の末梢側のリンク 2 1 2、2 1 2 A は、関節 J 2 の中心軸 C と直交する方向に向かって配置されている。即ち、関節 J 2 は、揺動関節である。このため、揺動関節の場合には中心軸 C と直交方向（リンクの長手方向）に配線部材 4 0 を配設することが可能であったが、回転関節の場合にはこれが困難である。また、一般に多関節型のロボットアームの手首の姿勢を制御するための関節には、根元の関節に比べて大きな可動角が求められる。例えば、根元関節では  $\pm 120^\circ$  程度の可動角があれば手先位置の制御が十分可能だが、手首の関節では、 $\pm 180^\circ$  程度、場合によってはそれ以上の可動角が必要とされる場合がある。このため、関節の回転運動を妨げないような配線部材の引き回し構造が求められる。

40

【 0 0 9 7 】

このような要求を満足するため、図 8 に示す第 3 実施形態の駆動機構 7 4 においては、支持部材 4 1 B が、駆動機構 7 2 の支持部材 4 1 とは異なる構造としている。図 9 は、第 3 実施形態に係る駆動機構の支持部材を示す斜視図である。支持部材 4 1 B は、配線部材 4 0 を固定する固定部 4 1 0 B と、軸受 7 4 0 の内輪 7 4 1 に取り付けられた第 1 の取付

50

部である取付部 4 1 1 B と、内輪部材 8 2 1 に取り付けられた第 2 の取付部である取付部 4 1 2 B と、を有する。また、支持部材 4 1 B は、取付部 4 1 1 B と取付部 4 1 2 B との間に軸受 7 4 0 の内輪 7 4 1 と同軸 ( C B ) に配置され、配線部材 4 0 が巻回された巻回部 4 1 3 B を有する。固定部 4 1 0 B は、取付部 4 1 2 B に設けられている。

【 0 0 9 8 】

巻回部 4 1 3 B は、配線部材 4 0 のガイドであり、関節回転軸である中心軸 C B の方向へ延びるシャフト状 ( 円筒状、円柱状 ) とするような構成となっている。

【 0 0 9 9 】

配線部材 4 0 における固定部材 4 2 B によってリンク 2 1 3 に固定された配線部分と、固定部材 4 3 B によってリンク 2 1 4 に固定された配線部分との間の配線部分のリンク 2 1 3 に近い側の部分は、巻回部 4 1 3 B の外周面に螺旋状に巻回されている。配線部材 4 0 における固定部材 4 2 B によってリンク 2 1 3 に固定された配線部分と、固定部材 4 3 B によってリンク 2 1 4 に固定された配線部分との間の配線部分のリンク 2 1 4 に近い側の部分は、固定部 4 1 0 B によって固定されている。固定部 4 1 0 B は、すり割り形状となっており、不図示のボルトなどによって配線部材 4 0 を挟み込むことで配線部材 4 0 をクランプ支持する構成となっている。

【 0 1 0 0 】

また図 8 に示すように、トルクセンサ 8 2 は内輪部材 8 2 1 によって支持部材 4 1 B と連結され、外輪部材 8 2 2 によってリンク 2 1 4 と連結される構成となっており、支持部材 4 1 B により配線部材 4 0 の反力を支持する構成となっている。

【 0 1 0 1 】

これにより、配線部材 4 0 の変形による反力に左右されず正確にトルク検出を行うことが可能となる。しかも、巻回部 4 1 3 B の直径と中心軸 C B 方向の長さを適切に設定することで、螺旋状に配設される配線部材 4 0 の可動スペースを確保することができ、配線部材 4 0 に過大なストレスをかけることなく関節 J 4 の可動角を確保することができる。

【 0 1 0 2 】

以上、関節 J 4 における駆動機構 7 4 について説明したが、回転する他の関節 J 1 , J 6 における駆動機構 7 1 , 7 6 ついても、駆動機構 7 4 と同様に構成することができる。よって、ロボットアーム 2 0 1 の力制御 ( コンプライアンス制御 ) の精度が更に向上する。

【 0 1 0 3 】

なお、本発明は、以上説明した実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想内で多くの変形が可能である。また、本発明の実施形態に記載された効果は、本発明から生じる最も好適な効果を列挙したに過ぎず、本発明による効果は、本発明の実施形態に記載されたものに限定されない。

【 0 1 0 4 】

上述の実施形態では、ロボットアーム 2 0 1 が、6 軸のロボットアームである場合について説明したが、軸数は用途や目的に応じて適宜変更してもよい。

【 0 1 0 5 】

また、上述の実施形態では、ロボットアーム 2 0 1 が垂直多関節のロボットアームの場合について説明したが、これに限定するものではない。ロボットアーム 2 0 1 が、例えば、水平多関節のロボットアーム、パラレルリンクのロボットアーム等、あらゆるロボットアームに適用可能である。

【 0 1 0 6 】

また、上述の実施形態では、軸受 7 2 0 , 7 4 0 ( 関節支持機構 ) として、単一の機構で所望の支持機能を実現できるクロスロー軸受を使用した場合について説明したが、これに限定されるものではない。例えば、複数のアンギュラ軸受を使用してもよいし、他の形態の軸受機構を組み合わせてもよい。

【 0 1 0 7 】

また、上述の実施形態では、駆動部本体 5 0 , 5 0 B が、電動モータと減速機を組み合

10

20

30

40

50

わせて用いる構成としたが、これに限定されるものではない。例えば減速機を用いないダイレクト駆動方式のモータを駆動部本体として使ってもよい。また、動力の供給形態も電動に限定されるものではなく、必要な出力のレベルや駆動部本体の特性に応じて、油圧や空気圧などの流体駆動方式の機構を用いてもよい。

【0108】

また、上述の実施形態では、トルクセンサ82が、センサ単体として独立した機能を実現する形態として説明したが、センサの構成はこれに限定されるものではない。トルクセンサは、関節を構成する他の構成要素と一体化した構成をとってもよい。例えば、支持部材とトルクセンサの1次側連結部材(駆動部側部材)とが一体化されるよう形成するような構成としてもよいし、トルクセンサの2次側連結部材(リンク側部材)と第2のリンクとが一体化された構成とすることも可能である。同様に、支持部材が駆動部本体の出力機構(回転部材)と一体化された構成としてもよい。

10

【0109】

また、上述の実施形態では、トルクセンサの内輪部材を1次側連結部材、外輪部材を2次側連結部材としたが、これを逆に配置しても機能的には同じであり、必要に応じて適当に入れ替えてもよい。

【0110】

また、トルクセンサの検知部が、歪みゲージの場合について説明したが、これに限定するものではない。即ち、検知部が、弾性変形部材の変形量(歪み量)又は弾性変形部材の変形による1次側連結部材と2次側連結部材との変位量を検知できればいかなるものでもよく、例えばエンコーダを用いて検知してもよい。

20

【0111】

また、支持部材の形状は、上述の実施形態の形状に限定されるものではなく、関節の形態によって様々な方式が考えられる。駆動部と支持部材の配置を適切に設定することにより、配線部材の生じる反力に影響を受けない正確なトルク計測と制御が可能な駆動機構を構成することができる。

【符号の説明】

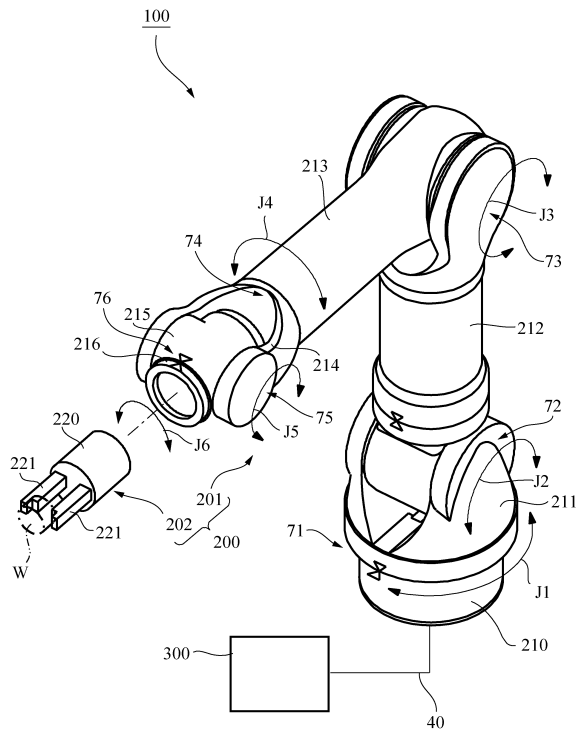
【0112】

40...配線部材、50...駆動部本体、60...出力部材、71~76...駆動機構、100...ロボット装置、201...ロボットアーム、211...リンク、212...リンク、823...弾性変形部材、824...検知部

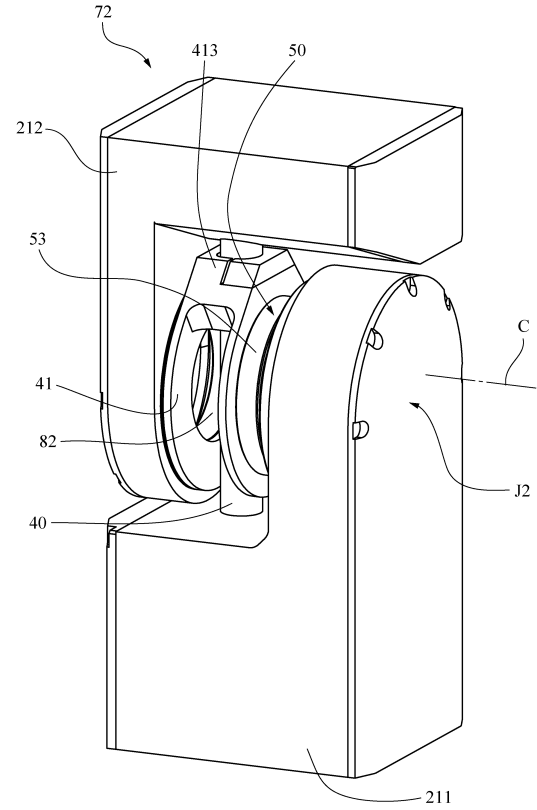
30



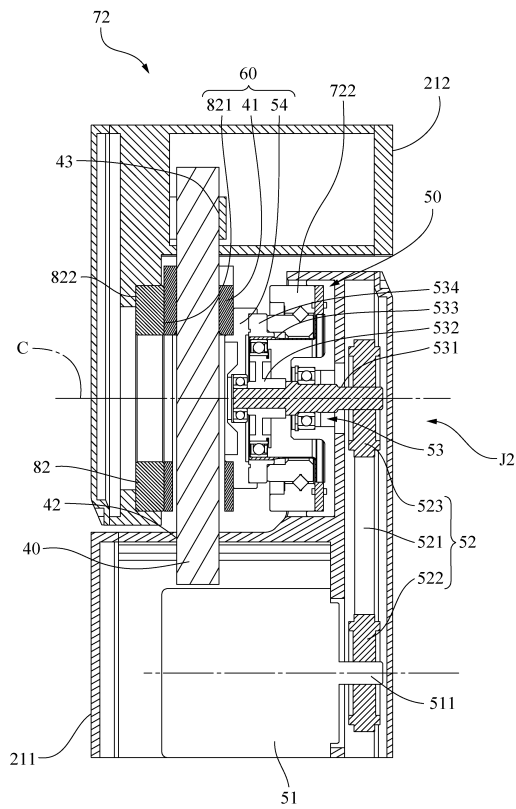
【図 1】



【図 2】

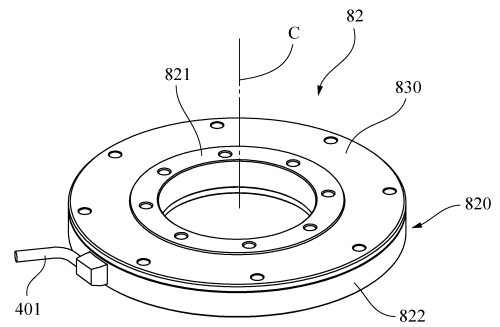


【図 3】

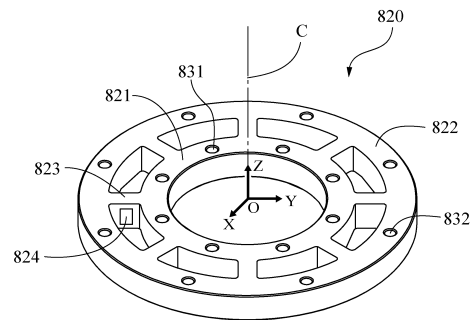


【図 4】

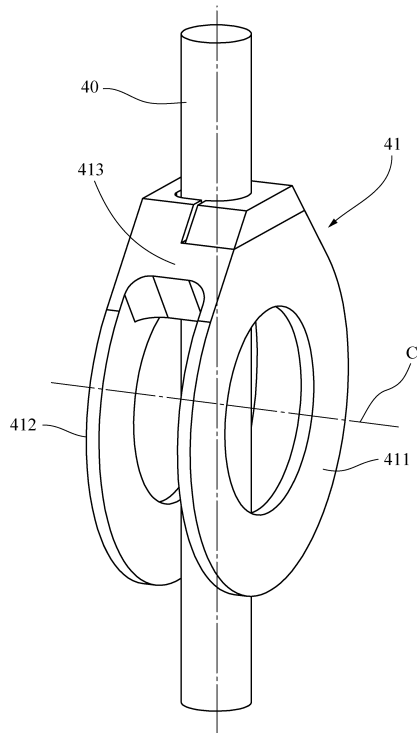
(a)



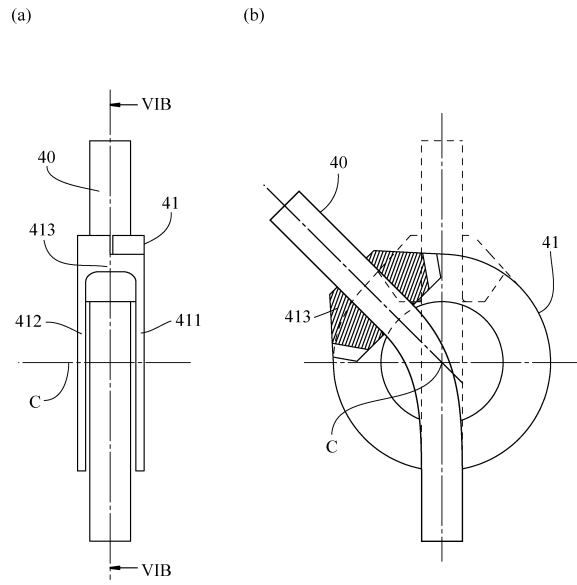
(b)



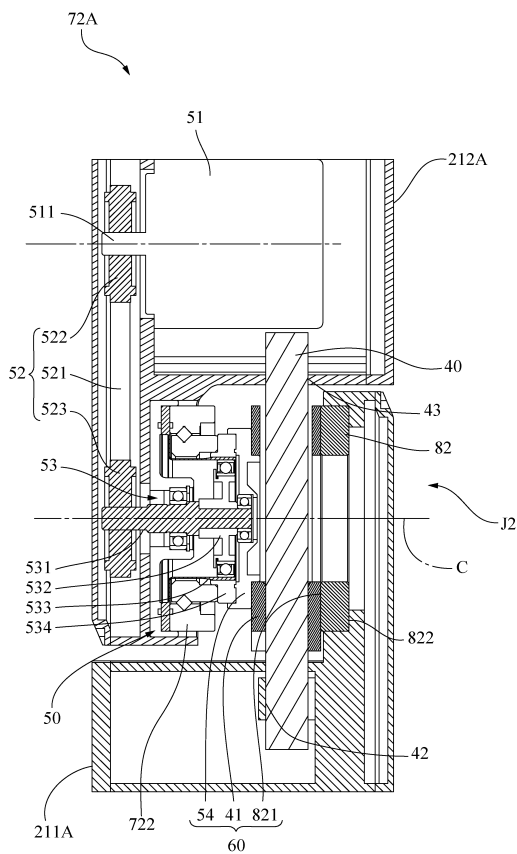
【図5】



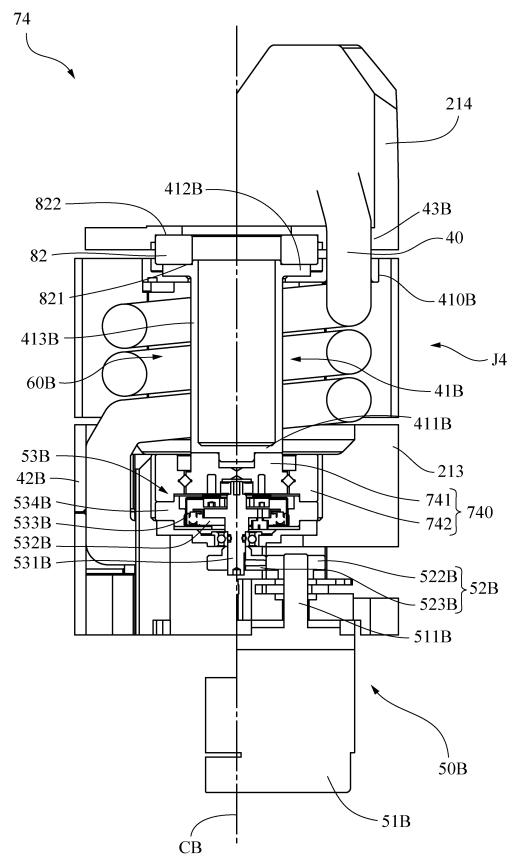
【図6】



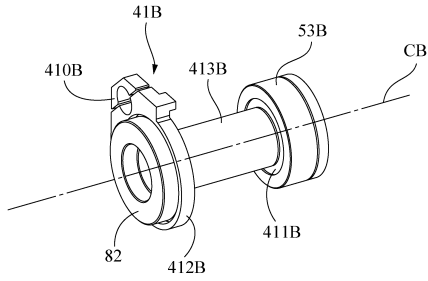
【図7】



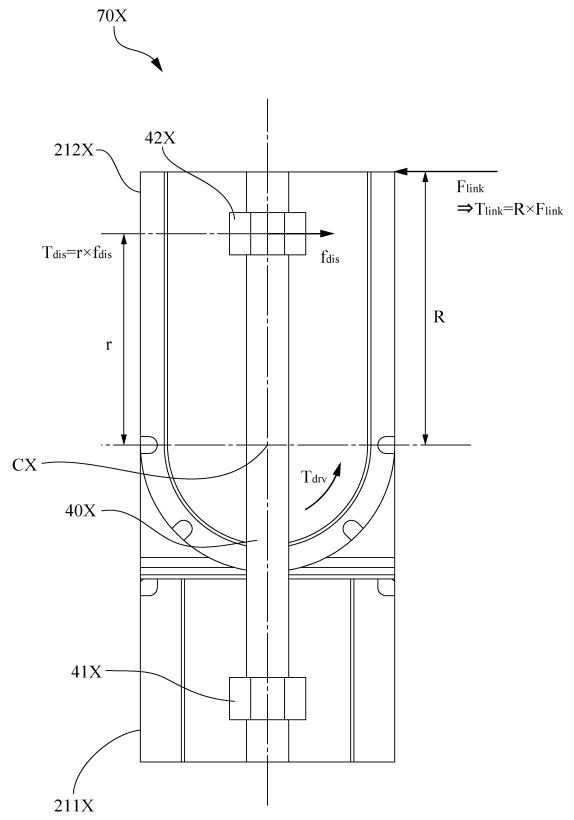
【図8】



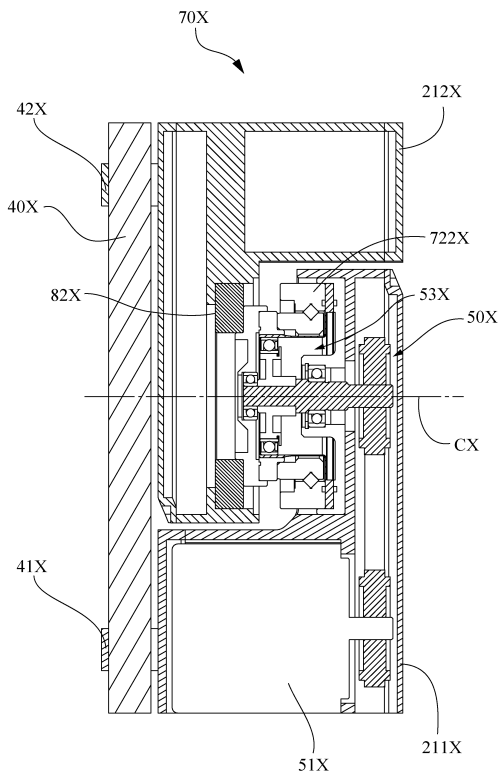
【図 9】



【図 10】



【図 11】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2015-123570(JP,A)  
特開2015-209931(JP,A)  
特開2006-000955(JP,A)  
特開2004-090135(JP,A)  
特開2015-085454(JP,A)  
特開平04-226881(JP,A)  
特開2013-094939(JP,A)  
特開昭58-211888(JP,A)  
特開平10-058373(JP,A)  
特開2007-229874(JP,A)  
特開2012-250320(JP,A)  
特開2014-128843(JP,A)  
国際公開第2010/142318(WO,A1)  
米国特許出願公開第2012/0286629(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 9/06-19/00  
H02K 11/00