

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7512560号
(P7512560)

(45)発行日 令和6年7月9日(2024.7.9)

(24)登録日 令和6年7月1日(2024.7.1)

(51)国際特許分類	F I		
H 0 2 K 7/116(2006.01)	H 0 2 K 7/116		
H 0 2 K 7/106(2006.01)	H 0 2 K 7/106		
F 1 6 H 1/32 (2006.01)	F 1 6 H 1/32	B	
F 1 6 D 55/28 (2006.01)	F 1 6 D 55/28	B	
B 2 5 J 17/00 (2006.01)	B 2 5 J 17/00	E	
請求項の数 16 (全17頁)			

(21)出願番号	特願2020-23504(P2020-23504)	(73)特許権者	000107147 ニデックドライブテクノロジー株式会社 京都府向日市森本町東ノ口1番地1
(22)出願日	令和2年2月14日(2020.2.14)	(74)代理人	100135013 弁理士 西田 隆美
(65)公開番号	特開2020-205742(P2020-205742 A)	(74)代理人	100138689 弁理士 梶原 慶
(43)公開日	令和2年12月24日(2020.12.24)	(72)発明者	田中 圭祐 京都府長岡京市神足寺田1番地 日本電 産シンボ株式会社内
審査請求日	令和5年1月24日(2023.1.24)	(72)発明者	大塚 智之 京都府長岡京市神足寺田1番地 日本電 産シンボ株式会社内
(31)優先権主張番号	特願2019-111216(P2019-111216)	(72)発明者	大谷 正幸 京都府長岡京市神足寺田1番地 日本電 産シンボ株式会社内
(32)優先日	令和1年6月14日(2019.6.14)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 回転アクチュエータおよびロボット

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転アクチュエータであって、
 ロータおよびステータを有する電動モータと、
 前記ロータに連結され、中心軸線を中心として回転する入力部材と、
 前記電動モータの軸方向一方側に配置され、前記中心軸線を中心として回転する出力部材と、
 前記入力部材の回転を減速して前記出力部材に伝達する減速機と、
 前記電動モータの軸方向他方側に配置され、前記電動モータを制御するドライバ回路を有する回路基板と、
 前記電動モータと前記回路基板との間に配置され、前記入力部材の回転を検出して、その回転に応じた検出信号を前記ドライバ回路に出力する回転検出器と、
 前記入力部材の回転を停止させる電磁ブレーキと、
 前記電動モータ、前記回転検出器、前記回路基板および前記電磁ブレーキを収容する中空部を内側に有するとともに、前記減速機が連結されるハウジングと、
 前記中心軸線上に配置される中空のスリーブと、
 を備え、
 前記入力部材は、
 前記中心軸線に沿って中空の筒状の空間を有する中空回転軸と入力軸と、を含み、
 前記中空回転軸と前記入力軸は互いに連結され、

前記中空回転軸が、前記ロータを保持し、
前記入力軸が、前記減速機に接続され、

前記スリーブは、

前記中空回転軸と前記入力軸の内側に配置され、

前記スリーブの軸方向他方側の端部は、前記ハウジングに保持され、

前記スリーブの軸方向一方側の端部は、前記出力部材に固定されない状態で保持され、

前記ハウジングは、

前記電動モータおよび前記電磁ブレーキを収容する第1収容部と、

前記回転検出器および前記回路基板を収容し、前記第1収容部に対して軸方向他方側に連
結される第2収容部と、を有し、

前記第1収容部が前記減速機に対して軸方向他方側に配置される、
 回転アクチュエータ。

【請求項2】

請求項1の回転アクチュエータであって、

前記電磁ブレーキが、前記電動モータと前記回転検出器との間に配置される、回転アク
 チュエータ。

【請求項3】

請求項1または請求項2の回転アクチュエータであって、

前記ドライバ回路は、前記回転検出器から出力される信号に基づいて、前記入力部材の
 回転位置を記憶する記憶部を有する、回転アクチュエータ。

【請求項4】

請求項3の回転アクチュエータであって、

前記ドライバ回路に電力を供給する電池を装着する電池ホルダ、
 をさらに備える、回転アクチュエータ。

【請求項5】

請求項4の回転アクチュエータであって、

前記電池ホルダは、前記ハウジングの外表面に設けられている、回転アクチュエータ。

【請求項6】

請求項5の回転アクチュエータであって、

前記電池ホルダは、前記ハウジングの軸方向他方側の端面に設けられている、回転アク
 チュエータ。

【請求項7】

請求項4から請求項6の回転アクチュエータであって、

前記電池ホルダは、電池を挟持する爪部を有する、回転アクチュエータ。

【請求項8】

請求項1から請求項7いずれか1項の回転アクチュエータであって、

前記電磁ブレーキが、無励磁作動形ブレーキである、回転アクチュエータ。

【請求項9】

請求項1から請求項8のいずれか1項の回転アクチュエータであって、

前記第1収容部の剛性が、前記第2収容部の剛性よりも高い、回転アクチュエータ。

【請求項10】

請求項1から請求項9のいずれか1項の回転アクチュエータであって、

前記入力部材を、前記ハウジングに対して、前記中心軸線を中心として回転可能に保持す
るベアリング、

をさらに備え、

前記ハウジングは、

前記電動モータを囲う筒状部と、

前記筒状部の軸方向一方側の端部に連続する部分であって、前記筒状部から径方向内側へ
延びるとともに、先端部に前記ベアリングが取り付けられるベアリングホルダ部と、

を有する、回転アクチュエータ。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

回転アクチュエータであって、
ロータおよびステータを有する電動モータと、
前記ロータに連結され、中心軸線を中心として回転する入力部材と、
前記電動モータの軸方向一方側に配置され、前記中心軸線を中心として回転する出力部材と、
前記入力部材の回転を減速して前記出力部材に伝達する減速機と、
前記電動モータの軸方向他方側に配置され、前記電動モータを制御するドライバ回路を有する回路基板と、
前記電動モータと前記回路基板との間に配置され、前記入力部材の回転を検出して、その回転に応じた検出信号を前記ドライバ回路に出力する回転検出器と、
前記入力部材の回転を停止させる電磁ブレーキと、
前記電動モータ、前記回転検出器、前記回路基板および前記電磁ブレーキを収容する中空部を内側に有するとともに、前記減速機が連結されるハウジングと、
前記中心軸線上に配置される中空のスリーブと、
を備え、
前記入力部材は、前記中心軸線に沿って空間を有する中空回転軸、を含み、
前記スリーブが、前記中空回転軸の内側に配置され、
前記スリーブの軸方向他方側の端部は、前記ハウジングに保持され、
前記スリーブの軸方向一方側の端部は、前記出力部材に固定されない状態で保持され、
前記ハウジング及び前記スリーブのうち一方に設けられる廻止凹部と、前記ハウジング及び前記スリーブのうち他方に設けられ、前記廻止凹部に係合して前記スリーブの中心軸線を中心とする回転を抑制する係合凸部と、をさらに備える、回転アクチュエータ。

10

20

【請求項 1 2】

請求項 1 1 の回転アクチュエータであって、スリーブの軸方向の先端部に、前記廻止凹部または前記係合凸部が設けられる、回転アクチュエータ。

【請求項 1 3】

回転アクチュエータであって、
ロータおよびステータを有する電動モータと、
前記ロータに連結され、中心軸線を中心として回転する入力部材と、
前記電動モータの軸方向一方側に配置され、前記中心軸線を中心として回転する出力部材と、
前記入力部材の回転を減速して前記出力部材に伝達する減速機と、
前記電動モータの軸方向他方側に配置され、前記電動モータを制御するドライバ回路を有する回路基板と、
前記電動モータと前記回路基板との間に配置され、前記入力部材の回転を検出して、その回転に応じた検出信号を前記ドライバ回路に出力する回転検出器と、
前記入力部材の回転を停止させる電磁ブレーキと、
前記電動モータ、前記回転検出器、前記回路基板および前記電磁ブレーキを収容する中空部を内側に有するとともに、前記減速機が連結されるハウジングと、
前記中心軸線上に配置される中空のスリーブと、
を備え、
前記入力部材は、前記中心軸線に沿って空間を有する中空回転軸、を含み、
前記スリーブが、前記中空回転軸の内側に配置され、
前記スリーブの軸方向他方側の端部は、前記ハウジングに保持され、
前記スリーブの軸方向一方側の端部は、前記出力部材に固定されない状態で保持され、
前記ドライバ回路と電氣的に接続される電線、及び、前記電線の先端に設けられているドライバ側コネクタを有するコネクタ付電線と、前記回転検出器と電氣的に接続される接点を有し、前記ドライバ側コネクタが軸方向に接続される中継コネクタと、を有する、回転アクチュエータ。

30

40

50

【請求項 1 4】

請求項 1 から請求項 1 3 のいずれか 1 項の回転アクチュエータであって、
前記電磁ブレーキを、前記電動モータとは反対側の位置で前記ハウジングに固定する固定部、
をさらに備える、回転アクチュエータ。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 の回転アクチュエータであって、
前記電動モータは前記電磁ブレーキよりも軸方向一方側に位置し、
前記ハウジングは、
前記電動モータ及び前記電磁ブレーキを囲む筒状の第 1 筒状部と、
前記電磁ブレーキよりも軸方向他方側において、前記第 1 筒状部から径方向内側へ延びるブレーキホルダ部と、
を有し、
前記固定部は、前記電磁ブレーキを前記ブレーキホルダ部に固定する、回転アクチュエータ。

10

【請求項 1 6】

関節を有するロボットであって、
第 1 アームおよび第 2 アームと、
前記第 1 アームおよび前記第 2 アームを連結する関節部と、
を備え、
前記関節部が、請求項 1 から請求項 1 5 のいずれか 1 項の回転アクチュエータを含む、
ロボット。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、回転アクチュエータおよびロボットに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、モータと減速機とを備える回転アクチュエータが知られている（たとえば、特開 2017-187165 号公報および国際公開第 2017/203753 号）。特開 2017-187165 号公報に記載された回転アクチュエータは、ケース体の内側に配置されたモータと、ケース体に連結された減速機を備えている。また、減速機は、波動歯車装置であり、円環状のケース体に固定される剛性内歯歯車と、剛性内歯歯車の内側に配置される鍔付きの略筒状である可撓性外歯歯車と、可撓性外歯歯車の内側に配置される波動発生部とを備えている。可撓性外歯歯車は、クロスローラベアリングを介してケース体に回転可能に支持されている。波動発生部は、モータによって回転する入力軸の外周面に固定されている。

30

【0003】

また、国際公開第 2017/203753 号に開示されたアクチュエータは、第 1 ロータを有するモータと、第 2 ロータと、第 1 ロータの回転を減速して第 2 ロータに伝達する減速機とを備えている。このアクチュエータでは、ブラケットおよびカバーによって構成されるハウジングの内部に、モータの第 1 ロータおよびステータのほか、基板などが配置される。

40

【文献】特開 2017-187165 号公報

【文献】国際公開第 2017/203753 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特開 2017-187165 号公報に記載された回転アクチュエータをロボットなど機械の駆動に適用する際、ブレーキ機構とともに採用される場合がある。この場合、ケース

50

体の外部にブレーキ機構を設けることによって、ブレーキ機構を含む回転アクチュエータ全体のサイズが大型になってしまう。

【 0 0 0 5 】

また、国際公開第 2 0 1 7 / 2 0 3 7 5 3 号では、減速機の出力軸に連結された第 2 ロータの回転を停止させるブレーキ部を設けることが示唆されている。しかしながら、第 2 ロータは、減速機によって高トルクで回転するため、これを停止させるためには大きな出力のブレーキ部を要する。このため、ブレーキ機構を有するアクチュエータを小型にすることは困難であった。

【 0 0 0 6 】

本発明の目的は、ブレーキ機構を有する回転アクチュエータを小型にする技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上記課題を解決するため、第 1 態様は、回転アクチュエータであって、ロータおよびステータを有する電動モータと、前記ロータに連結され、前記中心軸線を中心として回転する入力部材と、前記電動モータの軸方向一方側に配置され、前記中心軸線を中心として回転する出力部材と、前記入力部材の回転を減速して前記出力部材に伝達する減速機と、前記電動モータの軸方向他方側に配置され、前記電動モータを制御するドライバ回路を有する回路基板と、前記電動モータと前記回路基板との間に配置され、前記入力部材の回転を検出して、その回転に応じた検出信号を前記ドライバ回路に出力する回転検出器と、前記入力部材の回転を停止させる電磁ブレーキと、前記電動モータ、前記回転検出器、前記回路基板および前記電磁ブレーキを収容する中空部を内側に有するとともに、前記減速機が連結されるハウジングとを備える。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

第 1 態様の回転アクチュエータによると、電動モータ、回転検出器、回路基板および電磁ブレーキが、1 つのハウジング内に収容される。このため、ブレーキ制御が可能な減速機付アクチュエータを小型にすることができる。また、電磁ブレーキが入力部材の回転を停止させるため、電磁ブレーキが出力部材の回転を停止させる場合と比べて、出力の小さい電磁ブレーキを採用できる。このため、回転アクチュエータをさらに小型にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係るロボットの斜視図である。

【図 2】図 2 は、本発明の第 1 実施形態に係る関節部の断面図である。

【図 3】図 3 は、本発明の第 2 実施形態に係る関節部の断面図である。

【図 4】図 4 は、本発明の第 2 実施形態に係る関節部の斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

以下、添付の図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。なお、この実施形態に記載される構成要素はあくまでも例示であり、本発明の範囲をそれらだけに限定する趣旨のものではない。図面においては、理解容易のため、必要に応じて各部の寸法や数が誇張又は簡略化して図示する場合がある。

【 0 0 1 1 】

< 1 . 第 1 実施形態 >

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係るロボット 1 0 の斜視図である。ロボット 1 0 は、産業用の多関節ロボットである。ロボット 1 0 は、工業製品を製造するための組立ラインまたは製造ラインに設置され得る。本例では、ロボット 1 0 は、6 個の関節部 1 2 と、2 本のアーム 1 4 とを備える。以下の説明では、6 個の関節部 1 2 のそれぞれを区別するため、6 個の関節部 1 2 それぞれを「第 1 関節部 1 2 A」、「第 2 関節部 1 2 B」、「第 3

10

20

30

40

50

関節部 1 2 C」、「第 4 関節部 1 2 D」、「第 5 関節部 1 2 E」および「第 6 関節部 1 2 F」などと称する場合がある。また、以下では、2本のアーム 1 4のそれぞれを区別するため、2本のアーム 1 4それぞれを「第 1アーム 1 4 A」および「第 2アーム 1 4 B」などと称する場合がある。

【 0 0 1 2 】

ロボット 1 0は、第 1関節部 1 2 Aに対して回動可能に連結される支持部材 1 6を備える。支持部材 1 6は、フランジ部 1 6 aを有する、鐳付きの円筒形状である。支持部材 1 6は、内周側に、支持部材 1 6の軸方向に貫通する貫通孔（図示省略）を有する。ロボット 1 0の底面部分は、円環状のフランジ部 1 6 aで構成される。アーム 1 4は、細長の円筒状である。

10

【 0 0 1 3 】

第 1関節部 1 2 Aおよび第 2関節部 1 2 Bは、互いに回動可能に連結される。第 2関節部 1 2 Bは、第 1アーム 1 4 Aの基端部に固定される。第 1アーム 1 4 Aの先端は、第 3関節部 1 2 Cに固定される。第 3関節部 1 2 Cおよび第 4関節部 1 2 Dは、互いに回動可能に連結される。第 4関節部 1 2 Dおよび第 2アーム 1 4 Bの基端部は、互いに回動可能に連結される。第 2アーム 1 4 Bの先端は、第 5関節部 1 2 Eに固定される。第 5関節部 1 2 Eおよび第 6関節部 1 2 Fは、互いに回動可能に連結される。第 6関節部 1 2 Fには、対象物を把持するハンドまたは工作に使用される工具が、第 6関節部 1 2 Fに対して回動可能に取り付けられる。

【 0 0 1 4 】

第 1～第 3関節部 1 2 A, 1 2 B, 1 2 Cは、同一の要素によって構成し得る。また、第 4～第 6関節部 1 2 D, 1 2 E, 1 2 Fは、同一の要素によって構成し得る。本例では、第 1～第 3関節部 1 2 A, 1 2 B, 1 2 Cは、第 4～第 6関節部 1 2 D, 1 2 E, 1 2 Fよりも大きい。第 1～第 3関節部 1 2 A, 1 2 B, 1 2 Cは、第 4～第 6関節部 1 2 D, 1 2 E, 1 2 Fを構成する要素と同一機能を有する要素によって構成し得る。次に、関節部 1 2の構成について説明する。

20

【 0 0 1 5 】

図 2は、本発明の第 1実施形態に係る関節部 1 2の断面図である。図 2には、軸方向へ延びる中心軸線 A X 1、軸方向の一方を指す矢印 Z 1、および軸方向の他方を指す矢印 Z 2を付している。以下の説明では、中心軸線 A X 1に直交する方向を「径方向」と称する。さらに、径方向において中心軸線 A X 1に向かう側を「径方向内側」と称し、径方向において中心軸線 A X 1から遠ざかる側を「径方向外側」と称する。

30

【 0 0 1 6 】

関節部 1 2は、回転アクチュエータ 2 0を備える。回転アクチュエータ 2 0は、電動モータ 3 0、入力部材 4 1、出力部材 4 5、減速機 5 0、回転検出器 6 0、回路基板 7 0、電磁ブレーキ 8 0およびハウジング 9 0を備える。

【 0 0 1 7 】

ハウジング 9 0は、電動モータ 3 0、電磁ブレーキ 8 0、回転検出器 6 0、および回路基板 7 0を収容するケース体である。ハウジング 9 0は、内側に中空部 9 0 Sを有する筒形状である。このハウジング 9 0の中空部 9 0 Sに、軸方向の一方側から他方側へ向かって順に、電動モータ 3 0、電磁ブレーキ 8 0、回転検出器 6 0、回路基板 7 0が配置される。ハウジング 9 0の軸方向一方側の端部は円環状に開口する開口部である。この開口部に、後述するように、減速機 5 0が固定具（例えば、ボルト）を介して連結される。このため、ハウジング 9 0の当該開口部は、減速機 5 0および出力部材 4 5によって閉塞される。

40

【 0 0 1 8 】

ハウジング 9 0は、詳細には、互いに別体である中空の第 1収容部 9 1および第 2収容部 9 2を有する。第 1収容部 9 1は、電動モータ 3 0および電磁ブレーキ 8 0を内部に収容する。第 2収容部 9 2は、回転検出器 6 0および回路基板 7 0を内部に収容する。第 2収容部 9 2は、第 1収容部 9 1の軸方向他方側の端部に連結される。

50

【 0 0 1 9 】

電動モータ 3 0 および電磁ブレーキ 8 0 が收容された第 1 收容部 9 1 と、回転検出器 6 0 および基板が收容された第 2 收容部 9 2 とを連結することによって、回転アクチュエータ 2 0 を容易に組み立てることができる。

【 0 0 2 0 】

好ましくは、第 1 收容部 9 1 の剛性は、第 2 收容部 9 2 の剛性よりも高い。剛性が高いとは、ここでは、軸剛性、曲げ剛性、せん断剛性、ねじり剛性のうちの少なくとも 1 つが高い状態をいう。例えば、第 1 收容部 9 1 を金属製とし、第 2 收容部 9 2 を樹脂製としてもよい。なお、第 1 , 第 2 收容部 9 1 , 9 2 の双方を、金属製または樹脂製としてもよい。また、第 1 , 第 2 收容部 9 1 , 9 2 は、金属製の部材およびその部材の表面にコーティングされた樹脂によって構成されてもよい。

10

【 0 0 2 1 】

第 1 , 第 2 收容部 9 1 , 9 2 それぞれは、単一の部材で構成されてもよいし、あるいは、複数の部材の組み合わせによって構成されてもよい。また、ハウジング 9 0 は、互いに別体である第 1 收容部 9 1 および第 2 收容部 9 2 の組み合わせによって構成されることは必須ではなく、単一の部材で構成されてもよい。

【 0 0 2 2 】

第 1 收容部の剛性を第 2 收容部 9 2 の剛性よりも高くすることによって、電動モータ 3 0 または電磁ブレーキ 8 0 の動作による、第 1 收容部 9 1 の変形を、軽減することができる。

20

【 0 0 2 3 】

電動モータ 3 0 は、径方向の中心に貫通孔を有する中空モータである。電動モータ 3 0 は、中心軸線 A X 1 を中心として回転するロータ 3 1 と、ハウジング 9 0 に固定されたステータ 3 3 とを有する。

【 0 0 2 4 】

減速機 5 0 は、径方向の中心に貫通孔を有する中空減速機である。電動モータ 3 0 と減速機 5 0 とは、軸方向に重なるように配置される。ここでは、減速機 5 0 が軸方向一方側に配置され、電動モータ 3 0 が軸方向他方側に配置される。電動モータ 3 0 と減速機 5 0 とは同軸上に配置される。

【 0 0 2 5 】

入力部材 4 1 は、ロータ 3 1 に連結され、中心軸線 A X 1 を中心として回転する。入力部材 4 1 は、中空回転軸 4 1 1 および入力軸 4 1 3 を有する。中空回転軸 4 1 1 および入力軸 4 1 3 は、中心軸線 A X 1 に沿って細長に延びる中空の筒状である。中空回転軸 4 1 1 および入力軸 4 1 3 は、互いに連結される。詳細には、入力軸 4 1 3 の軸方向他方側の端部が、中空回転軸 4 1 1 における軸方向一方側の端部の内側に挿入される。中空回転軸 4 1 1 および入力軸 4 1 3 は、電動モータ 3 0 のロータ 3 1 の回転運動によって、中心軸線 A X 1 を中心として回転する。入力軸 4 1 3 は、減速機 5 0 に接続される。

30

【 0 0 2 6 】

電動モータ 3 0 のロータ 3 1 は、円筒状の駆動用磁石 3 1 1 を備える。駆動用磁石 3 1 1 の軸方向の長さは、中空回転軸 4 1 1 よりも短い。駆動用磁石 3 1 1 は、中空回転軸 4 1 1 における軸方向一方側の端部の外周面に固定される。本例では、中空回転軸 4 1 1 の軸方向一方側の端面と、駆動用磁石 3 1 1 の軸方向一方側の端面とが、同一の軸方向位置に配置されるように、駆動用磁石 3 1 1 が中空回転軸 4 1 1 の外周面に固定される。中空回転軸 4 1 1 は、例えば、軟磁性材料（鉄系金属など）で構成されることによって、駆動用磁石 3 1 1 に対してバックヨークとしての機能を果たす。

40

【 0 0 2 7 】

電動モータ 3 0 のステータ 3 3 は、略円筒形状であり、駆動用磁石 3 1 1 の外周面を覆うように、駆動用磁石 3 1 1 の径方向外側に配置される。ステータ 3 3 は、ハウジング 9 0 の第 1 收容部 9 1 に固定される。中空回転軸 4 1 1 の軸方向他方側の部分は、ステータ 3 3 の他方側の端面よりも、他方側へ突出する。ステータ 3 3 は、駆動用コイルと、イン

50

シュレータを介して駆動用コイルが巻回される複数の突極を有するステータコアとを備えている。ステータコアの突極は、径方向内側へ向かって突出し、突極の先端面は、駆動用磁石 3 1 1 の外周面に対向する。

【 0 0 2 8 】

回転アクチュエータ 2 0 の駆動時には、ステータ 3 3 の駆動用コイルに駆動電流が供給される。そうすると、駆動用コイルと駆動用磁石との間に生じる回転磁界により、周方向のトルクが発生する。そして、当該トルクにより、ステータ 3 3 に対してロータ 3 1 および入力部材 4 1 が、中心軸線 A X 1 を中心として回転する。

【 0 0 2 9 】

減速機 5 0 は、径方向の中心に貫通孔を有する中空減速機である。減速機 5 0 は、入力部材 4 1 (詳細には、入力軸 4 1 3) の回転を減速して、出力部材 4 5 に伝達する。減速機 5 0 は、電動モータ 3 0 の軸方向一方側に配置される。また、電動モータ 3 0 および減速機 5 0 は、軸方向に重なるように配置される。

10

【 0 0 3 0 】

減速機 5 0 は、中空の波動歯車減速機である。減速機 5 0 は、剛性内歯歯車 5 1、可撓性外歯歯車 5 2、波動発生部 5 3、およびクロスローラベアリング 5 4 を備える。波動発生部 5 3 は、入力部材 4 1 が備える入力軸 4 1 3 の外周側に取り付けられる弾性軸受 5 5 を備える。本例では、剛性内歯歯車 5 1 が減速機 5 0 の出力軸となっている。

【 0 0 3 1 】

剛性内歯歯車 5 1 は、扁平な略円筒状に形成されており、中心軸線 A X 1 を中心に回転可能に配置される。剛性内歯歯車 5 1 は、クロスローラベアリング 5 4 の内輪 5 4 1 に固定される。クロスローラベアリング 5 4 の外輪 5 4 3 は、ハウジング 9 0 (詳細には、第 2 収容部 9 2) の軸方向一方側の端部に固定される。そして、剛性内歯歯車 5 1 は、クロスローラベアリング 5 4 によって、ハウジング 9 0 における軸方向一方側の端部に配置される。また、剛性内歯歯車 5 1 は、クロスローラベアリング 5 4 によって、ハウジング 9 0 に対して回転可能に保持される。

20

【 0 0 3 2 】

可撓性外歯歯車 5 2 は、可撓性を有する円筒状の本体部 5 2 1 と、本体部 5 2 1 の他方側端部から径方向に広がる略円環状のフランジ部 5 2 3 とを有する。フランジ部 5 2 3 の外周側部分は、ハウジング 9 0 (詳細には、第 1 収容部 9 1) に固定される。剛性内歯歯車 5 1 は、減速機 5 0 の軸方向一方側部分を構成する。フランジ部 5 2 3 は、減速機 5 0 の他方側部分を構成する。剛性内歯歯車 5 1 の内周面には、内歯が設けられている。可撓性外歯歯車 5 2 の本体部 5 2 1 の外周面の一部には、剛性内歯歯車 5 1 の内歯と噛み合う外歯が設けられている。

30

【 0 0 3 3 】

入力部材 4 1 の入力軸 4 1 3 は、例えば、中空回転軸 4 1 1 を構成する軟磁性材料よりも比重の小さい材料で構成され得る。入力軸 4 1 3 は、例えば、アルミニウム合金などの非磁性材料で構成され得る。入力軸 4 1 3 は、軸方向に細長い略円筒状を有する部分と、当該円筒状の部分の軸方向一方側端部に設けられた楕円部 4 1 5 とを有する。軸方向から見たとき、楕円部 4 1 5 の内周面は円形状であり、楕円部 4 1 5 の外周面は楕円形状である。

40

【 0 0 3 4 】

入力軸 4 1 3 の軸方向における中間部分は、ベアリング 9 3 によって支持される。ベアリング 9 3 は、例えば、ボールベアリングである。ベアリング 9 3 は、軸受保持部材 9 4 に取り付けられる。軸受保持部材 9 4 は、ハウジング 9 0 の第 2 収容部 9 2 に固定される。軸受保持部材 9 4 は、円環状かつ平板状であり、可撓性外歯歯車 5 2 のフランジ部 5 2 3 と軸方向に重なる位置で、ハウジング 9 0 に固定される。

【 0 0 3 5 】

波動発生部 5 3 の弾性軸受 5 5 は、可撓性を有する内輪および外輪を備えたボールベアリングである。弾性軸受 5 5 は、入力軸 4 1 3 における楕円部 4 1 5 の外周面に沿って配

50

置されており、楕円状に撓んでいる。可撓性外歯歯車 5 2 の、外歯が形成される本体部 5 2 1 は、弾性軸受 5 5 の外周側に配置されており、弾性軸受 5 5 を取り囲む。この本体部 5 2 1 における弾性軸受 5 5 を取囲む部分は、楕円状に撓んでいる。可撓性外歯歯車 5 2 の外歯は、楕円状に撓む可撓性外歯歯車 5 2 の軸方向一方側部分の長軸方向の 2 か所で、剛性内歯歯車 5 1 の内歯と噛み合う。

【 0 0 3 6 】

回転アクチュエータ 2 0 は、減速機 5 0 の出力軸（詳細には、剛性内歯歯車 5 1 ）に固定される出力部材 4 5 を備える。出力部材 4 5 は、電動モータ 3 0 および減速機 5 0 の軸方向一方側に配置され、中心軸線 A X 1 を中心として回転する。

【 0 0 3 7 】

出力部材 4 5 は、フランジ部 4 5 1 と筒部 4 5 3 とを有する。フランジ部 4 5 1 は、平板状かつ円環状を有する。筒部 4 5 3 は、フランジ部 4 5 1 における径方向内側の端部から、軸方向他方側へ延びる円筒形状の部分である。フランジ部 4 5 1 における径方向外側の端部は、剛性内歯歯車 5 1 に固定される。フランジ部 4 5 1 は、ハウジング 9 0 の軸方向一方側の外部に配置される。

【 0 0 3 8 】

筒部 4 5 3 の軸方向他方側の端部は、入力軸 4 1 3 における軸方向一方側の端部の径方向内側に配置される。筒部 4 5 3 の外周面と入力軸 4 1 3 の内周面との間には、ベアリング 9 5 が配置される。ベアリング 9 5 は、例えば、ボールベアリングである。

【 0 0 3 9 】

回転アクチュエータ 2 0 は、入力部材 4 1 の中空回転軸 4 1 1 および入力軸 4 1 3 の内側に配置される筒形状（より具体的には、円筒形状）のスリーブ 9 6 を備える。スリーブ 9 6 は、中心軸線 A X 1 上に軸方向に沿って配置される、細長い円筒形状である。スリーブ 9 6 は、金属（例えば、アルミニウム合金）または樹脂で構成され得る。

【 0 0 4 0 】

スリーブ 9 6 の軸方向一方側の端部は、筒部 4 5 3 の他方側の端部に挿入される。ここでは、スリーブ 9 6 の一方側端部の外周面と、筒部 4 5 3 の内周面と接触することによって、出力部材 4 5 にスリーブ 9 6 の軸方向一方側の端部が保持される。ただし、スリーブ 9 6 に対して出力部材 4 5 が回転可能となるように、出力部材 4 5 がスリーブ 9 6 に動き嵌めされる。すなわち、スリーブ 9 6 の軸方向一方側の端部は、出力部材 4 5 に固定されない状態で保持される。

【 0 0 4 1 】

スリーブ 9 6 の軸方向他方側の端部は、入力部材 4 1 の中空回転軸 4 1 1 よりも軸方向一方側に配置されており、ハウジング 9 0 の第 2 収容部 9 2 に保持される。詳細には、第 2 収容部 9 2 における軸方向他方側の端部から軸方向一方側へ延びる保持部 9 2 2 が、スリーブ 9 6 を保持する。スリーブ 9 6 が保持部 9 2 2 に保持されることによって、スリーブ 9 6 がハウジング 9 0 に固定される。このため、スリーブ 9 6 は、ハウジング 9 0 に対する回転運動が抑制される。

【 0 0 4 2 】

回転アクチュエータ 2 0 の中央にスリーブ 9 6 が設けられることにより、このスリーブ 9 6 の内側の空間を介して、回転アクチュエータ 2 0 の内部に電線や配管を配置することができる。また、スリーブ 9 6 を積極的に回転させないことによって、スリーブ 9 6 の内部に配置された電線や管の摩耗を抑制することができる。

【 0 0 4 3 】

回路基板 7 0 は、電動モータ 3 0 の軸方向他方側に配置される。回路基板 7 0 は、例えば、ガラスエポキシ基板などのリジッド基板であり、平板状である。回路基板 7 0 は、その厚さ方向が、軸方向に一致するように、ハウジング 9 0 の第 2 収容部 9 2 の内部に固定される。このため、回路基板 7 0 の両側の主面（最も面積が大きい面）は、軸方向一方側または他方側に向けられる。本例では、回路基板 7 0 は、スリーブ 9 6 の軸方向他方側の端部よりも、軸方向一方側に配置される。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

回路基板 7 0 は、電動モータ 3 0 および電磁ブレーキ 8 0 と電氣的に接続され、これらを制御するドライバ回路 7 1 を有する。回路基板 7 0 には、電動モータ 3 0 および電磁ブレーキ 8 0 とドライバ回路 7 1 間を接続する配線が接続されるコネクタが実装される。

【 0 0 4 5 】

回転検出器 6 0 は、電動モータ 3 0 と回路基板 7 0 との間に配置される。回転検出器 6 0 は、入力部材 4 1 の回転を検出して、その回転に応じた検出信号をドライバ回路 7 1 に出力する。

【 0 0 4 6 】

回転検出器 6 0 は、ハウジング 9 0 の第 2 収容部 9 2 に固定される。回転検出器 6 0 は、投光部 6 1 および光センサ 6 2 を有する。投光部 6 1 は、光を光センサ 6 2 に向けて射出する。光センサ 6 2 は、投光部 6 1 からの光を検出するとともに、その光の検出に応じた検出信号をドライバ回路 7 1 に出力する。投光部 6 1 および光センサ 6 2 は、第 2 収容部 9 2 に固定される。

10

【 0 0 4 7 】

投光部 6 1 および光センサ 6 2 の間には、回転ディスク 4 1 7 が配置される。回転ディスク 4 1 7 は、入力部材 4 1 の中空回転軸 4 1 1 に取り付けられており、中心軸線 A X 1 を中心に回転する円環状を有する。回転ディスク 4 1 7 には、回転ディスク 4 1 7 を軸方向に貫通する複数のスリットが設けられている。各スリットは、周方向に沿って、所定のピッチで設けられている。投光部 6 1 から光センサ 6 2 までの光の経路が、回転ディスク 4 1 7 のスリットが重なると、光センサ 6 2 が光を検出する状態となる。また、光の経路が、隣接するスリット間の遮光部分に重なると、光センサ 6 2 が光を検出しない状態となる。ドライバ回路 7 1 は、光センサ 6 2 からの検出信号をカウントすることによって、入力部材 4 1 (詳細には、中空回転軸 4 1 1) の回転量を検出する。

20

【 0 0 4 8 】

ドライバ回路 7 1 は、回転検出器 6 0 から出力される検出信号に基づいて、入力部材 4 1 の回転位置を記憶する記憶部 7 3 を有する。具体的には、ドライバ回路 7 1 は、回転検出器 6 0 からの検出信号に基づいて求められる回転量から、入力部材 4 1 の回転位置を記憶部 7 3 に保存する。回転位置とは、入力部材 4 1 の、中心軸線 A X 1 まわりの所定の基準位置からの回転角度をいう。回路基板 7 0 が記憶部 7 3 を備えることによって、入力部材 4 1 の回転位置を記憶できるため、記憶した回転位置を基準にして、電動モータ 3 0 を制御することができる。

30

【 0 0 4 9 】

また、回転検出器 6 0 は、マグネットと、マグネットセンサを備えていてもよい。マグネットは、入力部材 4 1 に設けられて、入力部材 4 1 とともに回転する。また、マグネットセンサは、回転するマグネットの軌跡の一部に対向する位置に設けられ、回路基板 7 0 のドライバ回路 7 1 に電氣的に接続される。マグネットセンサは、マグネットの磁気を検出することによって、入力部材 4 1 の回転を検出する。この場合、ドライバ回路 7 1 は、マグネットセンサから出力される検出信号に基づき、入力部材 4 1 の回転数を計測することができる。記憶部 7 3 は、この回転数を記憶してもよい。

40

【 0 0 5 0 】

回転アクチュエータ 2 0 は、電池ホルダ 9 7 をさらに備える。電池ホルダ 9 7 は、本例では、ハウジング 9 0 の第 2 収容部 9 2 における、軸方向他方側の端部に設けられる。電池ホルダ 9 7 には、ドライバ回路 7 1 に電力を供給する電池 9 8 が装着される。また、電池ホルダ 9 7 は、電池 9 8 に接触する端子を有する。当該端子は、配線によって回路基板 7 0 に接続されている。

【 0 0 5 1 】

回転アクチュエータ 2 0 によると、電池ホルダ 9 7 に装着された電池 9 8 からドライバ回路 7 1 へ電力を供給することができる。このため、ドライバ回路 7 1 に対する外部電力が遮断されても、記憶部 7 3 に入力部材の回転位置を保持させることができる。したがっ

50

て、回転アクチュエータ 20 に対して外部電力が再度供給され、ドライバ回路 71 が電動モータ 30 を駆動することが可能となった場合、ドライバ回路 71 は、記憶部 73 に保存された回転位置を基準にして、電動モータ 30 の制御を再開することができる。

【0052】

電磁ブレーキ 80 は、入力部材 41 の回転を停止させる。電磁ブレーキ 80 は、入力部材 41 の中空回転軸 411 とともに回転する可動部と、ハウジング 90 の第 1 収容部 91 に固定される固定部とを有する。電磁ブレーキ 80 は、例えば、固定部を可動部に密着させることによって発生する摩擦力によって、中空回転軸 411 の回転を停止させる。

【0053】

電磁ブレーキ 80 は、電動モータ 30 と回転検出器 60 との間に設けられる。すなわち、電磁ブレーキ 80 が、回転検出器 60 よりも電動モータ 30 に近い位置に配置される。この場合、電磁ブレーキ 80 が回転検出器 60 よりも電動モータ 30 から遠い位置に配される場合と比較して、入力部材 41 に負荷されるねじれの力を軽減することができる。

10

【0054】

また、回転検出器 60 が電動モータ 30 よりも回路基板 70 に近い位置に配置されるため、回転検出器 60 と回路基板 70 とを接続する配線を短くすることができる。

【0055】

電磁ブレーキ 80 は、無励磁作動形ブレーキとして構成される。すなわち、電磁ブレーキ 80 に対して電源が供給される間は、可動部が固定部から開放されることによって、中空回転軸 411 が回転可能となる。そして、電磁ブレーキ 80 に対する電源供給が停止されると、可動部が固定部に密着することによって、中空回転軸 411 の回転位置が固定される。このように、電磁ブレーキ 80 を無励磁作動形ブレーキとすることによって、外部電力が遮断されたときに、出力部材 45 の回転を抑制することができる。回転アクチュエータ 20 が関節部 12 に適用される場合、外部電力が遮断されたときに、関節部 12 に連結されたアーム 14 を、外部電源遮断の直前に停止した位置に固定することができる。このため、アーム 14 が、重力によって垂れ下がることを抑制することができる。

20

【0056】

回転アクチュエータ 20 によると、電動モータ 30、回転検出器 60、回路基板 70 および電磁ブレーキ 80 が、1つのハウジング 90 内に收容される。このため、ブレーキ制御が可能な減速機付アクチュエータを小型にすることができる。また、電磁ブレーキ 80 が入力部材 41 の回転を停止させるため、例えば電磁ブレーキ 80 が出力部材 45 の回転を停止させる場合と比べて、出力の小さい電磁ブレーキを採用できる。このため、回転アクチュエータ 20 をさらに小型にすることができる。このような回転アクチュエータ 20 を、ロボット 10 の関節部 12 に適用することによって、関節部 12 を小さくすることができる。

30

【0057】

ここで、回転アクチュエータ 20 を、図 1 に示す第 3 関節部 12 C に適用する場合について説明する。上述したように、第 3 関節部 12 C は、第 1 アーム 14 A の先端に連結されるとともに、第 4 関節部 12 D に連結される。そして、第 4 関節部 12 D は、第 2 アーム 14 B の基端に連結される。すなわち、第 3 関節部 12 C は、第 4 関節部 12 D を介して、第 2 アーム 14 B の基端に連結される。

40

【0058】

回転アクチュエータ 20 を第 3 関節部 12 C に適用する場合、第 1 アーム 14 A の先端は、回転アクチュエータ 20 のハウジング 90 の外周部に連結される。また、回転アクチュエータ 20 の出力部材 45 が、第 4 関節部 12 D に連結される。ここでは、第 1、第 2 アーム 14 A、14 B の長手方向が、第 3 関節部 12 C の軸方向（回転アクチュエータ 20 の軸方向）と直交する。第 3 関節部 12 C において、回転アクチュエータ 20 の電動モータ 30 を動作させると、出力部材 45 が回転することによって、第 1 アーム 14 A の先端を軸にして、第 4 関節部 12 D および第 2 アーム 14 B が回転する。また、電磁ブレーキ 80 を作動させることによって、第 4 関節部 12 D および第 2 アーム 14 B を、一定

50

置に停止させることができる。

【 0 0 5 9 】

< 2 . 第 2 実施形態 >

次に、第 2 実施形態について、図 3 及び図 4 を参照しつつ説明する。なお、以下の説明において、既に説明した要素と同様の機能を有する要素については、同符号またはアルファベット文字を追加した符号を付して、詳細な説明を省略する場合がある。図 3 は、本発明の第 2 実施形態に係る関節部 1 2 の断面図である。図 4 は、本発明の第 2 実施形態に係る関節部 1 2 の斜視図である。

【 0 0 6 0 】

< ベアリングホルダ部 >

第 2 実施形態の関節部 1 2 は、回転アクチュエータ 2 0 a を有する。回転アクチュエータ 2 0 a のハウジング 9 0 は、図 2 に示す第 1 収容部 9 1 の代わりに、第 1 収容部 9 1 a を有する。第 1 収容部 9 1 a は、筒状部 9 1 1 と、軸受保持部 9 4 a (ベアリングホルダ部) とを有する。筒状部 9 1 1 は、第 1 収容部 9 1 a における電動モータ 3 0 を囲う部分である。また、軸受保持部 9 4 a は、筒状部 9 1 1 の軸方向一方側の端部 9 1 3 に連続する部分である。

【 0 0 6 1 】

軸受保持部 9 4 a は、筒状部 9 1 1 の端部 9 1 3 から径方向内側に延びる部分である。すなわち、軸受保持部 9 4 a は、筒状部 9 1 1 の端部 9 1 3 に連続する部材である。軸受保持部 9 4 a の径方向内側の先端部には、ベアリング 9 3 が取り付けられる。回転アクチュエータ 2 0 a において、ベアリング 9 3 は、入力部材 4 1 をハウジング 9 0 の第 1 収容部 9 1 a に対して中心軸線 A X 1 を中心として回転可能に保持する。

【 0 0 6 2 】

第 1 実施形態の回転アクチュエータ 2 0 では、図 2 に示すように、減速機 5 0 (より詳細には、クロスローラベアリング 5 4 の外輪 5 4 3) と、ハウジング 9 0 の第 1 収容部 9 1 とが、ボルト 9 2 4 を介して互いに連結され、軸受保持部材 9 4 が、第 1 収容部 9 1 と減速機 5 0 との間にて挟持される。このため、回転アクチュエータ 2 0 の場合、軸受保持部材 9 4 の幅に応じて、回転アクチュエータ 2 0 の軸方向の長さ寸法が大きくなる。これに対して、第 2 実施形態の回転アクチュエータ 2 0 a では、図 3 に示すように、第 1 収容部 9 1 a の筒状部 9 1 1 と軸受保持部 9 4 a とが、一体に形成された部材である。軸受保持部 9 4 a は、軸受保持部材 9 4 のように軸方向に挟持しなくてよい。このため、回転アクチュエータ 2 0 a の軸方向の長さ寸法を短尺化できる。また、軸受保持部 9 4 a は第 1 収容部 9 1 a (モータハウジング) と一体である。このため、回転アクチュエータ 2 0 a は、軸受保持部材 9 4 と第 1 収容部 9 1 とが別体である回転アクチュエータ 2 0 よりも、組立てが容易である。

【 0 0 6 3 】

< 回転検出器の中継コネクタ >

図 3 に示すように、回転アクチュエータ 2 0 a は、コネクタ付電線 2 1 と、中継コネクタ 2 3 と、接続ピン 2 5 を備える。コネクタ付電線 2 1 と、中継コネクタ 2 3 と、接続ピン 2 5 とは、回転検出器 6 0 からの検出信号を回路基板 7 0 に出力する部材である。

【 0 0 6 4 】

コネクタ付電線 2 1 は、電線 2 1 1 と、ドライバ側コネクタ 2 1 3 とを有する。電線 2 1 1 は、第 1 端と第 2 端とを有する。第 1 端は、回路基板 7 0 のドライバ回路 7 1 と電気的に接続される。ドライバ側コネクタ 2 1 3 は、樹脂製の部材であり、電線 2 1 1 の第 2 端 (先端) に取り付けられる。

【 0 0 6 5 】

中継コネクタ 2 3 は、軸方向の他方側に開口を有する。中継コネクタ 2 3 の開口に、ドライバ側コネクタ 2 1 3 が挿入される。ドライバ側コネクタ 2 1 3 は、中継コネクタ 2 3 に挿入されると、嵌め合いまたは噛み合いなどの部材相互の形状的關係によって、着脱可能に連結される。具体的には、ドライバ側コネクタ 2 1 3 の外表面に設けられた弾性変形

10

20

30

40

50

する爪（不図示）が、中継コネクタ 2 3 の一部分に係合する。これにより、ドライバ側コネクタ 2 1 3 が中継コネクタ 2 3 に対して抜け止めされる。

【 0 0 6 6 】

接続ピン 2 5 は、回転検出器 6 0 の光センサ 6 2 と電氣的に接続される。接続ピン 2 5 は、径方向に延びる。中継コネクタ 2 3 は、回転検出器 6 0 の径方向外側に位置し、かつ、回転検出器 6 0 と径方向に重なる。中継コネクタ 2 3 は、内側に接点を有する。中継コネクタ 2 3 の接点は、接続ピン 2 5 を介して、光センサ 6 2 と電氣的に接続される。

【 0 0 6 7 】

ドライバ側コネクタ 2 1 3 が中継コネクタ 2 3 に装着されると、電線 2 1 1 が中継コネクタ 2 3 の接点に接触する。すると、回路基板 7 0 と光センサ 6 2 とが、電線 2 1 1 及び接続ピン 2 5 を介して、電氣的に接続される。なお、接続ピン 2 5 は、投光部 6 1 とも電氣的に接続される。例えば、ドライバ回路 7 1 は、コネクタ付電線 2 1 及び接続ピン 2 5 を介して、投光部 6 1 に電力が供給されてもよい。

10

【 0 0 6 8 】

ドライバ側コネクタ 2 1 3 は、中継コネクタ 2 3 に対して、軸方向に接続される。すなわち、ドライバ側コネクタ 2 1 3 は、中継コネクタ 2 3 に対して、軸方向に相対移動させることにより、中継コネクタ 2 3 の内側に装着される。この場合、ドライバ側コネクタ 2 1 3 が中継コネクタ 2 3 に対して径方向に装着される場合よりも、コネクタ付電線 2 1 の径方向への撓みが抑制される。したがって、径方向に関して、ハウジング 9 0 の第 2 収容部 9 2 を小型化できる。

20

【 0 0 6 9 】

< スリーブの廻止め >

回転アクチュエータ 2 0 は、廻止構造 8 1 を有する。廻止構造 8 1 は、廻止溝 8 1 1（廻止凹部）と、係合凸部 8 1 3 とを含む。

【 0 0 7 0 】

廻止溝 8 1 1 は、スリーブ 9 6 に設けられている。廻止溝 8 1 1 は、具体的には、スリーブ 9 6 の軸方向他方側の端部に設けられた軸方向一方側に凹む凹状の切欠きである。廻止溝 8 1 1 は、スリーブ 9 6 を径方向に貫通する。

【 0 0 7 1 】

係合凸部 8 1 3 は、ハウジング 9 0 の第 2 収容部 9 2 に設けられている。係合凸部 8 1 3 は、軸方向一方側に突出する凸状である。係合凸部 8 1 3 は、廻止溝 8 1 1 に挿入される。係合凸部 8 1 3 が廻止溝 8 1 1 の内側に配置された状態で、廻止溝 8 1 1 及び係合凸部 8 1 3 は、周方向に関して、係り合う。このため、係合凸部 8 1 3 が廻止溝 8 1 1 に係合することにより、スリーブ 9 6 の中心軸線 A X 1 を中心とする回転が抑制される。スリーブ 9 6 の内側には、流体用のチューブまたは電線等が配置され得る。このため、廻止構造 8 1 がスリーブ 9 6 の回転を抑制することにより、チューブまたは電線等の損傷が抑制される。

30

【 0 0 7 2 】

なお、廻止溝 8 1 1 がスリーブ 9 6 を貫通することは必須ではない。例えば、廻止溝 8 1 1 は、スリーブ 9 6 を貫通しない凹状であってもよい。また、廻止溝 8 1 1 がスリーブ 9 6 の軸方向他方側の端部に設けられていることは必須ではなく、端部から一方側に離れた位置に設けられてもよい。また、係合凸部 8 1 3 がスリーブ 9 6 に設けられ、廻止溝 8 1 1 が第 2 収容部 9 2 に設けられてもよい。

40

【 0 0 7 3 】

< 電磁ブレーキの固定位置 >

図 3 に示すように、電動モータ 3 0 は、電磁ブレーキ 8 0 よりも軸方向一方側に位置する。ハウジング 9 0 の第 1 収容部 9 1 a は、筒状部 9 1 1（第 1 筒状部）とともに、ブレーキホルダ部 9 1 5 を有する。筒状部 9 1 1 は、電動モータ 3 0 及び電磁ブレーキ 8 0 を囲む。ブレーキホルダ部 9 1 5 は、電磁ブレーキ 8 0 よりも軸方向他方側において、第 1 収容部 9 1 a から径方向内側に延びる。すなわち、ブレーキホルダ部 9 1 5 は、電磁ブレ

50

ーキ 80 よりも軸方向他方側に位置する。

【0074】

回転アクチュエータ 20a は、ボルト 83 を備える。ボルト 83 は、電磁ブレーキ 80 を、電動モータ 30 とは反対側の位置で固定する。ボルト 83 は、電磁ブレーキ 80 をブレーキホルダ部 915 に固定する固定部の一例である。具体的には、電磁ブレーキ 80 は、軸方向に貫通するネジ穴を有し、ブレーキホルダ部 915 は、軸方向に伸びるネジ穴を有する。ボルト 83 は、電磁ブレーキ 80 及びブレーキホルダ部 915 の各ネジ穴に挿入されて、電磁ブレーキ 80 をブレーキホルダ部 915 にネジ止めする。なお、電磁ブレーキ 80 のハウジング 90 に対する固定は、ボルト 83 による結合に限定されない。電磁ブレーキ 80 の固定は、例えば、嵌め合いまたは噛み合いなど形状的關係による結合や、接着剤または溶接等の材料による結合によって実現されてもよい。

10

【0075】

電磁ブレーキ 80 は、電動モータ 30 とは反対側の位置でハウジング 90 に固定される。これにより、電磁ブレーキ 80 を電動モータ 30 に接近させることができるため、軸方向において、ハウジング 90 を短尺化することができる。また、電磁ブレーキ 80 を電動モータ 30 に接近させることにより、電磁ブレーキ 80 を作動させた際に入力部材 41 に負荷されるねじれを軽減することができる。

【0076】

なお、電磁ブレーキ 80 を、ハウジング 90 におけるブレーキホルダ部 915 に固定することは必須ではない。例えば、電磁ブレーキ 80 の径方向外側にある筒状部 911 に固定することにより、電磁ブレーキ 80 を電動モータ 30 に接近させてもよい。

20

【0077】

< 電池ホルダ 97 の配置 >

図 4 に示すように、電池ホルダ 97 は、第 2 收容部 92 の外表面に設けられている。より具体的には、電池ホルダ 97 は、第 2 收容部 92 における軸方向他方側の端面 921 に設けられている。電池ホルダ 97 は、端面 921 において、軸方向一方側に凹む凹状である。

【0078】

電池ホルダ 97 は、弾性変形可能な爪部 971 を有する。爪部 971 は、電池ホルダ 97 の内側に位置し、電池 98 を挟持する。爪部 971 は、電池 98 の装着不良、または、電池ホルダ 97 からの電池 98 の脱落等を抑制し得る。電池ホルダ 97 が外表面である端面 921 に設けられていることにより、電池 98 を容易に交換できる。

30

【0079】

< 2. 変形例 >

以上、実施形態について説明してきたが、本発明は上記のようなものに限定されるものではなく、様々な変形が可能である。

【0080】

例えば、上記実施形態では、減速機 50 を波動歯車減速機としている。しかしながら、減速機 50 は、その他の機構（例えば、遊星機構）を備えた減速機としてもよい。

【0081】

電磁ブレーキ 80 が、電動モータ 30 と回転検出器 60 との間に設けられていることは必須ではない。例えば、電磁ブレーキ 80 は、回転検出器 60 の軸方向他方側に設けられていてもよい。

40

【0082】

上記実施形態では、スリーブ 96 は、ハウジング 90 に固定されており、中心軸線 AX1 を中心とする回転が抑制されている。しかしながら、スリーブ 96 は、中心軸線 AX1 を中心として回転可能に保持されてもよい。例えば、スリーブ 96 の軸方向一方側の端部が、出力部材 45 の筒部 453 に固定されることによって、出力部材 45 とともにスリーブ 96 が回転するようにしてもよい。出力部材 45 の回転速度は、減速機 50 によって、入力部材 41 の回転速度よりも遅い。このため、スリーブ 96 の回転速度は入力部材 41

50

(中空回転軸 4 1 1 および入力軸 4 1 3) よりも低速である。したがって、スリーブ 9 6 と、その内側に配される電線または配管との間の摩擦を軽減することができる。

【0083】

この発明は詳細に説明されたが、上記の説明は、すべての局面において、例示であって、この発明がそれに限定されるものではない。例示されていない無数の変形例が、この発明の範囲から外れることなく想定され得るものと解される。上記各実施形態および各変形例で説明した各構成は、相互に矛盾しない限り、必要に応じて、組み合わせることおよび省略することができる。

【産業上の利用可能性】

【0084】

本発明は、回転アクチュエータおよびロボットに利用することができる。

【符号の説明】

【0085】

10 ロボット

12 関節部

14 A 第1アーム

14 B 第2アーム

20, 20 a 回転アクチュエータ

30 電動モータ

31 ロータ

33 ステータ

41 入力部材

41 1 中空回転軸

41 3 入力軸

45 出力部材

50 減速機

51 剛性内歯歯車

52 可撓性外歯歯車

60 回転検出器

70 回路基板

71 ドライバ回路

73 記憶部

8 減速機

80 電磁ブレーキ

81 1 廻止溝 81 1 (廻止凹部)

81 3 係合凸部 81 3

83 ボルト(固定部)

90ハウジング

90 S 中空部

91, 91 a 第1収容部

91 1 筒状部

91 5 ブレーキホルダ部

92 第2収容部

96 スリーブ

97 電池ホルダ

97 1 爪部

98 電池

A X 1 中心軸線

10

20

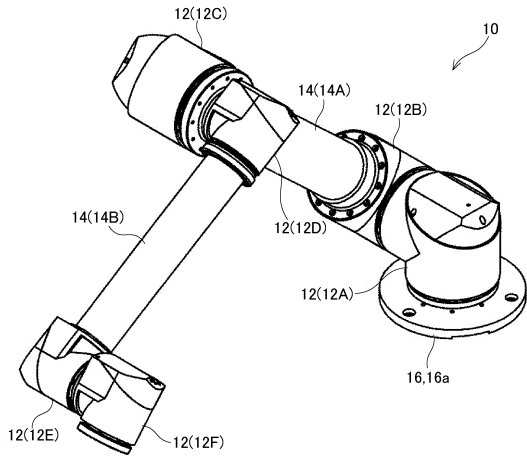
30

40

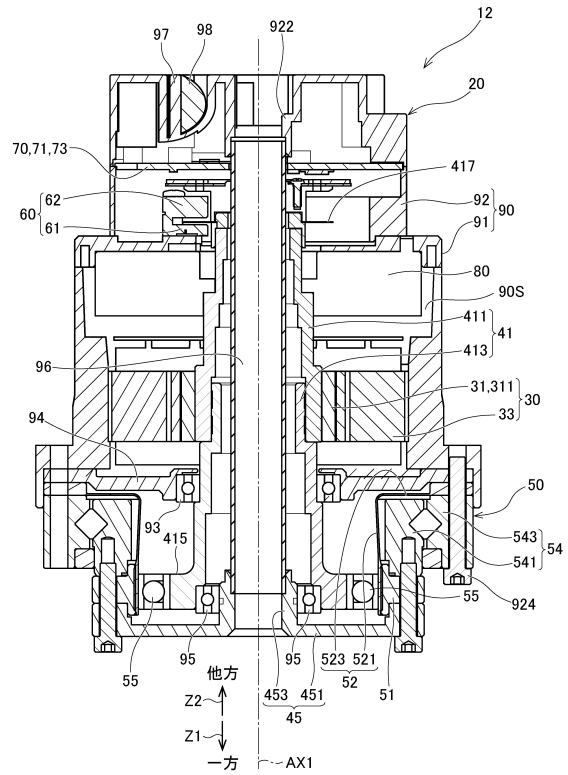
50

【 図面 】

【 図 1 】



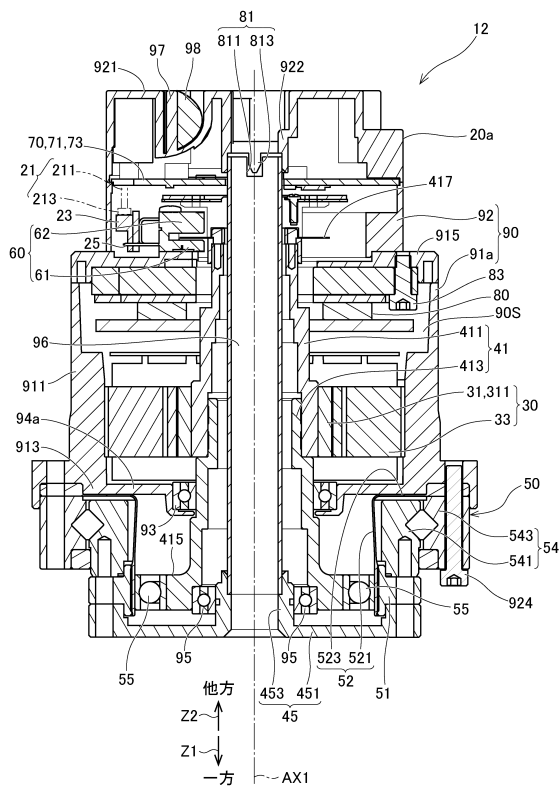
【 図 2 】



10

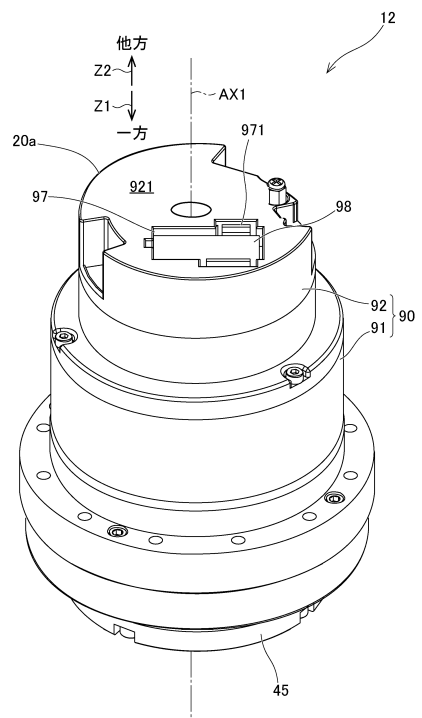
20

【 図 3 】



30

【 図 4 】



40

50

フロントページの続き

産シンボ株式会社内

(72)発明者 奥田 健

京都市南区久世殿城町338番地 日本電産株式会社内

審査官 中島 亮

(56)参考文献 特開2008-115896(JP,A)
特開2004-336879(JP,A)
特開2007-288870(JP,A)
特開2018-144135(JP,A)
特開2018-157613(JP,A)
特開2017-177275(JP,A)
特開2011-065941(JP,A)
特開2016-111740(JP,A)
特開平08-168209(JP,A)
特開平02-243289(JP,A)
特開2007-319013(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H02K 7/00 - 7/20
H02K 11/00 - 11/40
F16H 1/32
F16D 55/28
B25J 17/00