

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-163548

(P2020-163548A)

(43) 公開日 令和2年10月8日(2020.10.8)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
B 2 5 J 9/06 (2006.01) B 2 5 J 9/06 D 3 C 7 0 7

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2019-68684 (P2019-68684)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成31年3月29日 (2019. 3. 29)		セイコーエプソン株式会社
			東京都新宿区新宿四丁目1番6号
		(74) 代理人	100091292
			弁理士 増田 達哉
		(74) 代理人	100091627
			弁理士 朝比 一夫
		(72) 発明者	菊池 尊行
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		Fターム(参考)	3C707 AS01 AS08 BS15 CY36 HS27 HT20 HT25 HT26 KS21 KS34 KX10

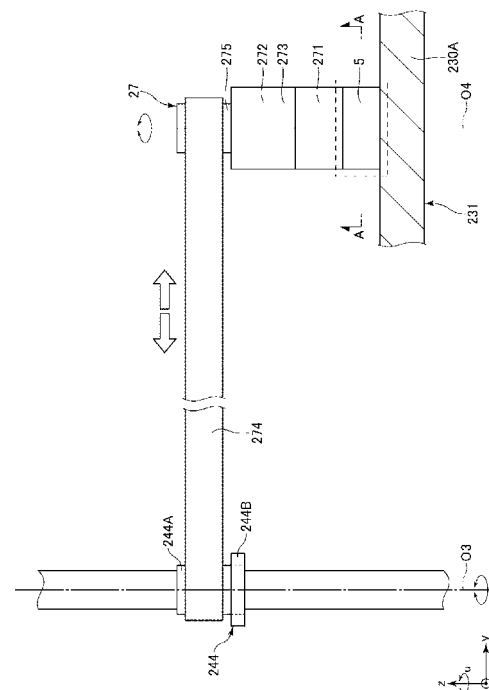
(54) 【発明の名称】 水平多関節ロボットおよびロボットシステム

(57) 【要約】

【課題】小型化を図ることができる水平多関節ロボットおよびロボットシステムを提供すること。

【解決手段】基台と、前記基台に接続され、第1軸回りに回転する第1アームと、前記第1アームに接続され、前記第1軸と平行な第2軸回りに回転する第2アームと、前記第2アームに接続され、前記第1軸と平行な第3軸回りに回転し、かつ、前記第3軸に沿って移動する第3アームと、前記第2アームに設けられ、前記第3アームを駆動するモーターと、前記モーターと前記第2アームとの間に設けられ、前記モーターの駆動による反力を検出する力検出部と、を備えることを特徴とする水平多関節ロボット。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基台と、

前記基台に接続され、第 1 軸回りに回転する第 1 アームと、

前記第 1 アームに接続され、前記第 1 軸と平行な第 2 軸回りに回転する第 2 アームと、

前記第 2 アームに接続され、前記第 1 軸と平行な第 3 軸回りに回転し、かつ、前記第 3 軸に沿って移動する第 3 アームと、

前記第 2 アームに設けられ、前記第 3 アームを駆動するモーターと、

前記モーターと前記第 2 アームとの間に設けられ、前記モーターの駆動による反力を検出する力検出部と、を備えることを特徴とする水平多関節ロボット。

10

【請求項 2】

前記力検出部は、第 1 プレートと、第 2 プレートと、前記第 1 プレートと前記第 2 プレートとに挟持されている複数の素子と、を有し、

前記第 1 プレートは、前記モーターに固定され、

前記第 2 プレートは、前記第 2 アームに固定されている請求項 1 に記載の水平多関節ロボット。

【請求項 3】

前記第 3 軸の軸方向から見て、前記モーターの出力軸は、前記複数の素子の間にある請求項 2 に記載の水平多関節ロボット。

【請求項 4】

前記力検出部は、前記第 2 軸と前記第 3 軸との間に設置されている請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の水平多関節ロボット。

20

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の水平多関節ロボットと、

前記力検出部によって検出された前記反力に基づいて、前記第 3 アームの駆動を制御する制御部と、を備えることを特徴とするロボットシステム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、水平多関節ロボットおよびロボットシステムに関するものである。

30

【背景技術】**【0002】**

近年、工場では人件費の高騰や人材不足により、各種ロボットやそのロボット周辺機器によって、人手で行われてきた作業の自動化が加速している。その各種ロボットの中で単純な搬送工程やねじ締め工程では、例えば特許文献 1 に示すような水平多関節ロボット、すなわち、スカラロボットが広く用いられている。

【0003】

特許文献 1 に記載されているスカラロボットは、第 1 軸回りに回転する第 1 アームと、第 2 軸回りに回転する第 2 アームと、第 3 軸回りに回転し、かつ、第 3 軸方向に移動するシャフトを有している。また、シャフトの駆動に関してボールねじスプラインを用いて上述した 2 方向の動作を実現することができる。また、第 3 アームの先端には、力覚センサーおよびエンドエフェクター（ハンド）が設置されている。力覚センサーが検出した力に基づいて、ロボットの駆動を制御し、各種作業を行っている。

40

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開平 4 - 2 5 6 5 9 0 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

50

しかしながら、特許文献 1 に記載されているスカラロボットでは、シャフトの先端に力覚センサーが設けられている分、シャフトの実際に動作する部分、すなわち、第 2 アームがシャフトを支持している部分からエンドエフェクターまでの長さが長くなってしまい、大型化を招く。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、前述した課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下により実現することが可能である。

【0007】

本適用例の水平多関節ロボットは、基台と、
前記基台に接続され、第 1 軸回りに回転する第 1 アームと、
前記第 1 アームに接続され、前記第 1 軸と平行な第 2 軸回りに回転する第 2 アームと、
前記第 2 アームに接続され、前記第 1 軸と平行な第 3 軸回りに回転し、かつ、前記第 3 軸に沿って移動する第 3 アームと、
前記第 2 アームに設けられ、前記第 3 アームを駆動するモーターと、
前記モーターと前記第 2 アームとの間に設けられ、前記モーターの駆動による反力を検出する力検出部と、を備えることを特徴とする。

10

【0008】

本適用例のロボットシステムは、本発明の水平多関節ロボットと、
前記力検出部によって検出された前記反力に基づいて、前記第 3 アームの駆動を制御する制御部と、を備えることを特徴とする。

20

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】本発明の水平多関節ロボットおよびロボットシステムの実施形態を示す側面図である。

【図 2】図 1 に示すロボットシステムのブロック図である。

【図 3】図 1 に示す水平多関節ロボットの第 2 アームの内部を示す側面図である。

【図 4】図 3 中に示す第 2 アームの内部の一部拡大図である。

【図 5】図 4 中 A - A 線断面図である。

【図 6】図 4 中破線で示す領域の拡大断面図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の水平多関節ロボットおよびロボットシステムを添付図面に示す好適な実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0011】

< 実施形態 >

図 1 は、本発明の水平多関節ロボットおよびロボットシステムの実施形態を示す側面図である。図 2 は、図 1 に示すロボットシステムのブロック図である。図 3 は、図 1 に示す水平多関節ロボットの第 2 アームの内部を示す側面図である。図 4 は、図 3 中に示す第 2 アームの内部の一部拡大図である。図 5 は、図 4 中 A - A 線断面図である。図 6 は、図 4 中破線で示す領域の拡大断面図である。

40

【0012】

また、図 1、図 3、図 4 では、説明の便宜上、互いに直交する 3 軸として、x 軸、y 軸および z 軸を図示している。また、以下では、x 軸に平行な方向を「x 軸方向」とも言い、y 軸に平行な方向を「y 軸方向」とも言い、z 軸に平行な方向を「z 軸方向」とも言う。また、以下では、図示された各矢印の先端側を「+ (プラス)」、基端側を「- (マイナス)」と言い、+ x 軸方向に平行な方向を「+ x 軸方向」とも言い、- x 軸方向に平行な方向を「- x 軸方向」とも言い、+ y 軸方向に平行な方向を「+ y 軸方向」とも言い、- y 軸方向に平行な方向を「- y 軸方向」とも言い、+ z 軸方向に平行な方向を「+ z 軸方向」とも言い、- z 軸方向に平行な方向を「- z 軸方向」とも言う。また、z 軸回りの

50

方向および z 軸に平行な軸回りの方向を「 u 軸方向」とも言う。

【0013】

また、以下では、説明の便宜上、図1中の $+z$ 軸方向、すなわち、上側を「上」、 $-z$ 軸方向、すなわち、下側を「下」とも言う。また、ロボットアーム20については、図1中の基台21側を「基端」、その反対側、すなわち、エンドエフェクター7側を「先端」と言う。また、図1中の z 軸方向、すなわち、上下方向を「鉛直方向」とし、 x 軸方向および y 軸方向、すなわち、左右方向を「水平方向」とする。

【0014】

図1および図2に示すロボットシステム100は、例えば、電子部品および電子機器等のワーク（対象物）の保持、搬送、組立ておよび検査等の作業で用いられる装置である。ロボットシステム100は、制御装置1と、ロボット2と、エンドエフェクター7と、表示装置41と、入力装置42とを備えている。

10

【0015】

また、図示の構成では、制御装置1は、ロボット2の外側に配置されているが、これに限定されず、ロボット2に内蔵されていてもよい。

【0016】

また、図示の構成では、ロボット2と制御装置1とは、ケーブル200で電氣的に接続（以下、単に「接続」とも言う）されているが、これに限定されずケーブル200を省略し、無線方式で通信を行うようになっていてもよい。すなわち、ロボット2と制御装置1とは、有線通信で接続されていてもよく、また、無線通信で接続されていてもよい。

20

【0017】

ロボット2は、水平多関節ロボット、すなわち、スカルロボットである。

図1に示すように、ロボット2は、基台21と、第1アーム22と、第2アーム23と、作業ヘッドである第3アーム24と、力検出部5と、を備えている。第1アーム22、第2アーム23および第3アーム24等によりロボットアーム20が構成される。

【0018】

また、ロボット2は、第1アーム22を基台21に対して回転させる駆動ユニット25と、第2アーム23を第1アーム22に対して回転させる駆動ユニット26と、第3アーム24のシャフト241を第2アーム23に対して回転させる u 駆動ユニット27と、シャフト241を第2アーム23に対して z 軸方向に移動させる z 駆動ユニット28と、角速度センサー29とを備えている。

30

【0019】

図1および図2に示すように、駆動ユニット25は、第1アーム22の筐体220内に内蔵されており、駆動力を発生するモーター251と、モーター251の駆動力を減速する減速機252と、モーター251または減速機252の回転軸の回転角度を検出する位置センサー253とを有している。

【0020】

駆動ユニット26は、第2アーム23の筐体230に内蔵されており、駆動力を発生するモーター261と、モーター261の駆動力を減速する減速機262と、モーター261または減速機262の回転軸の回転角度を検出する位置センサー263とを有している。

40

【0021】

u 駆動ユニット27は、第2アーム23の筐体230に内蔵されており、駆動力を発生するモーター271と、モーター271の駆動力を減速する減速機272と、モーター271または減速機272の回転軸の回転角度を検出する位置センサー273とを有している。

【0022】

z 駆動ユニット28は、第2アーム23の筐体230に内蔵されており、駆動力を発生するモーター281と、モーター281の駆動力を減速する減速機282と、モーター281または減速機282の回転軸の回転角度を検出する位置センサー283とを有してい

50

る。

【0023】

モーター251、モーター261、モーター271およびモーター281としては、例えば、ACサーボモーター、DCサーボモーター等のサーボモーターを用いることができる。

【0024】

また、減速機252、減速機262、減速機272および減速機282としては、例えば、遊星ギア型の減速機、波動歯車装置等を用いることができる。また、位置センサー253、位置センサー263、位置センサー273および位置センサー283は、例えば、角度センサーとすることができる。

10

【0025】

駆動ユニット25、駆動ユニット26、u駆動ユニット27およびz駆動ユニット28は、それぞれ、対応する図示しないモータードライバに接続されており、モータードライバを介して制御装置1のロボット制御部11により制御される。なお、各減速機は省略されていてもよい。

【0026】

また、角速度センサー29は、第2アーム23に内蔵されている。このため、第2アーム23の角速度を検出することができる。この検出した角速度の情報に基づいて、制御装置1は、ロボット2の制御を行う。また、角速度センサー29は、駆動ユニット26~28よりも-y軸側、すなわち、基台21の遠位側に設置されている。

20

【0027】

基台21は、例えば、図示しない床面にボルト等によって固定されている。基台21の上端部には第1アーム22が連結されている。第1アーム22は、基台21に対して鉛直方向に沿う第1軸O1回りに回転可能となっている。第1アーム22を回転させる駆動ユニット25が駆動すると、第1アーム22が基台21に対して第1軸O1回りに水平面内で回転する。また、位置センサー253により、基台21に対する第1アーム22の回転量が検出できるようになっている。

【0028】

また、第1アーム22の先端部には、第2アーム23が連結されている。第2アーム23は、第1アーム22に対して鉛直方向に沿う第2軸O2回りに回転可能となっている。第1軸O1の軸方向と第2軸O2の軸方向とは同一である。すなわち、第2軸O2は、第1軸O1と平行である。第2アーム23を回転させる駆動ユニット26が駆動すると、第2アーム23が第1アーム22に対して第2軸O2回りに水平面内で回転する。また、位置センサー263により、第1アーム22に対する第2アーム23の駆動、具体的には、回転量が検出できるようになっている。

30

【0029】

また、第2アーム23は、底板231、天板232およびこれらを連結している側壁233を有する筐体230を有している。この筐体230の内部、すなわち、底板231上には、駆動ユニット26、u駆動ユニット27、z駆動ユニット28および角速度センサー29が+y軸側からこの順で並んでいる。

40

【0030】

また、筐体230は、天板232と側壁233との間に位置する傾斜部234を有している。この傾斜部234は、天板232の-y軸側に設けられている。また、この傾斜部234は、z軸に対して傾斜して設けられている。

【0031】

また、図3および図4に示すように、第2アーム23の先端部には、第3アーム24が設置されている。第3アーム24は、シャフト241と、シャフト241を回転可能に支持する回転支持部材242とを有する。

【0032】

シャフト241は、第2アーム23に対して、鉛直方向に沿う第3軸O3回りに回転可

50

能であり、かつ、上下方向に移動（昇降）可能となっている。このシャフト２４１は、ロボットアーム２０の第３アームであり、ロボットアーム２０の最も先端のアームである。

【００３３】

また、シャフト２４１の長手方向の途中には、ボールねじナット２４３と、スプラインナット２４４とが設置されており、シャフト２４１は、これらによって支持されている。これらボールねじナット２４３およびスプラインナット２４４は、この順で＋ｚ軸側から離間して配置されている。

【００３４】

ボールねじナット２４３は、内輪２４３Ａと、内輪２４３Ａの外周側に同心的に配置された外輪２４３Ｂとを有する。これら内輪２４３Ａおよび外輪２４３Ｂの間には、図示しない複数のボールが配置されており、ボールの移動とともに内輪２４３Ａおよび外輪２４３Ｂは、互いに相対的に回転する。

【００３５】

また、内輪２４３Ａは、外輪２４３Ｂから露出した部分を有し、この露出した部分に後述するベルト２８４が掛け回されている。また、内輪２４３Ａは、その内部にシャフト２４１を挿通し、後述するように、シャフト２４１をｚ軸方向に沿って移動可能に支持している。

【００３６】

スプラインナット２４４は、内輪２４４Ａと、内輪２４４Ａの外周側に同心的に配置された外輪２４４Ｂとを有する。これら内輪２４４Ａおよび外輪２４４Ｂの間には、図示しない複数のボールが配置されており、ボールの移動とともに内輪２４４Ａおよび外輪２４４Ｂは、互いに相対的に回転する。

【００３７】

また、内輪２４４Ａは、外輪２４４Ｂから露出した部分を有し、この露出した部分に後述するベルト２７４が掛け回されている。また、内輪２４４Ａは、その内部にシャフト２４１を挿通し、シャフト２４１をｚ軸回り、すなわち、ｕ軸方向に回転可能に支持している。

【００３８】

また、スプラインナット２４４の－ｚ軸側には、回転支持部材２４２が設置されている。この回転支持部材２４２は、外筒２４５と、外筒２４５の内側に設けられた回転体２４６と、を有する。外筒２４５は、第２アーム２３の筐体２３０内の底板２３１に固定されている。一方、回転体２４６は、シャフト２４１には固定されているが、シャフト２４１とともにｚ軸回りに回転可能に外筒２４５に支持されている。

【００３９】

シャフト２４１を回転させるｕ駆動ユニット２７が駆動すると、シャフト２４１は、ｚ軸回りに正逆回転、すなわち、回転する。また、位置センサー２７３により、第２アーム２３に対するシャフト２４１の回転量が検出できるようになっている。

【００４０】

また、シャフト２４１をｚ軸方向に移動させるｚ駆動ユニット２８が駆動すると、シャフト２４１は、上下方向、すなわち、ｚ軸方向に移動する。また、位置センサー２８３により、第２アーム２３に対するシャフト２４１のｚ軸方向の移動量が検出できるようになっている。

【００４１】

また、シャフト２４１の先端部には、各種のエンドエフェクターが着脱可能に連結される。エンドエフェクターとしては、特に限定されず、例えば、被搬送物を把持するもの、被加工物を加工するもの、検査に使用するもの等が挙げられる。本実施形態では、エンドエフェクター７が着脱可能に連結される。エンドエフェクター７については、後に詳述する。

【００４２】

なお、エンドエフェクター７は、本実施形態では、ロボット２の構成要素になってい

10

20

30

40

50

いが、エンドエフェクター 7 の一部または全部がロボット 2 の構成要素になっていてもよい。また、エンドエフェクター 7 は、本実施形態では、ロボットアーム 20 の構成要素になっていないが、エンドエフェクター 7 の一部または全部がロボットアーム 20 の構成要素になっていてもよい。

【0043】

図 1 に示すように、エンドエフェクター 7 は、シャフト 241 に取り付けられた取り付け部 71 と、取り付け部 71 に設けられたモーター 72 と、モーター 72 の回転軸に、着脱可能に同心的に取り付けられたねじ用限界ゲージ 3 とを有している。このエンドエフェクター 7 は、シャフト 241 の先端部に着脱可能に連結される。また、シャフト 241 の中心軸、すなわち、第 3 軸 03 と、モーター 72 の回転軸と、ねじ用限界ゲージ 3 の中心軸とは、一致している。すなわち、第 3 軸 03 の軸方向から見て、第 3 軸 03 と、モーター 72 と、ねじ用限界ゲージ 3 とは重なっている。

【0044】

また、ねじ用限界ゲージ 3 は、ねじゲージの 1 例であり、柱状の把持部 31 と、把持部 31 の一端部に設けられ、雄ねじが形成された通り側ゲージ 32 と、把持部 31 の他端部に設けられ、雄ねじが形成された止まり側ゲージ 33 とを有している。このねじ用限界ゲージ 3 は、通り側ゲージ 32 を使用する場合は、止まり側ゲージ 33 が設けられた把持部 31 の端部をモーター 72 の回転軸に取り付け、通り側ゲージ 32 を先端側に配置する。また、止まり側ゲージ 33 を使用する場合は、通り側ゲージ 32 が設けられた把持部 31 の端部をモーター 72 の回転軸に取り付け、止まり側ゲージ 33 を先端側に配置する。

【0045】

また、モーター 72 としては、特に限定されないが、例えば、AC サーボモーター、DC サーボモーター等のサーボモーター、ステッピングモーター等が用いられる。

【0046】

また、エンドエフェクター 7 は、モーター 72 の回転軸の回転角度を検出する図示しない角度センサーを有しており、その位置センサーにより、モーター 72 の回転軸の回転角度が検出できるようになっている。

【0047】

このエンドエフェクター 7 では、モーター 72 の回転軸とねじ用限界ゲージ 3 との間に歯車やベルト等の動力伝達機構が介在している場合に比べて、バックラッシュによる回転精度の低下を抑制することができる。

【0048】

なお、ねじ用限界ゲージ 3 は、このような構成のものに限定されず、例えば、通り側ゲージのみを有するねじ用限界ゲージと、止まり側ゲージのみを有するねじ用限界ゲージとを付け替えて使用する構成のものであってもよい。

【0049】

また、本実施形態では、エンドエフェクター 7 は、ロボットアーム 20 に対して着脱可能であるが、これに限定されず、例えば、エンドエフェクター 7 は、ロボットアーム 20 から離脱不能になっていてもよい。

【0050】

また、力検出部 5 は、モーター 271 の駆動による反力を検出するものであり、その検出が制御装置 1 に送信される。

【0051】

また、力検出部 5 は、後述するように、第 2 アーム 23、すなわち、ベース部 230A と、モーター 271 との間に設けられている。これにより、モーター 271 の駆動により生じる反力が力検出部 5 に伝達される。よって、この反力を検出することができる。

【0052】

図 2 に示すように、制御装置 1 は、ロボット制御部 11 と、モーター制御部 12 (エンドエフェクター制御部) と、表示制御部 13 と、記憶部 14 と、受付部 15 と、判定部 16 とを備えており、ロボット 2、エンドエフェクター 7 のモーター 72 および表示装置 4

10

20

30

40

50

1等、ロボットシステム100の各部の駆動をそれぞれ制御する。

【0053】

また、制御装置1は、ロボット制御部11と、モーター制御部12と、表示制御部13と、記憶部14と、受付部15と、判定部16との間で、それぞれ、通信可能に構成されている。すなわち、ロボット制御部11と、モーター制御部12と、表示制御部13と、記憶部14と、受付部15と、判定部16とは、互いに、有線または無線通信で接続されている。

【0054】

また、制御装置1には、ロボット2と、表示装置41と、入力装置42と、エンドエフェクター7とが、それぞれ、有線または無線通信で接続されている。

10

【0055】

ロボット制御部11は、ロボット2の駆動、すなわち、ロボットアーム20等の駆動を制御する。ロボット制御部11は、OS等のプログラムがインストールされたコンピューターである。このロボット制御部11は、例えば、プロセッサとしてのCPUと、RAMと、プログラムが記憶されたROMとを有する。また、ロボット制御部11の機能は、例えば、CPUにより各種プログラムを実行することにより実現することができる。

【0056】

また、ロボット制御部11は、力検出部5と電氣的に接続されており、力検出部5から受け取った電気信号を、第3アーム24に加わった外力とみなし、力に変換する。すなわち、力検出部5によって検出されたモーター271の駆動の反力の変化量から、第3アーム24に加わった外力に換算する。そしてこの算出された外力に基づいて、第3アーム24をu軸方向に駆動するu駆動ユニット27のモーター271への指令値を制御するとともに、第3アーム24をz軸方向に駆動するz駆動ユニット28のモーター281への指令値を制御する。これにより、加わった外力に応じて、第3アーム24をu軸方向およびz軸方向に移動させることができる。よって、例えば、ネジ締め作業を力制御により行うことができたり、第3アーム24に閾値を超える外力が加わると、エンドエフェクター7を+z軸方向に退避したりすることができる。また、外力が加わっていなくても、モーター271を回転させる際の最初の加速時、定常運転時、減速時のそれぞれの制御に用いることもできる。

20

【0057】

このように、ロボットシステム100では、力検出部5によって検出された反力に基づいて、第3アーム24に加わる第3軸方向O3の力を制御する。

30

【0058】

モーター制御部12は、モーター72の駆動を制御する。モーター制御部12は、OS等のプログラムがインストールされたコンピューターである。このモーター制御部12は、例えば、プロセッサとしてのCPUと、RAMと、プログラムが記憶されたROMとを有する。また、モーター制御部12の機能は、例えば、CPUにより各種プログラムを実行することにより実現することができる。

【0059】

表示制御部13は、表示装置41にウィンドウ等の各種の画面や文字等を表示させる機能を有している。すなわち、表示制御部13は、表示装置41の駆動を制御する。この表示制御部13の機能は、例えばGPU等により実現することができる。

40

【0060】

記憶部14は、各種の情報(データやプログラム等を含む)を記憶する機能を有する。この記憶部14は、制御プログラム等を記憶する。記憶部14の機能は、ROM等のいわゆる外部記憶装置(図示せず)によって実現することができる。

【0061】

受付部15は、入力装置42からの入力を受け付ける機能を有している。この受付部15の機能は、例えばインターフェース回路によって実現することができる。なお、例えばタッチパネルを用いる場合には、受付部15は、ユーザーの指のタッチパネルへの接触等

50

を検知する入力検知部としての機能を有する。

【0062】

表示装置41は、例えば、液晶ディスプレイ、ELディスプレイ等で構成された図示しないモニターを備えており、例えば、ウィンドウ等の各種の画面等を含む各種の画像や文字等を表示する機能を有する。

【0063】

入力装置42は、例えば、マウスやキーボード等で構成されている。したがって、ユーザーは、入力装置42を操作することで、制御装置1に対して各種の処理等の指示を行うことができる。

【0064】

具体的には、ユーザーは、表示装置41に表示されるウィンドウ等の各種画面に対して入力装置42のマウスでクリックする操作や、入力装置42のキーボードで文字や数字等を入力する操作により、制御装置1に対する指示を行うことができる。

【0065】

なお、本実施形態では、表示装置41および入力装置42の代わりに、表示装置41および入力装置42を兼ね備えた表示入力装置を設けてもよい。表示入力装置としては、例えば静電式タッチパネルや感圧式タッチパネル等のタッチパネルを用いることができる。また、入力装置42は、音声等の音を認識する構成であってもよい。

【0066】

次に、第2アーム23の内部について説明する。

ロボット2では、図3に示すように、第2アーム23の筐体230内に、第3アーム24をz軸回りに回転させるu駆動ユニット27と、第3アーム24をz軸方向に移動させるz駆動ユニット28と、ベルト274と、ベルト284と、が設けられている。

【0067】

また、第2アーム23の筐体230は、ベース部230Aの+z軸側を覆うカバー部材230Bと、を有している。ベース部230Aは、剛体であり、例えば、金属材料、各種硬質樹脂材料等で構成されている。なお、ベース部230Aが第2アーム230を構成するため、以下では、第2アーム230をベース部230Aとも言う。

【0068】

図3に示すように、u駆動ユニット27は、前述したモーター271、減速機272および位置センサー273に加え、プーリー275を有する。これらは、プーリー275、減速機272およびモーター271の順で+z軸側から配置され、ベース部230Aに固定されている。プーリー275は、減速機272のコアに固定されており、モーター271の回転力が減速機272で減速されて、プーリー275に伝達される。

【0069】

また、プーリー275は、ベルト274によってシャフト241に設けられたスプラインナット244の内輪244Aと連結されている。ベルト274は、プーリー275および内輪244Aに掛け回された無端ベルトであり、その内側、すなわち、プーリー275および内輪244A側に図示しない歯を有する。ベルト274の歯が、プーリー275および内輪244Aの露出した部分の図示しない歯とそれぞれ噛合している。

【0070】

このようなu駆動ユニット27では、モーター271の回転力が減速機272およびプーリー275を介してベルト274に伝達され、ベルト274が回転する。このベルト274の回転により、その回転力がスプラインナット244を介してシャフト241に伝達される。この回転力が内輪244Aの内周部およびシャフト241のスプライン溝を介してシャフト241に伝達され、シャフト241がu軸方向に移動する、すなわち、回転することができる。

【0071】

このように、第3アーム24は、シャフト241と、シャフト241に設けられたスプラインナット244と、を有している。また、ロボット2は、モーター271と、スプ

10

20

30

40

50

インナット 244 とを連結するベルト 274 をさらに有する。これにより、シャフト 241 に加わった外力が、ベルト 274、スプラインナット 244 およびモーター 271 を介して力検出部 5 に伝達される。よって、力検出部 5 がシャフト 241 に加わった外力を検出することができる。

【0072】

図 3 に示すように、z 駆動ユニット 28 は、前述したモーター 281、減速機 282 および位置センサー 283 に加え、プーリー 285 を有する。これらは、モーター 281、プーリー 285 および減速機 282 の順で +z 軸側から配置されている。プーリー 285 は、減速機 282 のコアに固定されており、モーター 281 の回転力が減速機 282 で減速されて、プーリー 285 に伝達される。また、減速機 282 は、図示しないスペーサーを介してベース部 230A に固定されている。

10

【0073】

また、プーリー 285 は、ベルト 284 によってシャフト 241 に設けられたボールねじナット 243 の内輪 243A の露出した部分と連結されている。ベルト 284 は、プーリー 285 および内輪 243A に掛け回された無端ベルトであり、その内側、すなわち、プーリー 285 および内輪 243A 側に図示しない歯を有する。ベルト 284 の歯が、プーリー 285 および内輪 243A の図示しない歯とそれぞれ噛合している。

【0074】

このような z 駆動ユニット 28 では、モーター 281 の回転力が減速機 282 およびプーリー 285 を介してベルト 284 に伝達され、ベルト 284 が回転する。このベルト 284 の回転により、その回転力がボールねじナット 243 の内輪 243A を介してシャフト 241 に伝達される。この回転力が内輪 243A の内周部およびシャフト 241 のボールねじ溝によって方向が変換され、シャフト 241 が z 軸方向に移動する、すなわち、上下動することができる。

20

【0075】

次に、力検出部 5 について説明する。

図 3 および図 4 に示すように、力検出部 5 は、前述したように第 3 アーム 24 に加わる力を検出するセンサーである。本実施形態では、ボールねじナット 243 と、ベース部 230A との間に設けられており、これらに固定され、挟持されている。また、図 6 に示すように、力検出部 5 は、第 1 プレート 51 と、第 2 プレート 52 と、第 1 プレート 51 と第 2 プレート 52 との間に配置された筒状部 53 と、複数、本実施形態では、2 つの素子 54 とを有する。また、2 つの素子 54 は、第 1 プレート 51 と、第 2 プレート 52 との間で挟持されている。

30

【0076】

このように力検出部 5 は、第 1 プレート 51 と、第 2 プレート 52 と、第 1 プレート 51 と第 2 プレート 52 とに挟持されている複数、本実施形態では、2 つの素子 54 とを有する。これにより、後述するように、素子 54 は、モーター 271 の回転により生じる反力を検出することができる。

【0077】

第 1 プレート 51 は、円板状をなし、その +z 軸側の面がモーター 271 の筐体に固定されている。図示の構成では、第 1 プレート 51 およびモーター 271 は、ねじ、ビス等の固定部材 8 を介して固定されている。第 2 プレート 52 は、円板状をなし、その -z 軸側の面がベース部 230A の +z 軸側の面に固定されている。図示の構成では、第 2 プレート 52 およびベース部 230A は、ねじ、ビス等の固定部材 9 を介して固定されている。

40

【0078】

筒状部 53 は、本実施形態では、円筒状をなし、素子 54 を保護する機能を有する。

図 5 に示すように、各素子 54 は、モーター 271 の出力軸 O4 を介して対向配置されている。すなわち、第 3 軸 O3 の軸方向から見て、モーター 271 の出力軸 O4 は、複数の素子 54 の間にある。これにより、各素子 54 に加わる力が可及的に均一になり、正確

50

に力を検出することができる。

【0079】

なお、素子54の個数は、図示のような2つに限定されず、例えば、3つ以上であってもよいが、素子54の数は、4つであるのが好ましい。この場合、各素子54は、出力軸04の周方向に沿って等間隔で設けられている、すなわち、出力軸04を介して配置されている対が2対になるように配置されるのが好ましい。

【0080】

各素子54は、例えば、水晶等の圧電体で構成され、外力を受けると電荷を出力するものを用いることができる。また、制御装置1は、この電荷量に応じて受けた外力に変換することができる。また、このような圧電体であると、設置する向きに応じて、外力を受けた際に電荷を発生させることができる向きを調整可能である。本実施形態では、各素子54は、図5に示すように、鉛直方向の成分の力 F_z と、 z 軸回り、すなわち、 u 軸方向の力 F_u とを検出することができる。

【0081】

このような力検出部5は、前述したように、第1プレート51がモーター271に固定され、第2プレート52がベース部230Aに固定されている。このような構成により、 u 駆動ユニット27のモーター271が駆動し、内部の図示しないローターが回転すると、その反力がモーター271の筐体を介して力検出部5に伝達される。そして、この伝達された力を力検出部5が検出し、反力の情報を電気信号に変換して図2に示す制御装置1のロボット制御部11に送信することにより、後述するような制御が行われる。よって、力検出部5の検出結果に基づいて、第3アーム24を駆動することができる。

【0082】

特に、従来では、第3アーム24に相当するアームの先端に力検出部を設置していた。しかしながら、このような構成では、アームの実質的な可動部分、すなわち、アームの付け根からエンドエフェクターまでの長さが長くなってしまう。これに対し、本発明では、第2アーム23とモーター271との間に力検出部5を設置し、モーター271の駆動による反力を検出する構成となっている。すなわち、力検出部5を第2アーム23に内蔵し、第3アーム24に力検出部5が設置されるのを省略した構成となっている。これにより、第3アーム24の実質的な可動部分を短くすることができる。よって、例えば、第3アーム24を最大限まで $-z$ 軸側に移動させたときのエンドエフェクター7の先端が、従来よりも $-z$ 軸側に位置することとなり、小型化を実現することができる。さらに、従来に比べ、第3アーム24の可搬重量をより十分に確保することができる。

【0083】

また、力検出部5は、第2軸02と第3軸03との間に設置されている。すなわち、力検出部5は、第3軸03から第2軸02側に偏在している。これにより、力検出部5が第3アーム24に設けられている構成と比べ、第2アーム23の先端側の重量を軽くすることができる。よって、第2アーム23を駆動する際の慣性モーメントを小さくすることができ、第2アーム23を駆動する際の駆動力を比較的小さくすることができるとともに、第2アーム23を駆動するモーター261の負荷を軽減することができる。

【0084】

また、図3に示すように、第2軸02から出力軸04までの距離 L_2 は、第3軸03から出力軸04までの距離 L_1 よりも小さいのが好ましい。これにより、前述した第2アーム23を駆動するモーター261の負荷を軽減することができるという効果をより一層顕著に得ることができる。

【0085】

以上説明したように、ロボット2は、基台21と、基台21に接続され、第1軸01回りに回転する第1アーム22と、第1アーム22に接続され、第1軸01と平行な第2軸02回りに回転する第2アーム23と、第2アーム23に接続され、第1軸01と平行な第3軸03回りに回転し、かつ、第3軸03に沿って移動する第3アーム24と、第2アーム23に設けられ、第3アーム24を駆動するモーター271と、モーター271と第

10

20

30

40

50

２アーム２３との間に設けられ、モーター２７１の駆動による反力を検出する力検出部５と、を備える。これにより、力検出部５を第２アーム２３に内蔵し、第３アーム２４に力検出部５が設置されるのを省略した構成とすることができる。よって、第３アーム２４の実質的な可動部分を短くすることができ、小型化を実現することができる。

【００８６】

また、ロボットシステム１００は、前述したように、ロボット２と、力検出部５によって検出された、モーター２７１の駆動による反力に基づいて、第３アーム２４の駆動を制御する制御部としての制御装置１と、を備える。これにより、前述したロボット２の利点を享受しつつ、加わった外力に応じて、第３アーム２４の動作を制御することができる。例えば、モーター２７１を回転させる際の最初の加速時、定常運転時、減速時のそれぞれの制御を行うことができる。また、力検出部５によって検出されたモーター２７１の駆動の反力の変化量から、第３アーム２４に加わった外力（特に、 z 軸方向の外力）に換算し、この外力に応じて、第３アーム２４を u 軸方向および z 軸方向に移動させたり、エンドエフェクター７の力制御に用いることもできる。

10

【００８７】

以上、本発明の水平多関節ロボットおよびロボットシステムを図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができる。また、他の任意の構成物が付加されていてもよい。

20

【００８８】

また、前記実施形態では、ロボットアームの回転軸の数は、３つであるが、本発明では、これに限定されず、ロボットアームの回転軸の数は、例えば、２つ、または、４つ以上でもよい。すなわち、前記実施形態では、アームの数は、３つであるが、本発明では、これに限定されず、アームの数は、例えば、２つ、または、４つ以上でもよい。

【００８９】

また、前記実施形態では、モーター２７１と力検出部５とが固定されている構成であったが、本発明ではこれに限定されず、例えば、モーター２７１と力検出部５との間に例えば減速機等が介在していてもよい。

【００９０】

また、前記実施形態では、モーター２７１とベース部２３０Ａとの間に力検出部５が設けられている構成であったが、本発明ではこれに限定されず、例えば、モーター２８１とベース部２３０Ａとの間に設けられていてもよい。この場合であっても、本発明の効果が得られる。また、モーター２７１とベース部２３０Ａとの間、モーター２８１とベース部２３０Ａとの間の双方に設けられていてもよい。

30

【符号の説明】

【００９１】

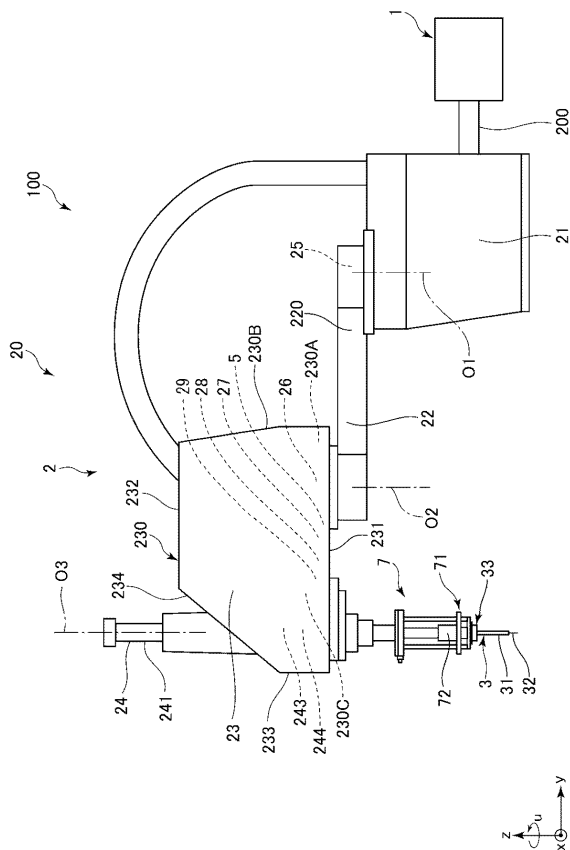
１００…ロボットシステム、１…制御装置、２…ロボット、２０…ロボットアーム、２１…基台、２２…第１アーム、２３…第２アーム、２４…第３アーム、２５…駆動ユニット、２６…駆動ユニット、２７… u 駆動ユニット、２８… z 駆動ユニット、２９…角速度センサー、３…ねじ用限界ゲージ、３１…把持部、３２…通り側ゲージ、３３…止まり側ゲージ、５…力検出部、５１…第１プレート、５２…第２プレート、５３…筒状部、５４…素子、７…エンドエフェクター、８…固定部材、９…固定部材、１１…ロボット制御部、１２…モーター制御部、１３…表示制御部、１４…記憶部、１５…受付部、１６…判定部、４１…表示装置、４２…入力装置、７１…取り付け部、７２…モーター、２００…ケーブル、２２０…筐体、２３０…筐体、２３０Ａ…ベース部、２３０Ｂ…カバー部材、２３０Ｃ…凹部、２３１…底板、２３２…天板、２３３…側壁、２３４…傾斜部、２４１…シャフト、２４２…回転支持部材、２４３…ボールねじナット、２４３Ａ…内輪、２４３Ｂ…外輪、２４４…スプラインナット、２４４Ａ…内輪、２４４Ｂ…外輪、２４５…外筒、２４６…回転体、２５１…モーター、２５２…減速機、２５３…位置センサー、２６１…モーター、２６２…減速機、２６３…位置センサー、２７１…モーター、２７２…減速機

40

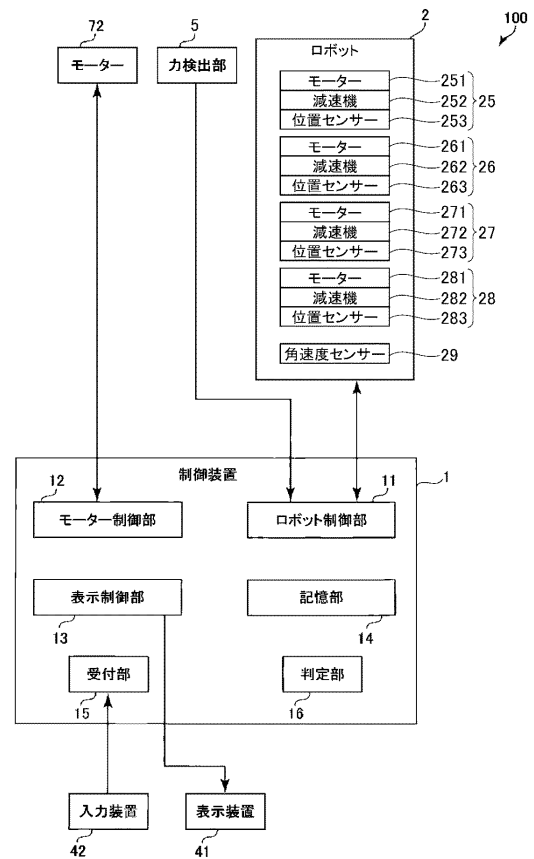
50

、 2 7 3 ... 位置センサー、 2 7 4 ... ベルト、 2 7 5 ... プーリー、 2 8 1 ... モーター、 2 8 2 ... 減速機、 2 8 3 ... 位置センサー、 2 8 4 ... ベルト、 2 8 5 ... プーリー、 F u ... 力、 F z ... 力、 O 1 ... 第 1 軸、 O 2 ... 第 2 軸、 O 3 ... 第 3 軸、 O 4 ... 出力軸

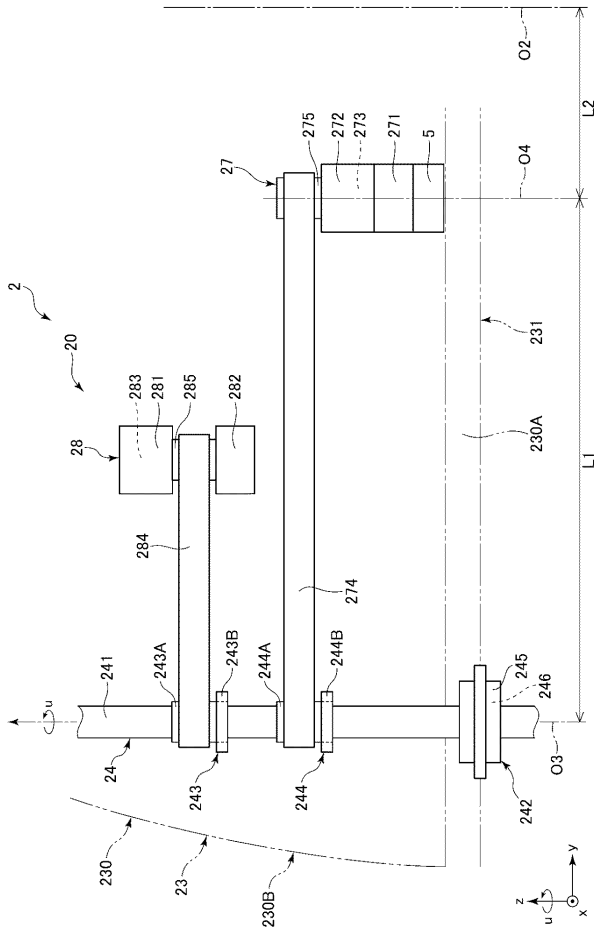
【 図 1 】



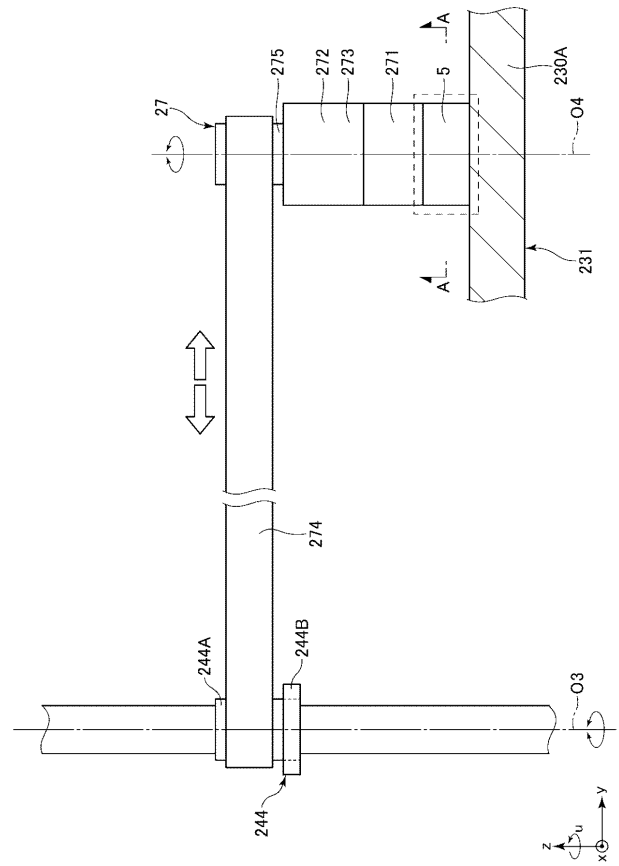
【 図 2 】



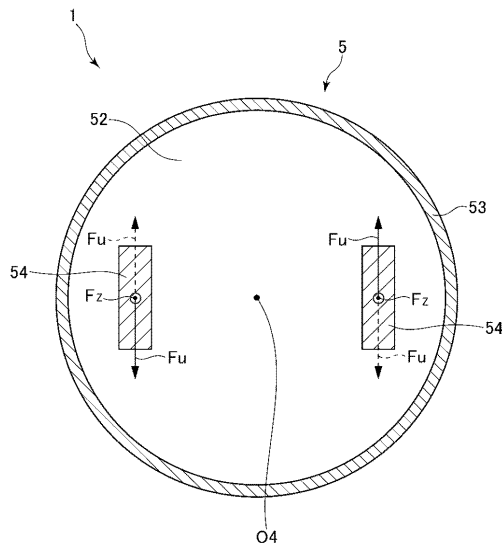
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

