

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7375345号
(P7375345)

(45)発行日 令和5年11月8日(2023.11.8)

(24)登録日 令和5年10月30日(2023.10.30)

(51)国際特許分類

F I

B 2 5 J 9/06 (2006.01)

B 2 5 J 9/06 D

B 2 5 J 19/04 (2006.01)

B 2 5 J 19/04

請求項の数 6 (全14頁)

(21)出願番号	特願2019-119690(P2019-119690)	(73)特許権者	000002369
(22)出願日	令和1年6月27日(2019.6.27)		セイコーエプソン株式会社
(65)公開番号	特開2021-3783(P2021-3783A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43)公開日	令和3年1月14日(2021.1.14)	(74)代理人	100179475
審査請求日	令和4年5月24日(2022.5.24)		弁理士 仲井 智至
		(74)代理人	100216253
			弁理士 松岡 宏紀
		(74)代理人	100225901
			弁理士 今村 真之
		(72)発明者	黒川 純一
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイ
			コーエブソン株式会社内
		審査官	國武 史帆

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ロボット

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基台と、
前記基台に接続され、第1軸回りに回転する第1アームを有するロボットアームと、
前記基台に設けられ、前記基台または前記ロボットアームに作用する力を検出する力検出部と、を備え、
前記第1アームは、前記基台の中心を通り、かつ、前記第1軸と平行な第1中心線からずれた位置で前記基台に接続されており、
前記第1軸および前記第1中心線を含む平面の平面視において、
前記力検出部の中心を通り、かつ、前記第1軸と平行な第2中心線は、当該ロボットの重心を通り、かつ、前記第1軸と平行な直線と、前記第1軸と、の間に位置していることを特徴とするロボット。

10

【請求項2】

基台と、
前記基台に接続され、第1軸回りに回転する第1アームを有するロボットアームと、
前記基台に設けられ、前記基台または前記ロボットアームに作用する力を検出する力検出部と、を備え、
前記第1アームは、前記基台の中心を通り、かつ、前記第1軸と平行な第1中心線からずれた位置で前記基台に接続されており、
前記第1軸および前記第1中心線を含む平面の平面視において、

20

前記力検出部の中心を通り、かつ、前記第 1 軸と平行な第 2 中心線は、前記第 1 軸と、前記第 1 中心線と、の間に位置していることを特徴とするロボット。

【請求項 3】

前記ロボットアームは、前記第 1 アームと、前記第 1 アームの前記基台と反対側に接続され、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 アームに支持され、前記第 2 軸とは異なる位置で、かつ、前記第 2 軸と平行な第 3 軸の軸方向に沿って移動する第 3 アームと、を有する請求項 1 または 2 に記載のロボット。

【請求項 4】

前記第 1 アームおよび前記第 2 アームが、前記第 1 軸と直交する第 4 軸に沿って伸びている状態で静止している状態の場合に、前記第 1 中心線と前記第 3 軸との離間距離を L_1 とし、前記第 1 中心線と前記第 2 中心線との離間距離を L_2 としたとき、 $0.01 \leq L_2 / L_1 \leq 0.8$ を満足する請求項 3 に記載のロボット。

10

【請求項 5】

基台と、
前記基台に接続され、第 1 軸回りに回転する第 1 アームを有するロボットアームと、
前記基台に設けられ、前記基台または前記ロボットアームに作用する力を検出する力検出部と、を備え、

前記第 1 アームは、前記基台の中心を通り、かつ、前記第 1 軸と平行な第 1 中心線からずれた位置で前記基台に接続されており、

前記力検出部の中心を通り、かつ、前記第 1 軸と平行な第 2 中心線は、前記第 1 中心線よりも前記第 1 軸に近く、

20

前記第 1 軸および前記第 1 中心線を含む平面の平面視において、

前記第 2 中心線は、当該ロボットの重心を通り、かつ、前記第 1 軸と平行な直線と、前記第 1 軸と、の間に位置していることを特徴とするロボット。

【請求項 6】

基台と、

前記基台に接続され、第 1 軸回りに回転する第 1 アームを有するロボットアームと、
前記基台に設けられ、前記基台または前記ロボットアームに作用する力を検出する力検出部と、を備え、

前記第 1 アームは、前記基台の中心を通り、かつ、前記第 1 軸と平行な第 1 中心線からずれた位置で前記基台に接続されており、

30

前記力検出部の中心を通り、かつ、前記第 1 軸と平行な第 2 中心線は、前記第 1 中心線よりも前記第 1 軸に近く、

前記第 1 軸および前記第 1 中心線を含む平面の平面視において、

前記第 2 中心線は、前記第 1 軸と前記第 1 中心線との間に位置していることを特徴とするロボット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボットに関するものである。

40

【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。その各種ロボットは、例えば、特許文献 1 に示すように、基台と、基台に支持されたアームと、力センサーとを有している。このようなロボットでは、力センサーの検出結果に基づいてアームが制御される。

【0003】

特許文献 1 に記載されているロボットでは、力センサーは、基台の下方に設けられている。このため、力センサーには、基台およびアームの荷重が加わっている。ロボットの作動中に、例えば、アームに外力が加わった場合、アームおよび基台を介して力センサーに

50

力が伝達される。この力を検出し、その検出結果に基づいてアームを制御することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2018-080941号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、アームが基台の中心線から偏心した位置に接続される場合、特許文献1のような構成、すなわち、力センサーの中心軸と基台の中心軸とが一致している構成では、常にアームの自重によるトルクが力センサーに加わることとなる。このトルクの大きさによっては、力センサーの検出精度が低下するおそれがある。

【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アームを有するロボットアームと、
前記基台に設けられ、前記基台または前記ロボットアームに作用する力を検出する力検出部と、を備え、

前記第1アームは、前記基台の中心を通り、かつ、前記第1軸と平行な第1中心線からずれた位置で前記基台に接続されており、

前記力検出部の中心を通り、かつ、前記第1軸と平行な第2中心線は、前記第1中心線よりも前記第1軸に近いことを特徴とする。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明のロボットを備えるロボットシステムの第1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に示す力検出部の側面図である。

【図4】図3中A-A線断面図である。

【図5】図1に示すロボットの概略模式図である。

【図6】本発明のロボットの第2実施形態の概略模式図である。

【図7】本発明のロボットの第3実施形態の概略模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明のロボット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。

<第1実施形態>

図1は、本発明のロボットを備えるロボットシステムの第1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に示す力検出部の側面図である。図4は、図3中A-A線断面図である。図5は、図1に示すロボットの概略模式図である。

【0010】

また、図1および図3～図7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

10

20

30

40

50

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。

【0011】

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」または「上方」、 $-z$ 軸方向、すなわち、下側を「下」または「下方」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。

【0012】

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、を備えている。その他、ロボットシステム100は、表示装置41や、入力装置42等を備えている。

【0013】

制御装置1は、ロボット2とは異なる位置、すなわち、ロボット2の外側に配置されている。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。また、制御装置1は、ロボット2が有する基台21に内蔵されていてもよい。

【0014】

ロボット2は、図示の構成では、水平多関節ロボット、すなわち、スカラロボットである。

【0015】

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によりロボットアーム20が構成される。

【0016】

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。

【0017】

このように、ロボット2は、ロボットアーム20を回転可能に支持する基台21を備え、ロボットアーム20は、第1アーム22と、基台21に対し第1アーム22よりも遠位側に位置する第2アーム23と、を含む。これにより、ロボットアーム20の可動域を大きくすることができる。

【0018】

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。

【0019】

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。

【0020】

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

10

20

30

40

50

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。

【0021】

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 とを有している。

【0022】

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。

10

【0023】

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。

【0024】

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ーに接続されており、モータードライバーを介して制御装置 1 のロボット制御部 11 により制御される。

20

【0025】

また、角速度センサー 29 は、図 1 に示すように、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。

【0026】

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。

30

【0027】

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 の駆動量、具体的には、回転量が検出できるようになっている。

40

【0028】

また、第 2 アーム 23 の先端部には、第 3 アーム 24 が設置、支持されている。第 3 アーム 24 は、シャフト 241 を有している。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 回りに回転可能であり、かつ、上下方向に移動可能となっている。このシャフト 241 は、ロボットアーム 20 の最も先端のアームである。

【0029】

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。

【0030】

50

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。

【0031】

このように、ロボットアーム 20 は、第 1 アーム 22 と、第 1 アーム 22 の基台 21 と反対側に接続され、第 1 軸 O1 と平行な第 2 軸 O2 回りに回転する第 2 アーム 23 と、第 2 アーム 23 に支持され、第 2 軸 O2 とは異なる位置で、かつ、第 2 軸 O2 と平行な第 3 軸 O3 の軸方向に沿って移動する第 3 アーム 24 と、を有する。第 1 アーム 22 および第 2 アーム 23 により、x y 平面での可動範囲を十分に確保することができるとともに、第 3 アーム 24 により z 軸方向にも作動することができる。

10

【0032】

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。

【0033】

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 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。

20

【0034】

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。

【0035】

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。

30

【0036】

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。

【0037】

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。

【0038】

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。

40

【0039】

次に、力検出部 5 について説明する。

図 1 および図 3 に示すように、力検出部 5 は、ロボット 2 に加わる力、すなわち、ロボットアーム 20 および基台 21 に加わる力を検出するものである。力検出部 5 は、基台 21 の下方、すなわち、- z 軸側に設けられており、基台 21 を下方から支持している。このため、力検出部 5 には、ロボットアーム 20 および基台 21 の重量分の荷重がかかっている。

50

【 0 0 4 0 】

また、図 3 に示すように、力検出部 5 は、第 1 プレート 5 1 と、第 2 プレート 5 2 と、第 1 プレート 5 1 と第 2 プレート 5 2 との間に配置された筒状部 5 3 と、複数、本実施形態では、4 つの素子 5 4 とを有し、外形形状が円柱状をなす部材である。また、4 つの素子 5 4 は、第 1 プレート 5 1 と、第 2 プレート 5 2 との間に挟持されている。また、素子 5 4 の数は、これに限定されず、3 つ以下でもよく、5 つ以上でもよい。

【 0 0 4 1 】

第 1 プレート 5 1 および第 2 プレート 5 2 は、円板状をなし、+ z 軸側からこの順で離間して配置されている。なお、第 1 プレート 5 1 および第 2 プレート 5 2 の平面視における形状は、円形に限定されず、いかなる形状であってもよい。

10

【 0 0 4 2 】

筒状部 5 3 は、本実施形態では、円筒状をなし、素子 5 4 を保護する機能を有する。

各素子 5 4 は、円形をなすように等間隔で配置されている。これにより、各素子 5 4 に加わる力が可及的に均一になり、正確に力を検出することができる。ここで、本明細書中では、各素子 5 4 が配置されている円 C の中心を通過し、かつ、z 軸、すなわち、第 1 軸 O 1 と平行な直線を中心線 S 5 という。本実施形態において、力検出部 5 の中心とは、各素子 5 4 が配置されている円 C の中心である。しかし、各素子 5 4 が円形に配置されていない場合には、各素子 5 4 を頂点とする図形の幾何学的中心を力検出部 5 の中心という。

【 0 0 4 3 】

各素子 5 4 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、エンドエフェクター 7 が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。

20

【 0 0 4 4 】

本実施形態では、各素子 5 4 は、図 4 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。すなわち、力検出部 5 は、第 3 軸 O 3 の軸方向の力 F_z を検出する。これにより、シャフト 2 4 1 を z 軸方向に沿って移動させる作業をより正確に行うことができる。

【 0 0 4 5 】

このようなロボット 2 には、ケーブル 2 0 0 を介して制御装置 1 が接続されている。

30

図 2 に示すように、制御装置 1 は、ロボット制御部 1 1 と、モーター制御部 1 2 (エンドエフェクター制御部) と、表示制御部 1 3 と、記憶部 1 4 と、受付部 1 5 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 7 2 および表示装置 4 1 等、ロボットシステム 1 0 0 の各部の駆動をそれぞれ制御する。

【 0 0 4 6 】

また、制御装置 1 は、ロボット制御部 1 1 と、モーター制御部 1 2 と、表示制御部 1 3 と、記憶部 1 4 と、受付部 1 5 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 1 1 と、モーター制御部 1 2 と、表示制御部 1 3 と、記憶部 1 4 と、受付部 1 5 とは、互いに、有線または無線通信で接続されている。

【 0 0 4 7 】

40

ロボット制御部 1 1 は、ロボット 2 の駆動、すなわち、ロボットアーム 2 0 等の駆動を制御する。ロボット制御部 1 1 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 1 1 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 1 1 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。

【 0 0 4 8 】

モーター制御部 1 2 は、モーター 7 2 の駆動を制御する。モーター制御部 1 2 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 1 2 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 1 2 の機能は、例えば、CPU により各種プログラムを実

50

行することにより実現することができる。

【 0 0 4 9 】

表示制御部 1 3 は、表示装置 4 1 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 1 3 は、表示装置 4 1 の駆動を制御する。この表示制御部 1 3 の機能は、例えば G P U 等により実現することができる。

【 0 0 5 0 】

記憶部 1 4 は、データやプログラム等の各種の情報を記憶する機能を有する。この記憶部 1 4 は、制御プログラム等を記憶する。記憶部 1 4 の機能は、R O M 等のいわゆる外部記憶装置によって実現することができる。

【 0 0 5 1 】

受付部 1 5 は、入力装置 4 2 からの入力を受け付ける機能を有している。この受付部 1 5 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 1 5 は、ユーザーの指のタッチパネルへの接触等を検知する入力検知部としての機能を有する。

【 0 0 5 2 】

表示装置 4 1 は、例えば、液晶ディスプレイ、E L 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。

【 0 0 5 3 】

入力装置 4 2 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 4 2 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。

【 0 0 5 4 】

具体的には、ユーザーは、表示装置 4 1 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 4 2 のマウスでクリックする操作や、入力装置 4 2 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。

【 0 0 5 5 】

なお、本実施形態では、表示装置 4 1 および入力装置 4 2 の代わりに、表示装置 4 1 および入力装置 4 2 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 4 2 は、音声等の音を認識する構成であってもよい。

【 0 0 5 6 】

このようなロボット 2 では、ロボットアーム 2 0、基台 2 1 および力検出部 5 は、以下のような位置関係となっている。以下、第 1 軸 O 1 と、中心線 S 2、基台 2 1 の中心線 S 2 1 (第 1 中心線)、力検出部 5 の中心線 S 5 (第 2 中心線)の位置関係について図 5 を用いて説明する。

【 0 0 5 7 】

第 1 軸 O 1 は、前述したように、基台 2 1 に接続されている第 1 アーム 2 2 の回転軸である。また、第 1 軸 O 1 は、z 軸と平行である。

【 0 0 5 8 】

中心線 S 2 は、ロボット 2 の重心 G を通り、かつ、z 軸、すなわち、第 1 軸 O 1 と平行である。ロボット 2 の重心 G の位置は、ロボットアーム 2 0 の姿勢によって変位するため、中心線 S 2 は、図 5 に示す領域 A 2 内で変位する。領域 A 2 は、x 軸方向および y 軸方向に幅を持った空間である。

【 0 0 5 9 】

以下では、ロボット 2 の重心 G は、ロボットアーム 2 0 がホームポジションに位置している場合の重心のこととして説明する。ホームポジションは、図 1 に示すように、第 1 アーム 2 2 および第 2 アーム 2 3 が y 軸に沿って延びている状態で静止している状態のことを言う。換言すれば、第 3 軸 O 3 が第 1 軸 O 1 から最も離れた状態で、かつ、z 軸方向から見たとき、図 1 に示す配管 8 が直線状に見える状態のことを言う。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 0 】

基台 2 1 の中心線 S 2 1 は、基台 2 1 の中心を通り、かつ、第 1 軸 O 1 と平行な直線である。本実施形態において、基台 2 1 の中心とは、基台 2 1 を z 軸方向から投影した投影形状における重心のことである。すなわち、基台 2 1 を z 軸方向から投影した投影形状の幾何学的中心である。

【 0 0 6 1 】

力検出部 5 の中心線 S 5 は、前述したように、各素子 5 4 が配置されている円の中心を通過し、かつ、z 軸、すなわち、第 1 軸 O 1 と平行な直線を中心線 S 5 という。

【 0 0 6 2 】

本発明では、図 5 に示すように、中心線 S 5 が中心線 S 2 1 よりも第 1 軸 O 1 側に位置している。すなわち、中心線 S 5 は、中心線 S 2 1 よりも第 1 軸 O 1 側に近い。これにより、以下のような利点が得られる。

10

【 0 0 6 3 】

ロボット 2 では、前述したように、ロボットアーム 2 0 は、基台 2 1 の中心線 S 2 1 からずれた位置に接続されている。すなわち、基台 2 1 の中心線 S 2 1 と第 1 軸 O 1 とは、異なる位置に位置している。このため、ロボット 2 の重心 G は、基台 2 1 の中心線 S 2 1 からずれた位置に位置している。よって、力検出部 5 には、ロボット 2 自身の重量により、図 5 中矢印で示すような慣性モーメントが生じる。その結果、慣性モーメントの影響により、力検出部 5 には、常に力が加わった状態となっている。

【 0 0 6 4 】

20

力検出部 5 に常にかかっている力を力 F 1 としたとき、第 3 アーム 2 4 に外力が加わっていない状態では、力検出部 5 は、力 F 1 を検出している。そして、第 3 アーム 2 4 に図 5 中矢印方向の外力が加わると、この影響で力 F 2 が力検出部 5 に加わる。このとき、力検出部 5 は、 $F_1 - F_2$ の力である力 F 3 を検出する。そして、制御装置 1 は、力検出部 5 が検出した力 F 3 と力 F 1 との差分に基づいて、すなわち、力検出部 5 が検出した力の変化量に基づいてロボットアーム 2 0 の制御を行う。

【 0 0 6 5 】

力 F 1 が力 F 2 に比べて相対的に大きいと、前記変化量が相対的に小さくなる。このため、例えば、力 F 2 が比較的小さい場合、力 F 2 の正確な検出が難しくなるおそれがある。

【 0 0 6 6 】

30

そこで、前述したように、本発明では、中心線 S 5 が中心線 S 2 1 よりも第 1 軸 O 1 側に位置するように力検出部 5 を配置した。これにより、ロボット 2 の重心 G と力検出部 5 の中心線 S 5 との距離を、従来よりも小さくすることができる。よって、図 5 中矢印で示すような慣性モーメントの影響で力検出部 5 に常に加わっている力 F 1 を小さくすることができる。したがって、力検出部 5 が検出した力の変化量が力 F 1 に対して相対的に大きくなり、力 F 2 が比較的小さい場合であっても力 F 2 を正確に検出することができる。以上より、本発明によれば、力検出部 5 の検出精度を高めることができる。

【 0 0 6 7 】

また、本実施形態では、第 1 軸 O 1 の軸方向から見て、第 1 軸 O 1 と第 2 中心線である中心線 S 5 とは、重なっている。すなわち、第 1 軸 O 1 と中心線 S 5 とは、一致している。これにより、第 1 アーム 2 2 が回動した際に生じる第 1 軸 O 1 周りの慣性モーメントをさらに正確に検出することができる。

40

【 0 0 6 8 】

また、中心線 S 2 1 と第 3 軸 O 3 との離間距離を L_1 とし、中心線 S 2 1 と中心線 S 5 との離間距離を L_2 とし、中心線 S 5 と中心線 S 2 との離間距離を L_3 とし、中心線 S 2 1 と第 1 軸 O 1 との離間距離を L_4 とし、力検出部 5 から重心 G までの高さを L_5 としたとき、 $L_1 \sim L_5$ は、それぞれ、以下のような関係を満足するのが好ましい。

【 0 0 6 9 】

ロボット 2 では、 L_2 / L_1 は、 $0.01 \leq L_2 / L_1 \leq 0.8$ を満足するのが好ましく、 $0.05 \leq L_2 / L_1 \leq 0.6$ を満足するのがより好ましい。これにより、力検出部

50

5の検出精度を効果的に高めることができる。 $L2/L1$ が小さすぎると、重心Gが力検出部5から離間する方向にシフトし、力検出部5に常にかかっている力F1が多くなりすぎる傾向を示し、検出精度が低下するおそれがある。一方、 $L2/L1$ が大きすぎると、基台21を力検出部5上にバランスよく配置するのが難しくなる。

【0070】

また、ロボット2では、 $L2/L3$ は、 $0.1 \leq L2/L3 \leq 6.0$ を満足するのが好ましく、 $0.2 \leq L2/L3 \leq 4.0$ を満足するのがより好ましい。これにより、力検出部5の検出精度を効果的に高めることができる。 $L2/L3$ が小さすぎると、重心Gが力検出部5から離間する方向にシフトし、力検出部5に常にかかっている力F1が多くなりすぎる傾向を示し、検出精度が低下するおそれがある。一方、 $L2/L3$ が大きすぎると、基台21を力検出部5上にバランスよく配置するのが難しくなる。

10

【0071】

なお、本実施形態では、 $L2 = L4$ であるため、 $L4/L3$ の好ましい数値範囲は、上記 $L2/L3$ の数値範囲と同じである。

【0072】

また、ロボット2では、 $L2/L5$ は、 $0.05 \leq L2/L5 \leq 3.0$ を満足するのが好ましく、 $0.1 \leq L2/L5 \leq 1.0$ を満足するのがより好ましい。これにより、力検出部5の検出精度を効果的に高めることができる。 $L2/L5$ が小さすぎると、力検出部5に常にかかっている力F1が多くなりすぎる傾向を示し、検出精度が低下するおそれがある。一方、 $L2/L5$ が大きすぎると、基台21を力検出部5上にバランスよく配置するのが難しくなる。

20

【0073】

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O1回りに回転する第1アーム22を有するロボットアーム20と、基台21に設けられ、基台21またはロボットアーム20に作用する力を検出する力検出部5と、を備える。また、第1アーム22は、基台21の中心を通り、かつ、第1軸O1と平行な第1中心線である中心線S21からずれた位置で基台21に接続されている。そして、力検出部5の中心を通り、かつ、第1軸O1と平行な第2中心線である中心線S5は、第1中心線である中心線S21よりも第1軸O1に近い。これにより、ロボット2の重心Gと力検出部5の中心線S5との距離を、従来よりも小さくすることができる。よって、図5中矢印で示すような慣性モーメントの影響により力検出部5に常に加わっている力F1を小さくすることができる。したがって、力検出部5が検出した力の変化量が力F1に対して相対的に大きくなり、外力F2が比較的小さい場合であっても外力F2を正確に検出することができる。以上より、本発明によれば、力検出部5の検出精度を高めることができる。

30

【0074】

<第2実施形態>

図6は、本発明のロボットの第2実施形態の概略模式図である。

【0075】

以下、図6を参照して本発明のロボットの第2実施形態について説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

40

【0076】

図6に示すように、本実施形態では、x軸方向から見たとき、中心線S5は、第1軸O1と中心線S21との間に位置している。すなわち、第1軸O1および第1中心線である中心線S21を含む平面の平面視において、第2中心線である中心線S5は、第1軸O1と第1中心線である中心線S21との間に位置している。これにより、本発明の効果を達成でき、力検出部5が基台21をより安定的に支持することができる。

【0077】

なお、本実施形態では、第1軸O1、中心線S5および中心線S21は、同一平面上に位置しているが、これに限定されず、これらは、同一平面上に位置していなくてもよい。

50

【 0 0 7 8 】

< 第 3 実施形態 >

図 7 は、本発明のロボットの第 3 実施形態の概略模式図である。

【 0 0 7 9 】

以下、図 7 を参照して本発明のロボットの第 3 実施形態について説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

【 0 0 8 0 】

図 7 に示すように、本実施形態では、 x 軸方向から見たとき、中心線 $S 5$ は、中心線 $S 2$ と、第 1 軸 $O 1$ との間に位置している。すなわち、第 1 軸 $O 1$ および第 1 中心線である中心線 $S 2 1$ を含む平面の平面視において、第 2 中心線である中心線 $S 5$ は、ロボット 2 の重心 G を通り、かつ、第 1 軸 $O 1$ と平行な直線である中心線 $S 2$ と、第 1 軸 $O 1$ との間に位置している。これにより、本発明の効果を得ることができるとともに、前記各実施形態よりも中心線 $S 5$ が中心線 $S 2$ に近い分、図 7 中矢印で示すような慣性モーメントの影響により力検出部 5 に常に加わっている力 $F 1$ を小さくすることができる。

【 0 0 8 1 】

なお、本実施形態では、第 1 軸 $O 1$ 、中心線 $S 5$ および中心線 $S 2 1$ は、同一平面上に位置しているが、これに限定されず、これらは、同一平面上に位置していなくてもよい。

【 0 0 8 2 】

以上、本発明のロボット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。また、各実施形態の特徴を組み合わせてもよい。

【 0 0 8 3 】

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。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 4 】

1 ... 制御装置、2 ... ロボット、3 ... ねじ用限界ゲージ、5 ... 力検出部、7 ... エンドエフェクター、8 ... 配管、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、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、41 ... 表示装置、42 ... 入力装置、51 ... 第 1 プレート、52 ... 第 2 プレート、53 ... 筒状部、54 ... 素子、71 ... 取り付け部、72 ... モーター、100 ... ロボットシステム、200 ... ケーブル、220 ... 筐体、230 ... 筐体、241 ... シャフト、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、273 ... 位置センサー、281 ... モーター、282 ... 減速機、283 ... 位置センサー、A2 ... 領域、C ... 円、F_u ... 力、F_z ... 力、G ... 重心、O1 ... 第 1 軸、O2 ... 第 2 軸、O3 ... 第 3 軸、S2 ... 中心線、S21 ... 中心線、S5 ... 中心線

10

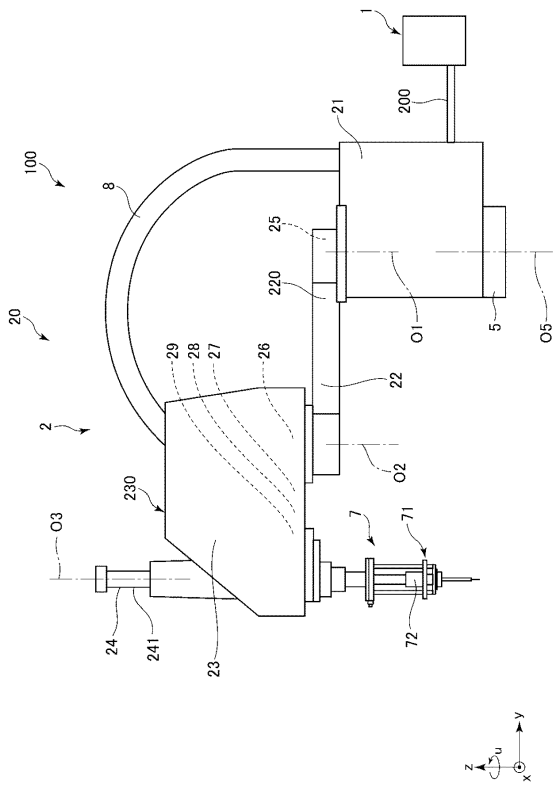
20

30

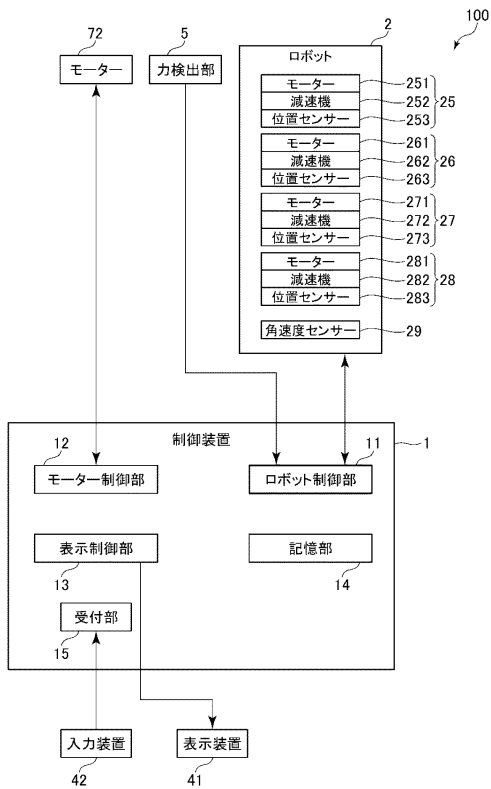
40

【図面】

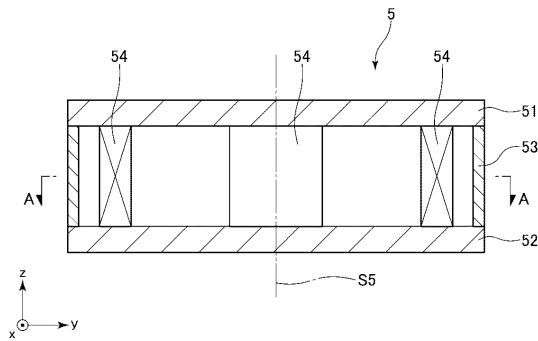
【図 1】



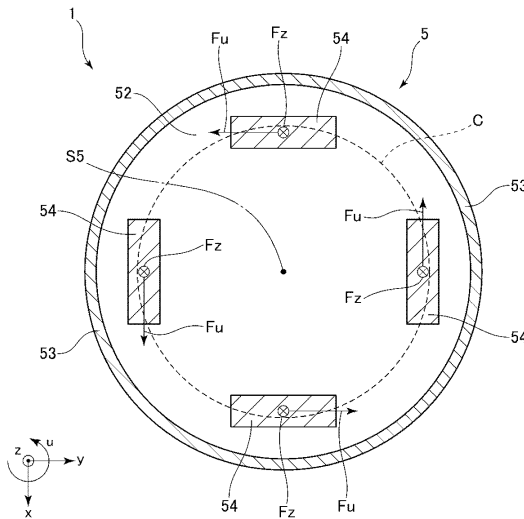
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

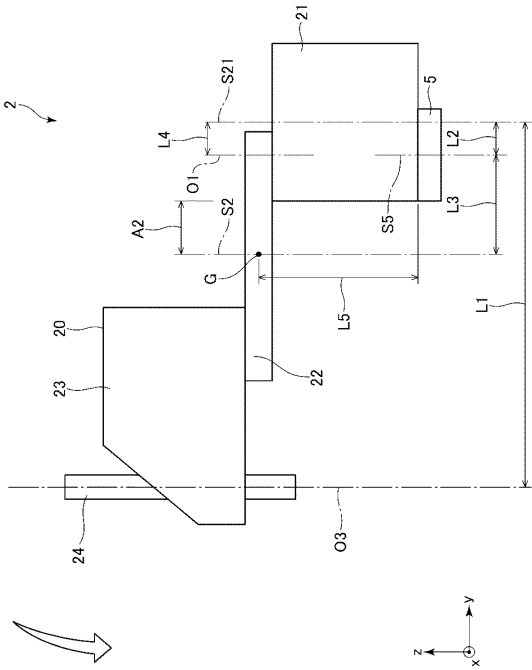
20

30

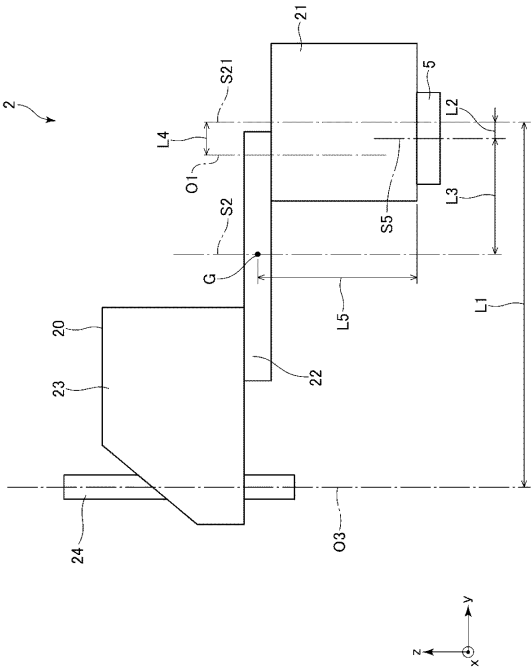
40

50

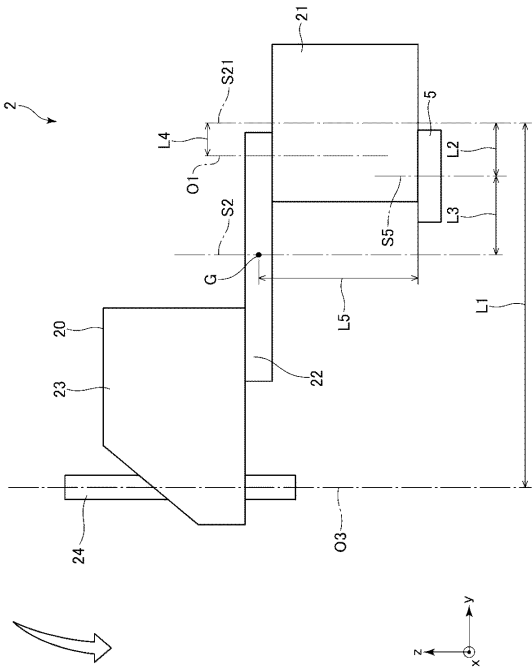
【図 5】



【図 6】



【図 7】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 8 - 1 2 0 3 0 6 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 0 2 1 2 8 7 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 0 9 4 6 3 9 (J P , A)
特開 2 0 1 9 - 0 4 2 9 0 6 (J P , A)
登録実用新案第 3 2 0 4 1 7 7 (J P , U)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
B 2 5 J 1 / 0 0 - 2 1 / 0 2