

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6332900号
(P6332900)

(45) 発行日 平成30年5月30日(2018.5.30)

(24) 登録日 平成30年5月11日(2018.5.11)

(51) Int.CI.

B25J 13/08 (2006.01)

F 1

B25J 13/08

Z

請求項の数 14 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2012-191462 (P2012-191462)	(73) 特許権者	000002369 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
(22) 出願日	平成24年8月31日(2012.8.31)	(74) 代理人	100188547 弁理士 鈴野 幹夫
(65) 公開番号	特開2014-46405 (P2014-46405A)	(74) 代理人	100116665 弁理士 渡辺 和昭
(43) 公開日	平成26年3月17日(2014.3.17)	(74) 代理人	100164633 弁理士 西田 圭介
審査請求日	平成27年7月6日(2015.7.6)	(74) 代理人	100179475 弁理士 仲井 智至
審判番号	不服2016-10925 (P2016-10925/J1)	(72) 発明者	仁宇 昭雄 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
審判請求日	平成28年7月20日(2016.7.20)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ロボットシステム及びロボット制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1回転軸を回転中心として回動可能な第1アームと、前記第1アームに連結され、前記第1回転軸の軸方向と直交する軸方向である第2回転軸を回転中心として回動可能な第2アームと、前記第2アームに連結され、前記第2回転軸と平行な軸である第3回転軸を回転中心として回動可能な第3アームと、前記第3アームに連結され、前記第3回転軸の軸方向と異なる軸方向である第4回転軸を回転中心として回動可能な第4アームと、前記第4アームに連結され、前記第4回転軸の軸方向と異なる軸方向である第5回転軸を回転中心として回動可能な第5アームと、前記第5アームに連結され、前記第5回転軸の軸方向と異なる軸方向である第6回転軸を回転中心として回動可能な第6アームと、を含むアーム連結体と、

前記第1アームに設置され、角速度の検出軸が前記第1回転軸と平行である第1角速度センサーと、

前記第3アームに設置され、角速度の検出軸が前記第3回転軸と平行である第2角速度センサーと、

前記第1アームを駆動する第1駆動源と、
前記第2アームを駆動する第2駆動源と、
前記第3アームを駆動する第3駆動源と、
を備え、

前記第2アームには、前記アーム連結体の振動を抑制するための角速度センサーを設け

10

20

す、

前記第1角速度センサーからの出力に基づいた前記第1回転軸周りの振動成分により、前記第1駆動源を制御し、前記第2角速度センサーからの出力に基づいた前記第2回転軸及び前記第3回転軸周りの振動成分により、前記第2駆動源を制御して、前記アーム連結体の振動を抑制することを特徴とするロボットシステム。

【請求項2】

第1回転軸を回転中心として回動可能な第1アームと、前記第1アームに連結され、前記第1回転軸の軸方向と直交する軸方向である第2回転軸を回転中心として回動可能な第2アームと、前記第2アームに連結され、前記第2回転軸と平行な軸である第3回転軸を回転中心として回動可能な第3アームと、前記第3アームに連結され、前記第3回転軸の軸方向と異なる軸方向である第4回転軸を回転中心として回動可能な第4アームと、前記第4アームに連結され、前記第4回転軸の軸方向と異なる軸方向である第5回転軸を回転中心として回動可能な第5アームと、前記第5アームに連結され、前記第5回転軸の軸方向と異なる軸方向である第6回転軸を回転中心として回動可能な第6アームと、を含むアーム連結体と、

前記第1アームに設置され、角速度の検出軸が前記第1回転軸と平行である第1角速度センサーと、

前記第3アームに設置され、角速度の検出軸が前記第3回転軸と平行である第2角速度センサーと、

前記第1アームを駆動する第1駆動源と、
前記第2アームを駆動する第2駆動源と、
前記第3アームを駆動する第3駆動源と、
を備え、

前記第2アームには、前記アーム連結体の振動を抑制するための角速度センサーを設けず、

前記第1角速度センサーからの出力に基づいた前記第1回転軸周りの振動成分により、前記第1駆動源を制御し、前記第2角速度センサーからの出力に基づいた前記第2回転軸及び前記第3回転軸周りの振動成分により、前記第3駆動源を制御して、前記アーム連結体の振動を抑制することを特徴とするロボットシステム。

【請求項3】

第1ハウジングと、前記第1ハウジング内に設けられた、前記第1角速度センサーおよび前記第1角速度センサーから出力される信号をA/D変換し送信する回路部を有する第1角速度センサユニットと、

第2ハウジングと、前記第2ハウジング内に設けられた、前記第2角速度センサーおよび前記第2角速度センサーから出力される信号をA/D変換し送信する回路部とを有する第2角速度センサユニットとを備える請求項1または2に記載のロボットシステム。

【請求項4】

前記第1ハウジングおよび前記第2ハウジングの外形は、それぞれ、直方体であり、前記第1角速度センサーの前記角速度の検出軸は、前記第1ハウジングの前記直方体の一番大きな面の法線と一致し、

前記第2角速度センサーの前記角速度の検出軸は、前記第2ハウジングの前記直方体の一番大きな面の法線と一致する請求項3に記載のロボットシステム。

【請求項5】

前記第1ハウジングは、前記第1ハウジングの角部に前記第1アームに取り付けられる取付部を有し、

前記第2ハウジングは、前記第2ハウジングの角部に前記第3アームに取り付けられる取付部を有する請求項3ないし4のいずれかに記載のロボットシステム。

【請求項6】

導電性を有し、前記第1ハウジングの前記取付部を前記第1アームに固定する固定部材を有し、前記固定部材により、前記第1角速度センサユニットの前記回路部は、前記第

10

20

30

40

50

1 アームにアースされ、

導電性を有し、前記第2ハウジングの前記取付部を前記第3アームに固定する固定部材を有し、前記固定部材により、前記第2角速度センサユニットの前記回路部は、前記第3アームにアースされている請求項5に記載のロボットシステム。

【請求項7】

前記第1アームは、筐体と、前記筐体と一体的に形成されたアーム側取付部とを有し、前記第1角速度センサユニットは、前記アーム側取付部に取り付けられている請求項3ないし6のいずれかに記載のロボットシステム。

【請求項8】

前記第3アームは、筐体と、前記筐体と一体的に形成されたアーム側取付部とを有し、前記第2角速度センサユニットは、前記アーム側取付部に取り付けられている請求項3ないし7のいずれかに記載のロボットシステム。

【請求項9】

前記第1アームに配設され、前記ロボットに電力を供給するケーブルを有し、前記第1角速度センサーは、前記第1アームの前記ケーブルと反対側の端部に配置されている請求項1ないし8のいずれかに記載のロボットシステム。

【請求項10】

前記第3アームに配設され、前記ロボットに電力を供給するケーブルを有し、前記第2角速度センサーは、前記第3アームの前記ケーブルと反対側の端部に配置されている請求項1ないし9のいずれかに記載のロボットシステム。

【請求項11】

前記第1アームが設けられる基台を備え、前記第1回転軸は、前記基台の設置面の法線と一致する請求項1ないし10のいずれかに記載のロボットシステム。

【請求項12】

第1回転軸を回転中心として回動可能な第1アームと、前記第1アームに連結され前記第1回転軸の軸方向と直交する軸方向である第2回転軸を回転中心として回動可能な第2アームと、前記第2アームに連結され前記第2回転軸と平行な軸である第3回転軸を回転中心として回動可能な第3アームと、前記第3アームに連結され、前記第3回転軸の軸方向と異なる軸方向である第4回転軸を回転中心として回動可能な第4アームと、前記第4アームに連結され、前記第4回転軸の軸方向と異なる軸方向である第5回転軸を回転中心として回動可能な第5アームと、前記第5アームに連結され、前記第5回転軸の軸方向と異なる軸方向である第6回転軸を回転中心として回動可能な第6アームと、を含むアーム連結体と、前記第1アームを駆動する第1駆動源と、前記第2アームを駆動する第2駆動源と、前記第3アームを駆動する第3駆動源と、を備えるロボットの作動を制御するロボット制御装置であって、

前記第1アームに設置され、角速度の検出軸が前記第1回転軸と平行である第1角速度センサーと、前記第3アームに設置され、角速度の検出軸が前記第3回転軸と平行である第2角速度センサーと、

前記第1角速度センサーから出力される第1信号と、前記第2角速度センサーから出力される第2信号とを受信する受信部と、

前記受信部により受信された前記第1信号に基づいて前記第1回転軸周りの振動成分を求める、前記受信部により受信された前記第2信号に基づいて前記第2回転軸及び前記第3回転軸周りの角速度の振動成分を求める演算部と、

前記演算部により求められた前記第1アームの角速度の振動成分に基づいて前記第1駆動源を制御し、前記第3アームの角速度の振動成分に基づいて前記第2駆動源を制御して前記アーム連結体の振動を抑制する制御部と、を備え、

前記第2アームには、前記アーム連結体の振動を抑制するための角速度センサーが設けられていないことを特徴とするロボット制御装置。

【請求項13】

10

20

30

40

50

第1回転軸を回転中心として回動可能な第1アームと、前記第1アームに連結され前記第1回転軸の軸方向と直交する軸方向である第2回転軸を回転中心として回動可能な第2アームと、前記第2アームに連結され前記第2回転軸と平行な軸である第3回転軸を回転中心として回動可能な第3アームと、前記第3アームに連結され、前記第3回転軸の軸方向と異なる軸方向である第4回転軸を回転中心として回動可能な第4アームと、前記第4アームに連結され、前記第4回転軸の軸方向と異なる軸方向である第5回転軸を回転中心として回動可能な第5アームと、前記第5アームに連結され、前記第5回転軸の軸方向と異なる軸方向である第6回転軸を回転中心として回動可能な第6アームと、を含むアーム連結体と、前記第1アームを駆動する第1駆動源と、前記第2アームを駆動する第2駆動源と、前記第3アームを駆動する第3駆動源と、を備えるロボットの作動を制御するロボット制御装置であって、

前記第1アームに設置され、角速度の検出軸が前記第1回転軸と平行である第1角速度センサーと、前記第3アームに設置され、角速度の検出軸が前記第3回転軸と平行である第2角速度センサーと、

前記第1角速度センサーから出力される第1信号と、前記第2角速度センサーから出力される第2信号とを受信する受信部と、

前記受信部により受信された前記第1信号に基づいて前記第1回転軸周りの振動成分を求め、前記受信部により受信された前記第2信号に基づいて前記第2回転軸及び前記第3回転軸周りの角速度の振動成分を求める演算部と、

前記演算部により求められた前記第1アームの角速度の振動成分に基づいて前記第1駆動源を制御し、前記第3アームの角速度の振動成分に基づいて前記第3駆動源を制御して前記アーム連結体の振動を抑制する制御部と、を備え、

前記第2アームには、前記アーム連結体の振動を抑制するための角速度センサーが設けられていないことを特徴とするロボット制御装置。

【請求項1-4】

ロボットと、

前記ロボットの作動を制御する請求項1-2または1-3に記載のロボット制御装置と、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、ロボット、ロボット制御装置およびロボットシステムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

特許文献1に記載のロボットでは、先端部、すなわち、最も先端側の第6のリンクに、互いに直交するX軸、Y軸、Z軸のそれぞれの方向の加速度、X軸、Y軸、Z軸のそれぞれの回りの加速度を検出する6軸センサーを設置し、その6軸センサーの検出結果に基づいて、各リンクについて、それぞれ、目的の軸回りの角速度の振動成分を求め、振動を抑制する制御を行っている。なお、リンクの角速度の振動成分は、「ねじれ角速度」または「振動角速度」等と呼ばれている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-136395号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に記載のロボットでは、ロボットの動きによって6軸センサーの姿勢が変わるので、その6軸センサーの検出結果から、ヤコビ変換と呼ばれる座標軸変換等を行い、各リンクの角速度の振動成分を求める必要がある。しかも、刻一刻と変化するモーターの

10

20

30

40

50

回転角度に合わせて計算を行う必要がある。

このため、複雑で膨大な演算処理が必要となるので、性能が高く、高価な C P U (Central Processing Unit) 等を有する制御装置を必要とし、コストが増大するという問題がある。

また、複雑で膨大な演算処理が必要となるので、演算誤差が生じ易く、その演算誤差により、振動を十分に抑制することができないという問題がある。

本発明の目的は、容易かつ確実に、振動を抑制することができるロボット、ロボット制御装置およびロボットシステムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

このような目的は、下記の本発明により達成される。

本発明のロボットは、基台と、

前記基台に対し、第1回転軸を回転中心として回動自在に連結された第1アームと、

前記第1アームに対し、前記第1回転軸に直交する軸であるかまたは前記第1回転軸に直交する軸と平行な軸である第2回転軸を回転中心として回動自在に連結された第2アームと、

前記第2アームに対し、前記第2回転軸と平行な軸である第3回転軸を回転中心として回動自在に連結された第3アームと、

前記第1アームに設置され、角速度の検出軸が前記第1回転軸と平行である第1角速度センサーと、

前記第3アームに設置され、角速度の検出軸が前記第3回転軸と平行である第2角速度センサーとを備えることを特徴とする。

【0006】

これにより、容易かつ確実に、振動を抑制することができる。

すなわち、まずは、第1角速度センサーにより、第1アームの角速度を検出することができる。また、第3回転軸は、第2回転軸と平行であるので、第2角速度センサーにより、第2アームの回動分を含めて第3アームの角速度を検出することができる。そして、これらの検出結果に基づいて、振動を抑制することができる。

また、ロボットの姿勢が変化しても、第1角速度センサーの角速度の検出軸は、一定である。このため、第1角速度センサーにより検出された第1アームの角速度に対して、第1角速度センサーの向きによる補正を行う必要がない。

【0007】

また、第3回転軸および第2回転軸は、第1回転軸と直交または第1回転軸に直交する軸と平行であるので、ロボットの姿勢が変化、例えば、第1アームが回動しても、また、第2アームが回動しても、第2角速度センサーの角速度の検出軸は、一定である。このため、第2角速度センサーにより検出された第3アームの角速度に対して、第2角速度センサーの向きによる補正を行う必要がない。

これにより、複雑で膨大な演算が不要であり、これによって、演算誤差が生じ難く、振動を確実に抑制することができ、また、ロボットの制御における応答速度を速くすることができる。

【0008】

また、第2角速度センサーにより、第2アームの角速度ではなく、第2アームの回動分を含めて第3アームの角速度を検出するので、より確実に振動を抑制することができる。

また、第2アームにも角速度センサーを設置する場合に比べて、角速度センサーの数を削減することができ、コストを低減することができ、また、構成を簡素化することができる。

【0009】

本発明のロボットでは、第1ハウジングと、前記第1ハウジング内に設けられ、前記第1角速度センサーおよび前記第1角速度センサーから出力される信号を A D 変換し送信する回路部を有する第1角速度センサユニットと、

10

20

30

40

50

第2ハウジングと、前記第2ハウジング内に設けられ、前記第2角速度センサーおよび前記第2角速度センサーから出力される信号をA/D変換し送信する回路部とを有する第2角速度センサユニットとを備え、

前記第1角速度センサユニットが前記第1アームに設置され、前記第2角速度センサユニットが前記第3アームに設置されていることが好ましい。

これにより、前記回路部を別途設ける場合に比べ、構成を簡素化することができる。

【0010】

本発明のロボットでは、前記第1ハウジングおよび前記第2ハウジングの外形は、それぞれ、直方体であり、

前記第1角速度センサーの前記角速度の検出軸は、前記第1ハウジングの前記直方体の一番大きな面の法線と一致し、

前記第2角速度センサーの前記角速度の検出軸は、前記第2ハウジングの前記直方体の一番大きな面の法線と一致することが好ましい。

これにより、容易かつ確実に、第1角速度センサーの角速度の検出軸および第2角速度センサーの角速度の検出軸の方向を認識することができ、容易に、第1角速度センサーおよび第2角速度センサーを適正な姿勢にすることができる。

【0011】

本発明のロボットでは、前記第1ハウジングは、前記第1ハウジングの角部に前記第1アームに取り付けられる取付部を有し、

前記第2ハウジングは、前記第2ハウジングの角部に前記第3アームに取り付けられる取付部を有することが好ましい。

これにより、第1角速度センサユニットを確実に第1アームに取り付けることができ、第2角速度センサユニットを確実に第3アームに取り付けることができる。

【0012】

本発明のロボットでは、導電性を有し、前記第1ハウジングの前記取付部を前記第1アームに固定する固定部材を有し、前記固定部材により、前記第1角速度センサユニットの前記回路部は、前記第1アームにアースされ、

導電性を有し、前記第2ハウジングの前記取付部を前記第3アームに固定する固定部材を有し、前記固定部材により、前記第2角速度センサユニットの前記回路部は、前記第3アームにアースされていることが好ましい。

これにより、部品点数を削減することができ、構成を簡素化することができる。

【0013】

本発明のロボットでは、前記第1アームは、筐体と、前記筐体と一体的に形成されたアーム側取付部とを有し、

前記第1角速度センサユニットは、前記アーム側取付部に直接取り付けられていることが好ましい。

これにより、第1角速度センサユニットは、確実に、第1アームと一体的に回動することができる。

【0014】

本発明のロボットでは、前記第3アームは、筐体と、前記筐体と一体的に形成されたアーム側取付部とを有し、

前記第2角速度センサユニットは、前記アーム側取付部に直接取り付けられていることが好ましい。

これにより、第2角速度センサユニットは、確実に、第3アームと一体的に回動することができる。

【0015】

本発明のロボットでは、前記第1アームに配設され、当該ロボットに電力を供給するケーブルを有し、

前記第1角速度センサーは、前記第1アームの前記ケーブルと反対側の端部に配置されていることが好ましい。

10

20

30

40

50

これにより、第1角速度センサーが、ケーブルから発せられるノイズの影響を受けることを防止することができ、また、第1角速度センサー側の回路や配線がケーブルによりショートしてしまうことを防止することができる。

【0016】

本発明のロボットでは、前記第3アームに配設され、当該ロボットに電力を供給するケーブルを有し、

前記第2角速度センサーは、前記第3アームの前記ケーブルと反対側の端部に配置されていることが好ましい。

これにより、第2角速度センサーが、ケーブルから発せられるノイズの影響を受けることを防止することができ、また、第2角速度センサー側の回路や配線がケーブルによりショートしてしまうことを防止することができる。

10

【0017】

本発明のロボットでは、前記第3アームに対し、前記第3回転軸に直交する軸であるかまたは前記第3回転軸に直交する軸と平行な軸である第4回転軸を回転中心として回動自在に連結された第4アームと、

前記第4アームに対し、前記第4回転軸に直交する軸であるかまたは前記第4回転軸に直交する軸と平行な軸である第5回転軸を回転中心として回動自在に連結された第5アームと、

前記第5アームに対し、前記第5回転軸に直交する軸であるかまたは前記第5回転軸に直交する軸と平行な軸である第6回転軸を回転中心として回動自在に連結された第6アームとを備えることが好ましい。

20

これにより、より複雑な動きを容易に行うことができる。

本発明のロボットでは、前記第1回転軸は、前記基台の設置面の法線と一致することが好ましい。

これにより、ロボットの制御を容易に行うことができる。

【0018】

本発明のロボット制御装置は、基台と、前記基台に対し、第1回転軸を回転中心として回動自在に連結された第1アームと、前記第1アームに対し、前記第1回転軸に直交する軸であるかまたは前記第1回転軸に直交する軸と平行な軸である第2回転軸を回転中心として回動自在に連結された第2アームと、前記第2アームに対し、前記第2回転軸と平行な軸である第3回転軸を回転中心として回動自在に連結された第3アームとを備えるロボットの作動を制御するロボット制御装置であって、

30

前記第1アームに設置され、角速度の検出軸が前記第1回転軸と平行である第1角速度センサーから出力される第1信号と、前記第3アームに設置され、角速度の検出軸が前記第3回転軸と平行である第2角速度センサーから出力される第2信号とを受信する受信部と、

前記受信部により受信された前記第1信号および前記第2信号に基づいて、前記第1アームの角速度の振動成分および前記第3アームの角速度の振動成分を求める演算部と、

前記演算部により求められた前記第1アームの角速度の振動成分および前記第3アームの角速度の振動成分に基づいて、前記ロボットの作動を制御する制御部とを備えることを特徴とする。

40

【0019】

これにより、容易かつ確実に、振動を抑制することができる。

すなわち、まずは、演算部により、第1角速度センサーで検出された第1アームの角速度に基づいて、第1アームの角速度の振動成分を求めることができる。また、第3回転軸は、第2回転軸と平行であるので、演算部により、第2角速度センサーで検出された第2アームの回動分を含む第3アームの角速度に基づいて、第2アームの角速度の振動成分を含む第3アームの角速度の振動成分を求めることができる。そして、その第1アームの角速度の振動成分および第3アームの角速度の振動成分に基づいて、振動を抑制することができる。

50

また、ロボットの姿勢が変化しても、第1角速度センサーの角速度の検出軸は、一定である。このため、第1角速度センサーにより検出された第1アームの角速度に対して、第1角速度センサーの向きによる補正を行う必要がない。

【0020】

また、第3回転軸および第2回転軸は、第1回転軸と直交または第1回転軸に直交する軸と平行であるので、ロボットの姿勢が変化、例えば、第1アームが回動しても、また、第2アームが回動しても、第2角速度センサーの角速度の検出軸は、一定である。このため、第2角速度センサーにより検出された第3アームの角速度に対して、第2角速度センサーの向きによる補正を行う必要がない。

これにより、複雑で膨大な演算が不要であり、これによって、演算誤差が生じ難く、振動を確実に抑制することができ、また、ロボットの制御における応答速度を速くすることができる。10

また、演算部により、第2アームのみの角速度の振動成分ではなく、第2角速度センサーで検出された第2アームの回動分を含む第3アームの角速度に基づいて、第2アームの角速度の振動成分を含む第3アームの角速度の振動成分を求めるので、より確実に振動を抑制することができる。

【0021】

本発明のロボットシステムは、本発明のロボットと、

前記ロボットの作動を制御するロボット制御装置とを備えることを特徴とする。

これにより、容易かつ確実に、振動を抑制することができる。20

すなわち、まずは、第1角速度センサーにより、第1アームの角速度を検出することができる。また、第3回転軸は、第2回転軸と平行であるので、第2角速度センサーにより、第2アームの回動分を含めて第3アームの角速度を検出することができる。そして、これらの検出結果に基づいて、振動を抑制することができる。

また、ロボットの姿勢が変化しても、第1角速度センサーの角速度の検出軸は、一定である。このため、第1角速度センサーにより検出された第1アームの角速度に対して、第1角速度センサーの向きによる補正を行う必要がない。

【0022】

また、第3回転軸および第2回転軸は、第1回転軸と直交または第1回転軸に直交する軸と平行であるので、ロボットの姿勢が変化、例えば、第1アームが回動しても、また、第2アームが回動しても、第2角速度センサーの角速度の検出軸は、一定である。このため、第2角速度センサーにより検出された第3アームの角速度に対して、第2角速度センサーの向きによる補正を行う必要がない。30

これにより、複雑で膨大な演算が不要であり、これによって、演算誤差が生じ難く、振動を確実に抑制することができ、また、ロボットの制御における応答速度を速くすることができる。

【0023】

また、第2角速度センサーにより、第2アームの角速度ではなく、第2アームの回動分を含めて第3アームの角速度を検出するので、より確実に振動を抑制することができる。

また、第2アームにも角速度センサーを設置する場合に比べて、角速度センサーの数を削減することができ、コストを低減することができ、また、構成を簡素化することができる。40

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明のロボットの実施形態を正面側から見た斜視図である。

【図2】図1に示すロボットを背面側から見た斜視図である。

【図3】図1に示すロボットの概略図である。

【図4】図1に示すロボットを有するロボットシステムの主要部のブロック図である。

【図5】図1に示すロボットの正面図である。

【図6】図1に示すロボットの第1アームにおける第1角速度センサー付近を示す図であ50

る。

【図7】図1に示すロボットの第3アームにおける第2角速度センサー付近を示す図である。

【図8】図1に示すロボットの第1角速度センサユニットの断面図である。

【図9】図1に示すロボットの主要部のブロック図である。

【図10】図1に示すロボットの主要部のブロック図である。

【図11】図1に示すロボットの主要部のブロック図である。

【図12】図1に示すロボットの主要部のブロック図である。

【図13】図1に示すロボットの主要部のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0025】

以下、本発明のロボット、ロボット制御装置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。

図1は、本発明のロボットの実施形態を正面側から見た斜視図である。図2は、図1に示すロボットを背面側から見た斜視図である。図3は、図1に示すロボットの概略図である。図4は、図1に示すロボットを有するロボットシステムの主要部のブロック図である。図5は、図1に示すロボットの正面図である。図6は、図1に示すロボットの第1アームにおける第1角速度センサー付近を示す図である。図7は、図1に示すロボットの第3アームにおける第2角速度センサー付近を示す図である。図8は、図1に示すロボットの第1角速度センサユニットの断面図である。図9～図13は、それぞれ、図1に示すロボットの主要部のブロック図である。

20

【0026】

なお、以下では、説明の都合上、図1～図3、図5～図7中の上側を「上」または「上方」、下側を「下」または「下方」と言う。また、図1～図3、図5～図7中の基台側を「基端」、その反対側を「先端」と言う。また、図8には、第1角速度センサユニットに対応させて、括弧書きで、第2角速度センサユニットの各部の符号を記載し、第2角速度センサユニットの図示は省略する。

【0027】

図1～図4に示すロボットシステム（産業用ロボットシステム）1は、例えば腕時計のような精密機器等を製造する製造工程で用いることができ、ロボット（産業用ロボット）1と、ロボット1の作動を制御するロボット制御装置（制御手段）20（図4参照）とを有している。ロボット1と、ロボット制御装置20とは、電気的に接続されている。また、ロボット制御装置20は、例えば、CPU（Central Processing Unit）が内蔵されたパソコン用コンピューター（PC）等で構成することができる。なお、ロボット制御装置20については、後で詳述する。

30

【0028】

ロボット1は、基台11と、4本のアーム（リンク）12、13、14、15と、リスト（リンク）16と、6つの駆動源401、402、403、404、405、406とを備えている。このロボット1は、基台11と、アーム12、13、14、15と、リスト16とが基端側から先端側に向ってこの順に連結された垂直多関節（6軸）ロボット（ロボット本体）である。垂直多関節ロボットでは、基台11と、アーム12～15と、リスト16とを総称して「アーム」と言うこともでき、アーム12を「第1アーム」、アーム13を「第2アーム」、アーム14を「第3アーム」、アーム15を「第4アーム」、リスト16を「第5アーム、第6アーム」と分けて言うことができる。なお、本実施形態では、リスト16は、第5アームと、第6アームとを有している。リスト16にはエンドエフェクタ等を取り付けることができる。

40

【0029】

アーム12～15、リスト16は、それぞれ、基台11に対し独立して変位可能に支持されている。このアーム12～15、リスト16の長さは、それぞれ、特に限定されないが、図示の構成では、第1アーム12、第2アーム13、第4アーム15の長さが、第3

50

アーム 1 4 およびリスト 1 6 よりも長く設定されている。

基台 1 1 と第 1 アーム 1 2 とは、関節（ジョイント）1 7 1 を介して連結されている。そして、第 1 アーム 1 2 は、基台 1 1 に対し、鉛直方向と平行な第 1 回転軸 O 1 を回転中心とし、その第 1 回転軸 O 1 回りに回動自在となっている。第 1 回転軸 O 1 は、基台 1 1 の設置面である床 1 0 1 の上面の法線と一致している。この第 1 回転軸 O 1 回りの回動は、モーター 4 0 1 M を有する第 1 駆動源 4 0 1 の駆動によりなされる。また、第 1 駆動源 4 0 1 はモーター 4 0 1 M とケーブル（図示せず）によって駆動され、このモーター 4 0 1 M は電気的に接続されたモータードライバー 3 0 1 を介してロボット制御装置 2 0 により制御される（図 4 参照）。なお、第 1 駆動源 4 0 1 はモーター 4 0 1 M とともに設けた減速機（図示せず）によってモーター 4 0 1 M からの駆動力を伝達するように構成してもよく、また、減速機が省略されていてもよいが、本実施形態では、第 1 駆動源 4 0 1 は、減速機を有している。

【 0 0 3 0 】

第 1 アーム 1 2 と第 2 アーム 1 3 とは、関節（ジョイント）1 7 2 を介して連結されている。そして、第 2 アーム 1 3 は、第 1 アーム 1 2 に対し、水平方向と平行な第 2 回転軸 O 2 を軸中心として回動自在となっている。第 2 回転軸 O 2 は、第 1 回転軸 O 1 と直交している。この第 2 回転軸 O 2 回りの回動は、モーター 4 0 2 M を有する第 2 駆動源 4 0 2 の駆動によりなされる。また、第 2 駆動源 4 0 2 はモーター 4 0 2 M とケーブル（図示せず）によって駆動され、このモーター 4 0 2 M は電気的に接続されたモータードライバー 3 0 2 を介してロボット制御装置 2 0 により制御される（図 4 参照）。なお、第 2 駆動源 4 0 2 はモーター 4 0 2 M とともに設けた減速機 4 5（図 5 参照）によってモーター 4 0 2 M からの駆動力を伝達するように構成してもよく、また、減速機が省略されていてもよいが、本実施形態では、第 2 駆動源 4 0 2 は、減速機 4 5 を有している。また、第 2 回転軸 O 2 は、第 1 回転軸 O 1 に直交する軸と平行であってもよい。

【 0 0 3 1 】

第 2 アーム 1 3 と第 3 アーム 1 4 とは、関節（ジョイント）1 7 3 を介して連結されている。そして、第 3 アーム 1 4 は、第 2 アーム 1 3 に対して水平方向と平行な回転軸 O 3 を回転中心とし、その第 3 回転軸 O 3 回りに回動可能となっている。第 3 回転軸 O 3 は、第 2 回転軸 O 2 と平行である。この第 3 回転軸 O 3 回りの回動は、第 3 駆動源 4 0 3 の駆動によりなされる。また、第 3 駆動源 4 0 3 は、モーター 4 0 3 M とケーブル（図示せず）によって駆動され、このモーター 4 0 3 M は電気的に接続されたモータードライバー 3 0 3 を介してロボット制御装置 2 0 により制御される（図 4 参照）。なお、第 3 駆動源 4 0 3 はモーター 4 0 3 M とともに設けた減速機（図示せず）によってモーター 4 0 3 M からの駆動力を伝達するように構成してもよく、また、減速機が省略されていてもよいが、本実施形態では、第 3 駆動源 4 0 3 は、減速機を有している。

【 0 0 3 2 】

第 3 アーム 1 4 と第 4 アーム 1 5 とは、関節（ジョイント）1 7 4 を介して連結されている。そして、第 4 アーム 1 5 は、第 3 アーム 1 4（基台 1 1）に対し、第 3 アーム 1 4 の中心軸方向と平行な第 4 回転軸 O 4 を回転中心とし、その第 4 回転軸 O 4 回りに回動自在となっている。第 4 回転軸 O 4 は、第 3 回転軸 O 3 と直交している。この第 4 回転軸 O 4 回りの回動は、第 4 駆動源 4 0 4 の駆動によりなされる。また、第 4 駆動源 4 0 4 は、モーター 4 0 4 M とケーブル（図示せず）によって駆動され、このモーター 4 0 4 M は電気的に接続されたモータードライバー 3 0 4 を介してロボット制御装置 2 0 により制御される（図 4 参照）。なお、第 4 駆動源 4 0 4 はモーター 4 0 4 M とともに設けた減速機（図示せず）によってモーター 4 0 4 M からの駆動力を伝達するように構成してもよく、また、減速機が省略されていてもよいが、本実施形態では、第 4 駆動源 4 0 4 は、減速機を有している。第 4 回転軸 O 4 は、第 3 回転軸 O 3 に直交する軸と平行であってもよい。

【 0 0 3 3 】

第 4 アーム 1 5 と第 5 リスト 1 6 とは、関節（ジョイント）1 7 5 を介して連結されている。そして、リスト 1 6 は、第 4 アーム 1 5 に対して水平方向（y 軸方向）と平行な第

10

20

30

40

50

5回転軸O5を回転中心とし、その第5回転軸O5回りに回動自在となっている。第5回転軸O5は、第4回転軸O4と直交している。この第5回転軸O5回りの回動は、第5駆動源405の駆動によりなされる。また、第5駆動源405は、モーター405Mとケーブル(図示せず)によって駆動され、このモーター405Mは電気的に接続されたモータードライバー305を介してロボット制御装置20により制御される(図4参照)。なお、第5駆動源405はモーター405Mとともに設けた減速機(図示せず)によってモーター405Mからの駆動力を伝達するように構成してもよく、また、減速機が省略されてもよいが、本実施形態では、第5駆動源405は、減速機を有している。また、リスト16は、関節(ジョイント)176を介して、第5回転軸O5と垂直な第6回転軸O6を回転中心とし、その第6回転軸O6回りにも回動自在となっている。回転軸O6は、回転軸O5と直交している。この第6回転軸O6回りの回動は、第6駆動源406駆動によりなされる。また、第6駆動源406の駆動は、モーターとケーブル(図示せず)によって駆動され、このモーター406Mは電気的に接続されたモータードライバー306を介してロボット制御装置20により制御される(図4参照)。なお、第6駆動源406はモーター406Mとともに設けた減速機(図示せず)によってモーター406Mからの駆動力を伝達するように構成してもよく、また、減速機が省略されてもよいが、本実施形態では、第6駆動源406は、減速機を有している。また、第5回転軸O5は、第4回転軸O4に直交する軸と平行であってもよく、また、第6回転軸O6は、第5回転軸O5に直交する軸と平行であってもよい。

【0034】

また、図6に示すように、第1アーム12には、第1角速度センサー31、すなわち、第1角速度センサー31を有する第1角速度センサユニット71が設置されている。この第1角速度センサー31により第1アーム12の第1回転軸O1の回りの角速度を検出する。

また、図7に示すように、第3アーム14には、第2角速度センサー32、すなわち、第2角速度センサー32を有する第2角速度センサユニット72が設置されている。この第2角速度センサー32により第3アーム14の第2回転軸O2の回りの角速度を検出する。

なお、第1角速度センサー31、第2角速度センサー32としては、それぞれ、特に限定されず、例えば、ジャイロセンサー等を用いることができる。

【0035】

ここで、このロボット1では、第1アーム12、第2アーム13および第3アーム14の振動を抑制することにより、ロボット1全体の振動を抑制する。但し、第1アーム12、第2アーム13および第3アームの振動を抑制するために、第1アーム12、第2アーム13および第3アームのすべてに角速度センサーを設置するのではなく、前記のように第1アーム12、第3アーム14のみに第1角速度センサー31、第2角速度センサー32を設置し、その第1角速度センサー31、第2角速度センサー32の検出結果に基づいて駆動源401、402の作動を制御する。これにより、第1アーム12、第2アーム13および第3アーム14のすべてに角速度センサーを設置する場合に比べ、角速度センサーの数を削減することができ、コストを低減することができ、また、回路構成を簡素化することができる。また、第2角速度センサー32により、第2アーム13の角速度ではなく、第2アーム13の回動分を含めて第3アーム14の角速度を検出するので、より確実に振動を抑制することができる。また、第3アーム14よりも基端側の第2アーム13を回動させる第2駆動源402の作動を制御することにより、ロボット1の振動を抑制する効果を高めることができる。

【0036】

駆動源401～406には、それぞれのモーターまたは減速機に、第1位置センサー411、第2位置センサー412、第3位置センサー413、第4位置センサー414、第5位置センサー415、第6位置センサー416が設けられている。これらの位置センサーとしては、それぞれ、特に限定されず、例えば、エンコーダー、ロータリーエンコーダ

10

20

30

40

50

一、レゾルバー、ポテンショメーター等を用いることができる。これらの位置センサー 411～416により、それぞれ、駆動源 401～406のモーターまたは減速機の軸部の回転角度を検出する。この駆動源 401～406のモーターとしては、それぞれ、特に限定されず、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のが好ましい。また、前記各ケーブルは、それぞれ、ロボット 1を挿通していくよい。

【0037】

図 4 に示すように、ロボット 1は、ロボット制御装置 20と電気的に接続されている。すなわち、駆動源 401～406、位置センサー 411～416、角速度センサー 31、32は、それぞれ、ロボット制御装置 20と電気的に接続されている。

10

そして、ロボット制御装置 20は、アーム 12～15、リスト 16をそれぞれ独立して作動させることができる、すなわち、モータードライバー 301～306を介して、駆動源 401～406をそれぞれ独立して制御することができる。この場合、ロボットロボット制御装置 20は、位置センサー 411～416、第 1角速度センサー 31、第 2角速度センサー 32により検出を行い、その検出結果に基づいて、駆動源 401～406の駆動、例えば、角速度や回転角度等をそれぞれ制御する。この制御プログラムは、ロボット制御装置 20に内蔵された記録媒体に予め記憶されている。

【0038】

図 1、図 2 に示すように、基台 11は、ロボット 1が垂直多関節ロボットの場合、当該垂直多関節ロボットの最も下方に位置し、設置スペースの床 101に固定される部分である。この固定方法としては、特に限定されず、例えば、図 1、図 2 に示す本実施形態では、複数本のボルト 111による固定方法を用いている。なお、基台 11の設置スペースでの固定箇所としては、床の他に、設置スペースの壁や天井とすることもできる。

20

基台 11は、中空の基台本体（ハウジング）112を有している。基台本体 112は、円筒状をなす円筒状部 113と、当該円筒状部 113の外周部に一体的に形成された、箱状をなす箱状部 114とに分けることができる。そして、このような基台本体 112には、例えば、モーター 401Mやモータードライバー 301～306が収納されている。

【0039】

アーム 12～15は、それぞれ、中空のアーム本体（筐体）2と、駆動機構 3と、封止手段 4とを有している。なお、以下では、説明の都合上、第 1アーム 12が有するアーム本体 2、駆動機構 3、封止手段 4をそれぞれ「アーム本体 2a」、「駆動機構 3a」、「封止手段 4a」と言い、第 2アーム 13が有するアーム本体 2、駆動機構 3、封止手段 4をそれぞれ「アーム本体 2b」、「駆動機構 3b」、「封止手段 4b」と言い、第 3アーム 14が有するアーム本体 2、駆動機構 3、封止手段 4をそれぞれ「アーム本体 2c」、「駆動機構 3c」、「封止手段 4c」と言い、第 4アーム 15が有するアーム本体 2、駆動機構 3、封止手段 4をそれぞれ「アーム本体 2d」、「駆動機構 3d」、「封止手段 4d」と言うことがある。

30

【0040】

また、関節 171～176は、それぞれ、回動支持機構（図示せず）を有している。この回動支持機構は、互いに連結された 2本のアームのうちの一方を他方に対し回動可能に支持する機構、互いに連結された基台 11と第 1アーム 12のうちの一方を他方に対し回動可能に支持する機構、互いに連結された第 4アーム 15と第 5リスト 16のうちの一方を他方に対し回動可能に支持する機構である。互いに連結された第 4アーム 15とリスト 16とを一例とした場合、回動支持機構は、リスト 16を第 4アーム 15に対し回動させることができる。また、各回動支持機構は、それぞれ、対応するモーターの回転速度を所定の減速比で減速して、その駆動力を対応するアーム、リスト 16のリスト本体 161、支持リング 162に伝達する減速機（図示せず）を有している。なお、前述したように、本実施形態では、この減速機とモーターとを含めて駆動源とする。

40

【0041】

第 1アーム 12は、基台 11の上端部（先端部）に水平方向に対し傾斜した姿勢で連結

50

されている。この第1アーム12では、駆動機構3aがモーター402Mを有しており、アーム本体2a内に収納している。また、アーム本体2a内は、封止手段4aにより気密封止されている。アーム本体2aは、先端側の1対の舌片部241a、241bと、基端側の根元部251とを有している。舌片部241aと舌片部241bとは、離間し、互いに対向している。また、舌片部241a、241bは、根元部251に対して傾斜しており、これにより、第1アーム12は、水平方向に対し傾斜する。そして、舌片部241aと舌片部241bとの間に、第2アーム13の基端部が配置されている。

【0042】

また、第1アーム12における第1角速度センサー31の設置位置は、特に限定されないが、本実施形態では、図6に示すように、第1角速度センサー31、すなわち、第1角速度センサユニット71は、第1アーム12のアーム本体2aの根元部251の内部のケーブル85と反対側の端部に設置されている。ケーブル85は、ロボット1の各モーター401M～406Mに電力を供給するケーブルである。これにより、第1角速度センサー31がケーブル85から発せられるノイズの影響を受けることを防止することができ、また、第1角速度センサユニット71の後述する回路部713、配線、第1角速度センサー31がケーブル85によりショートしてしまうことを防止することができる。

【0043】

ここで、駆動機構3および減速機について、代表的に、第1アーム12のアーム本体2a内に設けられ、第2アーム13を回動させる駆動機構3を説明する。

図5に示すように、駆動機構3は、モーター402Mの軸部に連結された第1ブーリー91と、第1ブーリー91に離間して配置された第2ブーリー92と、第1ブーリー91と第2ブーリー92とに掛け渡されたベルト(タイミングベルト)93とを有している。そして、第2ブーリー92と第2アーム13の軸部とが、減速機45により連結されている。

【0044】

減速機45としては、特に限定されず、例えば、複数の歯車で構成されたものや、ハーモニックドライブ(「ハーモニックドライブ」は登録商標)と呼ばれるもの等が挙げられる。

ロボット1のアーム12～15、リスト16の振動の主な原因としては、例えば、減速機45のねじれや撓み、ベルト93の伸縮、アーム12～15、リスト16の撓み等が挙げられる。

【0045】

第2アーム13は、第1アーム12の先端部に連結されている。この第2アーム13では、駆動機構3bがモーター403Mを有しており、アーム本体2b内に収納している。また、アーム本体2a内は、封止手段4bにより気密封止されている。アーム本体2bは、先端側の1対の舌片部242a、242bと、基端側の根元部252とを有している。舌片部242aと舌片部242bとは、離間し、互いに対向している。そして、舌片部242aと舌片部242bとの間に、第3アーム14の基端部が配置されている。

【0046】

第3アーム14は、第2アーム13の先端部に連結されている。この第3アーム14では、駆動機構3cがモーター404Mを有しており、アーム本体2c内に収納している。また、アーム本体2c内は、封止手段4cにより気密封止されている。なお、アーム本体2cは、前記アーム本体2aの根元部251、前記アーム本体2bの根元部252に相当する部材で構成されている。

【0047】

また、第3アーム14における第2角速度センサー32の設置位置は、特に限定されないが、本実施形態では、図7に示すように、第2角速度センサー32、すなわち、第2角速度センサユニット72は、第3アーム14のアーム本体2cの内部のケーブル85と反対側の端部に設置されている。これにより、第2角速度センサー32がケーブル85から発せられるノイズの影響を受けることを防止することができ、また、第2角速度センサ

10

20

30

40

50

—ユニット72の回路部723、配線、第2角速度センサー32がケーブル85によりショートしてしまうことを防止することができる。

【0048】

第4アーム15は、第3アーム14の先端部に、その中心軸方向と平行に連結されている。このアーム15では、駆動機構3dがモーター405M、406Mを有しており、アーム本体2d内に収納している。また、アーム本体2d内は、封止手段4dにより気密封止されている。アーム本体2dは、先端側の1対の舌片部244a、244bと、基端側の根元部254とを有している。舌片部244aと舌片部244bとは、離間し、互いに対向している。そして、舌片部244aと舌片部244bとの間に、リスト16の支持リング162が配置されている。

10

【0049】

第4アーム15の先端部（基台11と反対側の端部）には、リスト16が連結されている。このリスト16には、その先端部（第4アーム15と反対側の端部）に、機能部（エンドエフェクタ）として、例えば、腕時計等のような精密機器を把持するマニピュレーター（図示せず）が着脱自在に装着される。なお、マニピュレーターとしては、特に限定されず、例えば、複数本の指部（フィンガー）を有する構成のものが挙げられる。そして、このロボット1は、マニピュレーターで精密機器を把持したまま、アーム12～15やリスト16等の動作を制御することにより、当該精密機器を搬送することができる。

【0050】

リスト16は、円筒状をなすリスト本体（第6アーム）161と、リスト本体161と別体で構成され、当該リスト本体161の基端部に設けられ、リング状をなす支持リング（第5アーム）162とを有している。

20

リスト本体161の先端面163は、平坦な面となっており、マニピュレーターが装着される装着面となる。また、リスト本体161は、関節176を介して、第4アーム15の駆動機構3dに連結されており、当該駆動機構3dのモーター406Mの駆動により、回転軸O6回りに回動する。

支持リング162は、関節175を介して、第4アーム15の駆動機構3dに連結されており、当該駆動機構3dのモーター405Mの駆動により、リスト本体161ごと回転軸O5回りに回動する。

【0051】

30

アーム本体2の構成材料としては、特に限定されず、例えば、各種金属材料を用いることができ、これらの中でも、特にアルミニウムまたはアルミニウム合金が好ましい。アーム本体2が金型を用いて成形される铸物である場合、当該アーム本体2の構成材料にアルミニウムまたはアルミニウム合金を用いることにより、金型成形を容易に行なうことができる。

【0052】

また、基台11の基台本体112、リスト16のリスト本体161、支持リング162の構成材料としては、それぞれ、特に限定されず、例えば、前記アーム本体2の構成材料と同様のもの等が挙げられる。なお、リスト16のリスト本体161の構成材料は、ステンレス鋼を用いるのが好ましい。

40

また、封止手段4の構成材料としては、特に限定されず、例えば、各種樹脂材料、各種金属材料を用いることができる。なお、封止手段4の構成材料として、樹脂材料を用いることにより、軽量化を図ることができる。

【0053】

次に、第1角速度センサユニット71、第2角速度センサユニット72について説明する。

図8に示すように、第1角速度センサユニット71は、第1ハウジング711と、第1ハウジング711内に設けられ、配線を有する回路基板712、回路基板712上に電気的に接続された第1角速度センサー31および回路部713とを有している。本実施形態では、第1ハウジング711は、封止材で構成され、その封止材により、第1角速度セ

50

ンサー 3 1、回路部 7 1 3 および回路基板 7 1 2 全体が封止されている。

【0054】

同様に、第 2 角速度センサユニット 7 2 は、第 2 ハウジング 7 2 1 と、第 2 ハウジング 7 2 1 内に設けられ、配線を有する回路基板 7 2 2、回路基板 7 2 2 上に電気的に接続された第 2 角速度センサー 3 2 および回路部 7 2 3 とを有している。本実施形態では、第 2 ハウジング 7 2 1 は、封止材で構成され、その封止材により、第 2 角速度センサー 3 2 、回路部 7 2 3 および回路基板 7 2 2 全体が封止されている。

このように、第 1 角速度センサー 3 1 および回路部 7 1 3 、第 2 角速度センサー 3 2 および回路部 7 2 3 をパッケージ化することで、構成を簡素化することができる。

【0055】

なお、第 1 角速度センサユニット 7 1 と第 2 角速度センサユニット 7 2 とは同様であるので、以下、代表的に、第 1 角速度センサユニット 7 1 について説明する。

まず、回路部 7 1 3 は、第 1 角速度センサー 3 1 から出力される信号を A/D 変換、すなわち、アナログ信号をデジタル信号に変換する A/D 変換部と、前記変換された信号をロボット制御装置 2 0 に送信する送信部とを有している。

また、第 1 ハウジング 7 1 1 の外形は、立方体である。

【0056】

また、第 1 角速度センサー 3 1 は、角速度の検出軸（以下、単に「検出軸」とも言う）を有しており、その検出軸の回りの角速度を検出するように構成されている。また、第 1 角速度センサー 3 1 の検出軸は、第 1 ハウジング 7 1 1 の直方体の一番大きな面の法線と一致している。これにより、容易かつ確実に、第 1 角速度センサー 3 1 の検出軸および第 2 角速度センサー 3 2 の検出軸の方向を認識することができ、容易に、第 1 角速度センサー 3 1 および第 2 角速度センサー 3 2 を適正な姿勢にすることができます。そして、第 1 角速度センサー 3 1 、すなわち、第 1 角速度センサユニット 7 1 は、第 1 角速度センサー 3 1 の検出軸が第 1 回転軸 O 1 と平行になるように設置されている。また、第 2 角速度センサー 3 2 、すなわち、第 2 角速度センサユニット 7 2 は、第 2 角速度センサー 3 2 の検出軸が第 3 回転軸 O 3 と平行になるように設置されている。

【0057】

また、図 6 および図 8 に示すように、第 1 ハウジング 7 1 1 は、その 4 つの角部に、第 1 アーム 1 2 に取り付けられる取付部 7 1 1 1 を有している。各取付部 7 1 1 1 には、それぞれ、雄ネジ（固定部材）8 1 が挿入される孔 7 1 1 2 が形成されている。

一方、第 1 アーム 1 2 は、アーム本体 2 a と一体的に形成され、第 1 角速度センサユニット 7 1 1 が取り付けられる 3 つのアーム側取付部 1 2 1 を有している。各アーム側取付部 1 2 1 は、それぞれ、アーム本体 2 a に突出形成された支柱で構成されている。また、各アーム側取付部 1 2 1 は、それぞれ、第 1 ハウジング 7 1 1 の取付部 7 1 1 1 に対応する位置に配置されている。また、各アーム側取付部 1 2 1 の先端部には、それぞれ、雄ネジ 8 1 が螺合する雌ネジ 1 2 2 が形成されている。

【0058】

なお、前記アーム本体 2 a と一体的に形成されたアーム側取付部 1 2 1 における「一体的」とは、別々に部材を形成し、それらを接合するのではなく、例えば、ダイキャスト等により、アーム本体 2 a とアーム側取付部 1 2 1 とを同時に形成する場合を言う。後述するアーム本体 2 c と一体的に形成されたアーム側取付部 1 4 1 における「一体的」も同様である。

【0059】

第 1 角速度センサユニット 7 1 を第 1 アーム 1 2 に取り付ける（設置する）際は、3 つの雄ネジ 8 1 をそれぞれ第 1 ハウジング 7 1 1 の孔 7 1 1 2 に挿入し、第 1 アーム 1 2 のアーム側取付部 1 2 1 の先端部の雌ネジ 1 2 2 に螺合する。これにより、各雄ネジ 8 1 により、第 1 ハウジング 7 1 1 の 3 つの取付部 7 1 1 1 がそれぞれ第 1 アーム 1 2 の対応するアーム側取付部 1 2 1 に固定される。すなわち、第 1 アーム 1 2 のアーム側取付部 1 2 1 に、第 1 角速度センサユニット 7 1 が取り付けられる。この場合、アーム側取付部

10

20

30

40

50

121と第1角速度センサユニット71との間には、何も介在しておらず、すなわち、第1角速度センサユニット71は、アーム側取付部121に直接取り付けられる。これにより、第1角速度センサユニット71を確実に第1アーム12に取り付けることができ、また、第1角速度センサユニット71は、確実に、第1アーム12と一体的に回動することができる。

【0060】

なお、第1角速度センサユニット71がアーム側取付部121に直接取り付けられるにおける「直接」とは、第1角速度センサユニット71を別の基板等の中間体に取り付けて、その中間体を、アーム側取付部121に取り付けているのではないことを言う。すなわち、アーム側取付部121と第1角速度センサユニット71との間に、接着剤等を除き、何も介在していないことを言う。後述する第2角速度センサユニット72がアーム側取付部141に直接取り付けられるにおける「直接」も同様である。

10

【0061】

また、雄ネジ81は、導電性を有しており、例えば、各種の金属材料で形成されている。この雄ネジ81は、第1ハウジング711の孔7112に挿入し、アーム側取付部121の先端部の雌ネジ122に螺合した際、回路部713のアース用の端子に電気的に接続された回路基板712の配線に電気的に接続され、また、雄ネジ81の先端部は、アーム側取付部121に電気的に接続される。これにより、回路部713のアース用の端子は、配線および雄ネジ81を介して、第1アーム12のアーム本体2aに電気的に接続され、アースされる。これにより、アースに要する部品点数を削減することができ、構成を簡素化することができる。

20

【0062】

また、図7および図8に示すように、第2ハウジング721は、その4つの角部に、第3アーム14に取り付けられる取付部7211を有している。各取付部7211には、それぞれ、雄ネジ81が挿入される孔7212が形成されている。

また、図7に示すように、第3アーム14は、アーム本体2cと一体的に形成され、第2角速度センサユニット72(第2ハウジング721)が取り付けられるアーム側取付部141を有している。アーム側取付部141は、第2ハウジング721に対応した形状をなしている。すなわち、アーム側取付部141は、板状をなし、平面視での形状は、四角形、本実施形態では、長方形をなしている。また、アーム側取付部141の各角部には、それぞれ、雄ネジ81が螺合する雌ネジが形成されている。

30

【0063】

第2角速度センサユニット72を第3アーム14に取り付ける際は、4つの雄ネジ81をそれぞれ第2ハウジング721の孔7212に挿入し、第3アーム14のアーム側取付部141の先端部の雌ネジに螺合する。これにより、各雄ネジ81により、第2ハウジング721の4つの取付部7211がそれぞれ第2アーム14のアーム側取付部141に固定される。すなわち、第2アーム14のアーム側取付部141に、第2角速度センサユニット72が取り付けられる。この場合、アーム側取付部141と第2角速度センサユニット72との間には、何も介在しておらず、すなわち、第2角速度センサユニット72は、アーム側取付部141に直接取り付けられる。これにより、第2角速度センサユニット72を確実に第3アーム14に取り付けることができ、また、第2角速度センサユニット72は、確実に、第3アーム14と一体的に回動することができる。

40

【0064】

また、雄ネジ81は、第2ハウジング721の孔7212に挿入し、アーム側取付部141の雌ネジに螺合した際、回路部723のアース用の端子に電気的に接続された回路基板722の配線に電気的に接続され、また、雄ネジ81の先端部は、アーム側取付部141に電気的に接続される。これにより、回路部723のアース用の端子は、配線および雄ネジ81を介して、第2アーム14のアーム本体2cに電気的に接続され、アースされる。これにより、アースに要する部品点数を削減することができ、構成を簡素化することができる。

50

【0065】

次に、図4、図9～図13を参照し、ロボット制御装置20の構成について説明する。

ロボット制御装置20は、第1角速度センサー31から出力される第1信号と、第2角速度センサー32から出力される第2信号と、位置センサー411～416から出力される各信号とをそれぞれ受信する受信部と、この受信部により受信された第1信号および第2信号に基づいて、第1アーム12の角速度の振動成分および第3アーム14の角速度の振動成分を求める演算部と、この演算部により求められた第1アーム12の角速度の振動成分および第3アーム14の角速度の振動成分に基づいて、ロボット1の作動を制御する制御部とを有している。

【0066】

10

具体的には、図4、図9～図13に示すように、ロボット制御装置20は、前記受信部と、第1駆動源401の作動を制御する第1駆動源制御部201と、第2駆動源402の作動を制御する第2駆動源制御部202と、第3駆動源403の作動を制御する第3駆動源制御部203と、第4駆動源404の作動を制御する第4駆動源制御部204と、第5駆動源405の作動を制御する第5駆動源制御部205と、第6駆動源406の作動を制御する第6駆動源制御部206とを有している。

なお、前記演算部は、第1駆動源制御部201の後述する角速度算出部561、減算器571、第2駆動源制御部202の後述する角速度算出部562、加減算器622、第3駆動源制御部203の後述する角速度算出部563により構成される。

【0067】

20

図9に示すように、第1駆動源制御部201は、減算器511と、位置制御部521と、減算器531と、角速度制御部541と、回転角度算出部551と、角速度算出部561と、減算器571と、変換部581と、補正值算出部591と、加算器601とを有している。

図10に示すように、第2駆動源制御部202は、減算器512と、位置制御部522と、減算器532と、角速度制御部542と、回転角度算出部552と、角速度算出部562と、加減算器622と、変換部582と、補正值算出部592と、加算器602とを有している。

図10に示すように、第3駆動源制御部203は、減算器513と、位置制御部523と、減算器533と、角速度制御部543と、回転角度算出部553と、角速度算出部563とを有している。

30

【0068】

図11に示すように、第4駆動源制御部204は、減算器514と、位置制御部524と、減算器534と、角速度制御部544と、回転角度算出部554と、角速度算出部564とを有している。

図12に示すように、第5駆動源制御部205は、減算器515と、位置制御部525と、減算器535と、角速度制御部545と、回転角度算出部555と、角速度算出部565とを有している。

図13に示すように、第6駆動源制御部206は、減算器516と、位置制御部526と、減算器536と、角速度制御部546と、回転角度算出部556と、角速度算出部566とを有している。

40

【0069】

ここで、ロボット制御装置20は、ロボット1が行う処理の内容に基づいてリスト16の目標位置を演算し、その目標位置にリスト16を移動させるための軌道を生成する。そして、ロボット制御装置20は、その生成した軌道に沿ってリスト16が移動するよう、各駆動源401～406の回転角度を所定の制御周期ごとに測定し、この測定結果に基づいて演算した値をそれぞれ各駆動源401～406の位置指令Pcとして駆動源制御部201～206に出力する(図9～図13参照)。なお、前記および以下では、「値が入力、出力」等と表記しているが、これは、「その値に対応する信号が入力、出力」の意味である。

50

【0070】

図9に示すように、第1駆動源制御部201には、第1駆動源401の位置指令Pcの他、第1位置センサー411、第1角速度センサー31からそれぞれ検出信号が入力される。第1駆動源制御部201は、第1位置センサー411の検出信号から算出される第1駆動源の回転角度（位置フィードバック値Pfb）が位置指令Pcになり、かつ、後述する角速度フィードバック値fbが後述する角速度指令cになるように、各検出信号を用いたフィードバック制御によって第1駆動源401を駆動する。

【0071】

すなわち、第1駆動源制御部201の減算器511には、位置指令Pcが入力され、また、回転角度算出部551から後述する位置フィードバック値Pfbが入力される。回転角度算出部551では、第1位置センサー411から入力されるパルス数がカウントされるとともに、そのカウント値に応じた第1駆動源401の回転角度が位置フィードバック値Pfbとして減算器511に出力される。減算器511は、これら位置指令Pcと位置フィードバック値Pfbとの偏差（第1駆動源401の回転角度の目標値から位置フィードバック値Pfbを減算した値）を位置制御部521に出力する。

【0072】

位置制御部521は、減算器511から入力された偏差と、予め定められた係数である比例ゲイン等を用いた所定の演算処理を行うことで、その偏差に応じた第1駆動源401の角速度の目標値を演算する。位置制御部521は、その第1駆動源401の角速度の目標値（指令値）を示す信号を角速度指令cとして減算器531に出力する。なお、ここでは、本実施形態では、フィードバック制御として、比例制御（P制御）がなされるが、これに限定されるものではない。

減算器531には、角速度指令cが入力され、また、後述する角速度フィードバック値fbが入力される。減算器531は、これら角速度指令cと角速度フィードバック値fbとの偏差（第1駆動源401の角速度の目標値から角速度フィードバック値fbを減算した値）を角速度制御部541に出力する。

【0073】

角速度制御部541は、減算器531から入力された偏差と、予め定められた係数である比例ゲイン、積分ゲイン等を用い、積分を含む所定の演算処理を行うことで、その偏差に応じた第1駆動源401の駆動信号（駆動電流）を生成し、モータードライバー301を介してモーター401Mに供給する。なお、ここでは、本実施形態では、フィードバック制御として、P/I制御がなされるが、これに限定されるものではない。

このようにして、位置フィードバック値Pfbが位置指令Pcと可及的に等しくなり、かつ、角速度フィードバック値fbが角速度指令cと可及的に等しくなるように、フィードバック制御がなされ、第1駆動源401の駆動電流が制御される。

【0074】

次に、第1駆動源制御部201における角速度フィードバック値fbについて説明する。

角速度算出部561では、第1位置センサー411から入力されるパルス信号の周波数に基づいて、第1駆動源401の角速度m1が算出され、その角速度m1は、加算器601に出力される。

【0075】

また、角速度算出部561では、第1位置センサー411から入力されるパルス信号の周波数に基づいて、第1アーム12の第1回転軸O1の回りの角速度A1mが算出され、その角速度A1mは、減算器571に出力される。なお、角速度A1mは、角速度m1を、第1駆動源401のモーター401Mと第1アーム12との間、すなわち、関節171における減速比で除算した値である。

また、第1角速度センサー31により、第1アーム12の第1回転軸O1の回りの角速度が検出される。そして、その第1角速度センサー31の検出信号、すなわち、第1角速度センサー31により検出された第1アーム12の第1回転軸O1の回りの角速度A1

10

20

30

40

50

は、減算器 571 に出力される。

【0076】

減算器 571 には、角速度 A_1 および角速度 $A_1 m$ が入力され、減算器 571 は、この角速度 A_1 から角速度 $A_1 m$ を減算した値 $A_1 s (= A_1 - A_1 m)$ を変換部 581 に出力する。この値 $A_1 s$ は、第 1 アーム 12 の第 1 回転軸 O_1 の回りの角速度の振動成分（振動角速度）に相当する。以下、 $A_1 s$ を振動角速度と言う。本実施形態では、この振動角速度 $A_1 s$ （詳細には、振動角速度 $A_1 s$ に基づいて生成した値であるモーター 401M における角速度 $m_1 s$ ）が後述するゲイン K_a 倍されて駆動源 401 の入力側に戻るフィードバック制御を行う。具体的には、振動角速度 $A_1 s$ が可及的に 0 になるように、駆動源 401 に対してフィードバック制御がなされる。これにより、ロボット 1 の振動を抑制することができる。なお、このフィードバック制御では、駆動源 401 の角速度が制御される。10

【0077】

変換部 581 は、振動角速度 $A_1 s$ を第 1 駆動源 401 における角速度 $m_1 s$ に変換し、その角速度 $m_1 s$ を補正值算出部 591 に出力する。この変換は、振動角速度 $A_1 s$ に、第 1 駆動源 401 のモーター 401M と第 1 アーム 12 との間、すなわち、関節 171 における減速比を乗算することで得ることができる。

補正值算出部 591 は、角速度 $m_1 s$ に予め定められた係数であるゲイン（フィードバックゲイン） K_a を乗算し、補正值 $K_a \cdot m_1 s$ を求め、その補正值 $K_a \cdot m_1 s$ を加算器 601 に出力する。20

加算器 601 には、角速度 m_1 が入力され、また、補正值 $K_a \cdot m_1 s$ が入力される。加算器 601 は、角速度 m_1 と補正值 $K_a \cdot m_1 s$ との加算値を角速度フィードバック値 f_b として減算器 531 に出力する。なお、以降の動作は、前述した通りである。

【0078】

図 10 に示すように、第 2 駆動源制御部 202 には、第 2 駆動源 402 の位置指令 P_c の他、第 2 位置センサー 412、第 2 角速度センサー 32 からそれぞれ検出信号が入力される。また、第 2 駆動源制御部 202 には、第 3 駆動源制御部 203 からアーム 15 の第 3 回転軸 O_3 の回りの角速度 $A_3 m$ が入力される。第 2 駆動源制御部 202 は、第 2 位置センサー 412 の検出信号から算出される第 2 駆動源 402 の回転角度（位置フィードバック値 $P_f b$ ）が位置指令 P_c になり、かつ、後述する角速度フィードバック値 f_b が後述する角速度指令 c になるように、各検出信号を用いたフィードバック制御によって第 2 駆動源 402 を駆動する。30

【0079】

すなわち、第 2 駆動源制御部 202 の減算器 512 には、位置指令 P_c が入力され、また、回転角度算出部 552 から後述する位置フィードバック値 $P_f b$ が入力される。回転角度算出部 552 では、第 2 位置センサー 412 から入力されるパルス数がカウントされるとともに、そのカウント値に応じた第 2 駆動源 402 の回転角度が位置フィードバック値 $P_f b$ として減算器 512 に出力される。減算器 512 は、これら位置指令 P_c と位置フィードバック値 $P_f b$ との偏差（第 2 駆動源 402 の回転角度の目標値から位置フィードバック値 $P_f b$ を減算した値）を位置制御部 522 に出力する。40

【0080】

位置制御部 522 は、減算器 512 から入力された偏差と、予め定められた係数である比例ゲイン等を用いた所定の演算処理を行うことで、その偏差に応じた第 2 駆動源 402 の角速度の目標値を演算する。位置制御部 522 は、その第 2 駆動源 402 の角速度の目標値（指令値）を示す信号を角速度指令 c として減算器 532 に出力する。なお、ここでは、本実施形態では、フィードバック制御として、比例制御（P 制御）がなされるが、これに限定されるものではない。

【0081】

減算器 532 には、角速度指令 c が入力され、また、後述する角速度フィードバック

50

値 f_b が入力される。減算器 532 は、これら角速度指令 c と角速度フィードバック値 f_b との偏差（第2駆動源 402 の角速度の目標値から角速度フィードバック値 f_b を減算した値）を角速度制御部 542 に出力する。

角速度制御部 542 は、減算器 532 から入力された偏差と、予め定められた係数である比例ゲイン、積分ゲイン等を用い、積分を含む所定の演算処理を行うことで、その偏差に応じた第2駆動源 402 の駆動信号（駆動電流）を生成し、モータードライバー 302 を介してモーター 402M に供給する。なお、ここでは、本実施形態では、フィードバック制御として、P I 制御がなされるが、これに限定されるものではない。

【0082】

このようにして、位置フィードバック値 $P_f b$ が位置指令 P_c と可及的に等しくなり、かつ、角速度フィードバック値 f_b が角速度指令 c と可及的に等しくなるように、フィードバック制御がなされ、第2駆動源 402 の駆動電流が制御される。なお、第2回転軸 O2 は、第1回転軸 O1 に対して直交しているので、第1アーム 12 の動作や振動の影響を受けず、第1駆動源 401 に対して独立して第2駆動源 402 の作動を制御することができる。

【0083】

次に、第2駆動源制御部 202 における角速度フィードバック値 f_b について説明する。

角速度算出部 562 では、第2位置センサー 412 から入力されるパルス信号の周波数に基づいて、第2駆動源 402 の角速度 m_2 が算出され、その角速度 m_2 は、加算器 602 に出力される。

【0084】

また、角速度算出部 562 では、第2位置センサー 412 から入力されるパルス信号の周波数に基づいて、第2アーム 13 の第2回転軸 O2 の回りの角速度 $A_2 m$ が算出され、その角速度 $A_2 m$ は、加減算器 622 に出力される。なお、角速度 $A_2 m$ は、角速度 m_2 を、第2駆動源 402 のモーター 402M と第2アーム 13 との間、すなわち、関節 172 における減速比で除算した値である。

【0085】

また、第3駆動源制御部 203 の角速度算出部 563 では、第3位置センサー 413 から入力されるパルス信号の周波数に基づいて、第3アーム 14 の第3回転軸 O3 の回りの角速度 $A_3 m$ が算出され、その角速度 $A_3 m$ は、加減算器 622 に出力される。なお、角速度 $A_3 m$ は、角速度 m_3 を、第3駆動源 403 のモーター 403M と第3アーム 14 との間、すなわち、関節 173 における減速比で除算した値である。

【0086】

また、第2角速度センサー 32 により、第3アーム 14 の第2回転軸 O2 の回りの角速度が検出される。そして、その第2角速度センサー 32 の検出信号、すなわち、第2角速度センサー 32 により検出された第3アーム 14 の第2回転軸 O2 の回りの角速度 A_3 は、加減算器 622 に出力される。なお、第2回転軸 O2 、第3回転軸 O3 は、第1回転軸 O1 に対して直交しているので、第1アーム 12 の動作や振動の影響を受けずに、容易かつ確実に、第3アーム 14 の第2回転軸 O2 の回りの角速度を求めることができる。

【0087】

加減算器 622 には、角速度 A_3 、角速度 $A_2 m$ および角速度 $A_3 m$ が入力され、加減算器 622 は、角速度 A_3 から角速度 $A_2 m$ および角速度 $A_3 m$ を減算した値 $A_2 s$ ($= A_3 - A_2 m - A_3 m$) を変換部 582 に出力する。この値 $A_2 s$ は、第2アーム 13 と第3アーム 14 の第2回転軸 O2 の回りの合計の角速度の振動成分（振動角速度）に相当する。以下、 $A_2 s$ を振動角速度と言う。本実施形態では、この振動角速度 $A_2 s$ (詳細には、振動角速度 $A_2 s$ に基づいて生成した値であるモーター 402M における角速度 $m_2 s$) が後述するゲイン K_a 倍されて第2駆動源 402 の入力側に戻るフィードバック制御を行う。具体的には、振動角速度 $A_2 s$ が可及的に 0 になるように、第2駆動源 402 に対してフィードバック制御がなされる。これにより

10

20

30

40

50

、ロボット1の振動を抑制することができる。なお、このフィードバック制御では、第2駆動源402の角速度が制御される。

【0088】

変換部582は、振動角速度A2sを第2駆動源402における角速度m2sに変換し、その角速度m2sを補正值算出部592に出力する。この変換は、振動角速度A2sに、第2駆動源402のモーター402Mと第2アーム13との間、すなわち、関節172における減速比を乗算することで得ることができる。

補正值算出部592は、角速度m2sに予め定められた係数であるゲイン(フィードバックゲイン)Kaを乗算し、補正值Ka·m2sを求め、その補正值Ka·m2sを加算器602に出力する。なお、この第2駆動源制御部202におけるゲインKaと、第1駆動源制御部201におけるゲインKaとは、同一でもよく、また、異なっていてもよい。

加算器602には、角速度m2が入力され、また、補正值Ka·m2sが入力される。加算器602は、角速度m2と補正值Ka·m2sとの加算値を角速度フィードバック値fbとして減算器532に出力する。なお、以降の動作は、前述した通りである。

【0089】

図10に示すように、第3駆動源制御部203には、第3駆動源403の位置指令Pcの他、第3位置センサー413から検出信号が入力される。第3駆動源制御部203は、第3位置センサー413の検出信号から算出される第3駆動源403の回転角度(位置フィードバック値Pfb)が位置指令Pcになり、かつ、後述する角速度フィードバック値fbが後述する角速度指令cになるように、各検出信号を用いたフィードバック制御によって第3駆動源403を駆動する。

【0090】

すなわち、第3駆動源制御部203の減算器513には、位置指令Pcが入力され、また、回転角度算出部553から後述する位置フィードバック値Pfbが入力される。回転角度算出部553では、第3位置センサー413から入力されるパルス数がカウントされるとともに、そのカウント値に応じた第3駆動源403の回転角度が位置フィードバック値Pfbとして減算器513に出力される。減算器513は、これら位置指令Pcと位置フィードバック値Pfbとの偏差(第3駆動源403の回転角度の目標値から位置フィードバック値Pfbを減算した値)を位置制御部523に出力する。

【0091】

位置制御部523は、減算器512から入力された偏差と、予め定められた係数である比例ゲイン等を用いた所定の演算処理を行うことで、その偏差に応じた第3駆動源403の角速度の目標値を演算する。位置制御部522は、その第3駆動源403の角速度の目標値(指令値)を示す信号を角速度指令cとして減算器533に出力する。なお、ここでは、本実施形態では、フィードバック制御として、比例制御(P制御)がなされるが、これに限定されるものではない。

また、角速度算出部563では、第3位置センサー413から入力されるパルス信号の周波数に基づいて、第3駆動源403の角速度が算出され、その角速度が角速度フィードバック値fbとして減算器533に出力される。

【0092】

減算器533には、角速度指令cが入力され、また、角速度フィードバック値fbが入力される。減算器533は、これら角速度指令cと角速度フィードバック値fbとの偏差(第3駆動源403の角速度の目標値から角速度フィードバック値fbを減算した値)を角速度制御部543に出力する。

角速度制御部543は、減算器533から入力された偏差と、予め定められた係数である比例ゲイン、積分ゲイン等を用い、積分を含む所定の演算処理を行うことで、その偏差に応じた第3駆動源403の駆動信号(駆動電流)を生成し、モータードライバー303を介してモーター403Mに供給する。なお、ここでは、本実施形態では、フィードバッ

10

20

30

40

50

ク制御として、P I制御がなされるが、これに限定されるものではない。

【0093】

このようにして、位置フィードバック値 $P_f b$ が位置指令 P_c と可及的に等しくなり、かつ、角速度フィードバック値 $f b$ が角速度指令 c と可及的に等しくなるように、フィードバック制御がなされ、第3駆動源403の駆動電流が制御される。

なお、駆動源制御部204～206については、それぞれ、前記第3駆動源制御部203と同様であるので、その説明は省略する。

【0094】

以上説明したように、このロボット1およびロボットシステム10では、第1角速度センサー31により、第1アーム12の角速度を検出することができ、また、第3回転軸O3は、第2回転軸O2と平行であるので、第2角速度センサー32により、第2アーム13の回動分を含めて第3アーム14の角速度を検出することができる。そして、これらの検出結果に基づいて、振動を抑制することができる。

【0095】

また、ロボット1の姿勢が変化しても、第1角速度センサー31の検出軸は、一定である。このため、第1角速度センサー31により検出された第1アーム12の角速度に対して、第1角速度センサー31の向きによる補正を行う必要がない。

また、第3回転軸O3および第2回転軸O2は、第1回転軸O1と直交または第1回転軸に直交する軸と平行であるので、ロボット1の姿勢が変化、例えば、第1アーム12が回動しても、また、第2アーム13が回動しても、第2角速度センサー32の検出軸は、一定である。このため、第2角速度センサー32により検出された第3アーム14の角速度に対して、第2角速度センサー32の向きによる補正を行う必要がない。

これにより、複雑で膨大な演算が不要であり、これによって、演算誤差が生じ難く、振動を確実に抑制することができ、また、ロボット1の制御における応答速度を速くすることができる。

【0096】

また、第2角速度センサー32により、第2アーム13の角速度ではなく、第2アーム13の回動分を含めて第3アーム14の角速度を検出するので、より確実に振動を抑制することができる。

また、第2アーム13にも角速度センサーを設置する場合に比べて、角速度センサーの数を削減することができ、コストを低減することができ、また、構成を簡素化することができる。

また、第3アーム14よりも基端側の第2アーム13を回動させる第2駆動源402の作動を制御することにより、ロボット1の振動を抑制する効果を高めることができる。

【0097】

以上、本発明のロボット、ロボット制御装置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、本発明に、他の任意の構成物が付加されていてもよい。

なお、各駆動源のモーターとしては、それぞれ、前記サーボモーターの他、例えば、ステッピングモーター等が挙げられる。また、モーターとしてステッピングモーターを用いる場合は、位置センサーとして、例えば、ステッピングモーターへ入力する駆動パルスの数を計測することで、モーターの回転角度を検出するものを用いてもよい。

【0098】

また、各位置センサー、各角速度センサーの方式は、それぞれ、特に限定されず、例えば、光学式、磁気式、電磁式、電気式等が挙げられる。

また、前記実施形態では、第2角速度センサーの検出結果に基づいて第2アームを回動させる第2駆動源の作動を制御するようになっているが、これに限らず、例えば、第2角速度センサーの検出結果に基づいて第3アームを回動させる第3駆動源の作動を制御するようになっていてもよい。

10

20

30

40

50

【0099】

また、前記実施形態では、ロボットの回転軸の数は、6つであるが、本発明では、これに限定されず、ロボットの回転軸の数は、3つ、4つ、5つまたは7つ以上でもよい。

すなわち、前記実施形態では、リストが2本のアームを有しているので、ロボットのアームの本数は、6本であるが、本発明では、これに限定されず、ロボットのアームの本数は、3本、4本、5本または7本以上でもよい。

また、前記実施形態では、ロボットは、複数のアームを回動自在に連結してなるアーム連結体を1つ有する単腕ロボットであるが、本発明では、これに限定されず、例えば、複数のアームを回動自在に連結してなるアーム連結体を2つ有する双腕ロボット等、前記アーム連結体を複数有するロボットであってもよい。

10

【符号の説明】

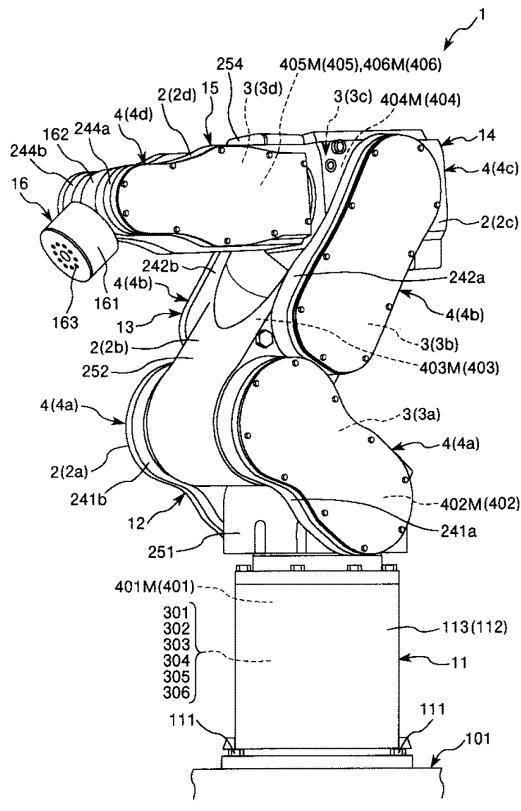
【0100】

1ロボット(産業用ロボット) 10ロボットシステム 11基台 12
 、13、14、15アーム(リンク) 16リスト(リンク) 161リスト
 本体 162支持リング 163先端面 171、172、173、174、
 175、176関節(ジョイント) 2、2a、2b、2c、2dアーム本体
 3、3a、3b、3c、3d駆動機構 31、32角速度センサー 4、4a、
 4b、4c、4d封止手段 20ロボット制御装置 201~206駆動源
 制御部 301、302、303、304、305、306モータードライバー 4
 01、402、403、404、405、406駆動源 401M、402M、40
 3M、404M、405M、406Mモーター 411、412、413、414、
 415、416位置センサー 511、512、513、514、515、516 ...
 ...減算器 521、522、523、524、525、526位置制御部 531、
 532、533、534、535、536減算器 541、542、543、544
 、545、546角速度制御部 551、552、553、554、555、556
回転角度算出部 561、562、563、564、565、566角速度算出
 部 571減算器 581、582変換部 591、592補正值算出部
 601、602加算器 622加減算器 45減速機 71、72角速
 度センサーセンサユニット 711、721ハウジング 7111、7211
 取付部 712、722回路基板 713、723回路部 7112、7212
孔 81雄ネジ 85ケーブル 91、92ブーリー 93ベルト
 101床 111ボルト 112基台本体 113円筒状部 114
箱状部 121、141 アーム側取付部 122雌ネジ 241a、241b
 、242a、242b、244a、244b舌片部 251、252、254根
 元部 01、02、03、04、05、06回転軸

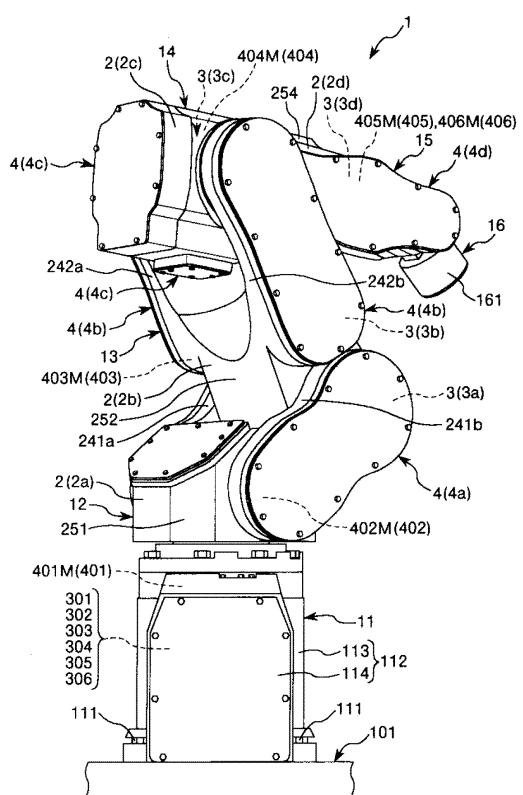
20

30

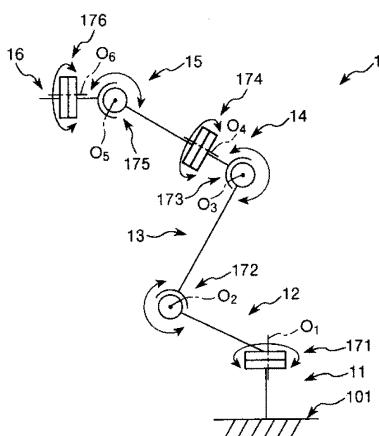
【図1】



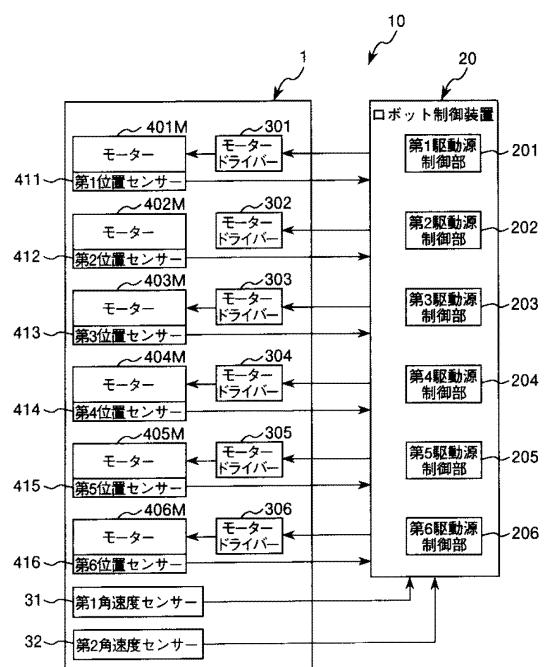
【図2】



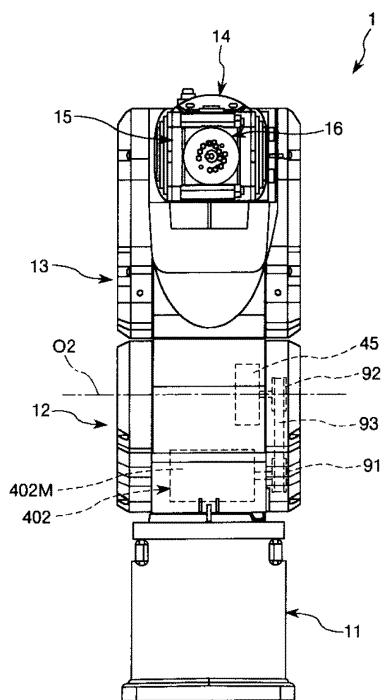
【図3】



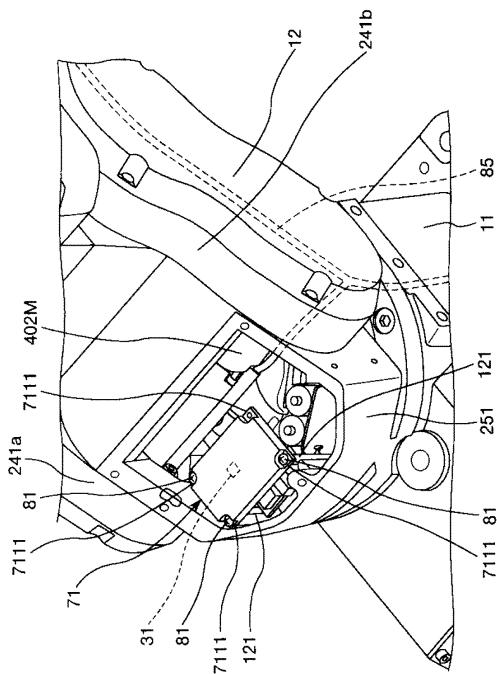
【図4】



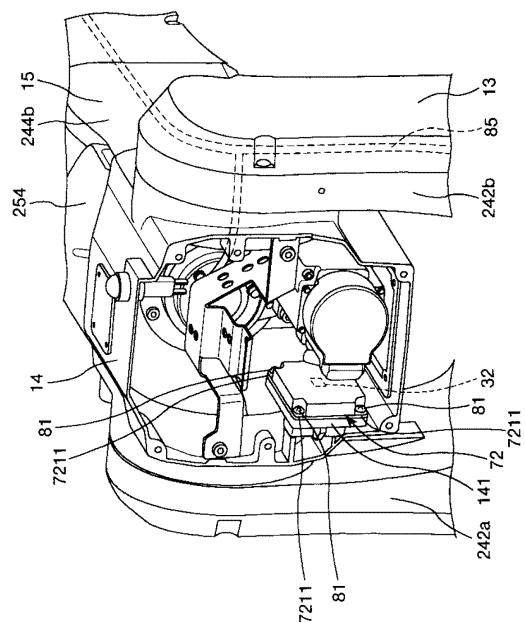
【 図 5 】



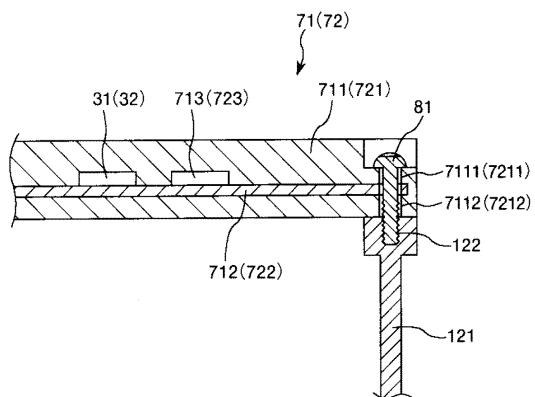
【 図 6 】



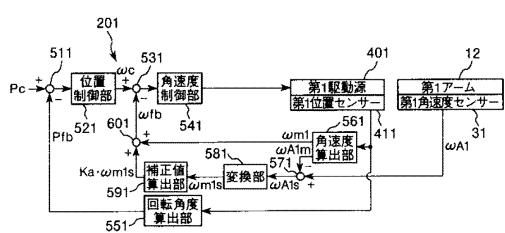
【図7】



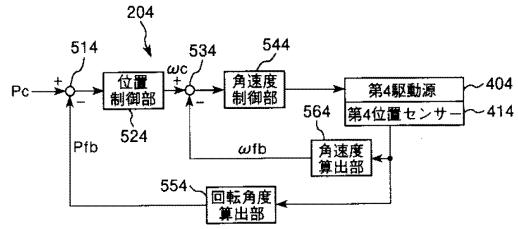
【 四 8 】



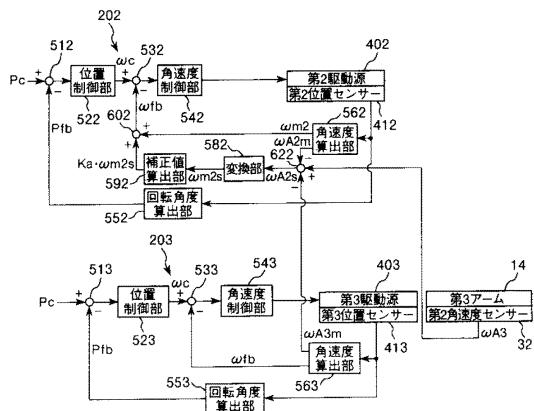
【図 9】



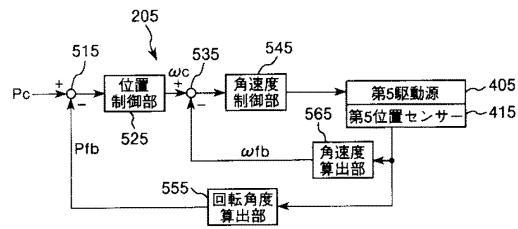
【図 11】



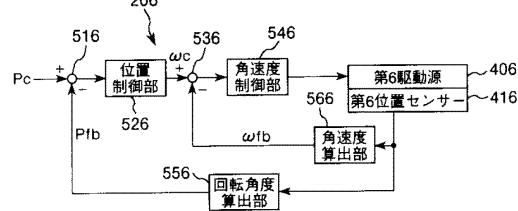
【図 10】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

合議体

審判長 西村 泰英

審判官 平岩 正一

審判官 柏原 郁昭

(56)参考文献 特開2012-35361 (JP, A)

特開昭60-20214 (JP, A)

欧州特許出願公開第2492064 (EP, A2)

特開2012-139770 (JP, A)

特開平1-103279 (JP, A)

特開2007-40766 (JP, A)

特開2007-314026 (JP, A)

特開昭60-20888 (JP, A)

特開2011-136395 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J1/00-21/02