

(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2019-206047
(P2019-206047A)

(43) 公開日 令和1年12月5日(2019.12.5)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
B 2 5 J 9/10 (2006.01) B 2 5 J 9/10 Z 3 C 7 0 7

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2018-101842 (P2018-101842) (22) 出願日 平成30年5月28日 (2018. 5. 28)</p>	<p>(71) 出願人 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 (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 今井 涼介 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 BS15 BT14 CX01 HS27 HT17 HT29 KS20 KS24 KX05 KX10 LV23 MT05</p>
--	---

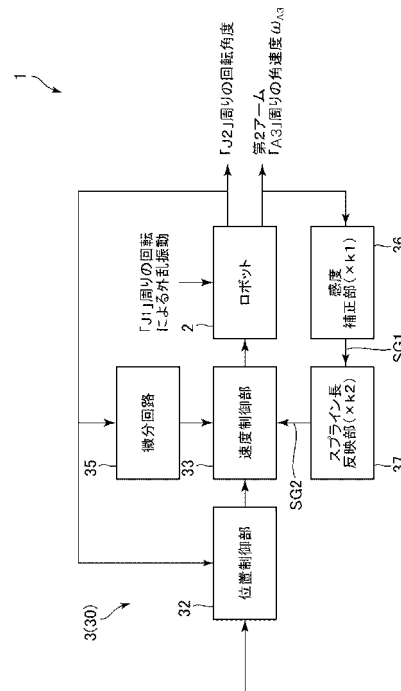
(54) 【発明の名称】 制御装置、ロボットおよびロボットシステム

(57) 【要約】

【課題】シャフトに生じるエンドエフェクター側の制御点の振動をできる限り抑えることができる制御装置、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】ロボットアームと、前記ロボットアームを回転軸周りに回転させる駆動部と、前記ロボットアームの前記回転軸と異なる位置に設けられ、前記回転軸と平行に移動するシャフトと、を備えるロボットを制御する制御装置であって、前記駆動部の作動を制御する制御部を備え、前記ロボットは、前記ロボットアームに設けられ、前記回転軸の軸方向と直交し、かつ、前記回転軸と前記シャフトの軸とを含む平面に平行な軸周りの角速度を検出する角速度センサーを有し、前記制御部は、前記角速度に基づいて前記駆動部に対しフィードバック制御を行うことを特徴とする制御装置。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ロボットアームと、
前記ロボットアームを回動軸周りに回動させる駆動部と、
前記ロボットアームの前記回動軸と異なる位置に設けられ、前記回動軸と平行に移動するシャフトと、を備えるロボットを制御する制御装置であって、
前記駆動部の作動を制御する制御部を備え、
前記ロボットは、前記ロボットアームに設けられ、前記回動軸の軸方向と直交し、かつ、前記回動軸と前記シャフトの軸とを含む平面に平行な軸周りの角速度を検出する角速度センサーを有し、
前記制御部は、前記角速度に基づいて前記駆動部に対しフィードバック制御を行うことを特徴とする制御装置。

10

【請求項 2】

前記ロボットアームは、基台に連結された第 1 アームと、前記第 1 アームに連結された第 2 アームと、を有し、
前記駆動部は、前記第 1 アームを前記回動軸としての第 1 回動軸周りに回動させる第 1 モーターと、前記第 2 アームを前記回動軸としての第 2 回動軸周りに回動させる第 2 モーターと、を有するものであり、
前記制御部は、前記角速度に基づいて前記第 2 モーターに対し前記フィードバック制御を行う請求項 1 に記載の制御装置。

20

【請求項 3】

前記シャフトには、前記回動軸と平行に移動する際の基準点が設定されており、
前記シャフトは、前記回動軸と平行に移動した際の移動量に応じて、前記基準点と前記制御点との距離が変化するものであり、
前記制御部は、前記距離に関する情報を前記フィードバック制御に用いる請求項 1 または 2 に記載の制御装置。

【請求項 4】

前記距離に関する情報を入力する入力部を備える請求項 3 に記載の制御装置。

【請求項 5】

前記角速度センサーは、前記回動軸に平行な軸周りの角速度を検出する請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

30

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の制御装置によって制御されることを特徴とするロボット。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の制御装置と、
前記制御装置によって制御されるロボットと、を有す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】**

40

【0001】

本発明は、制御装置、ロボットおよびロボットシステムに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来より、部品を搬送するロボットとして、水平多関節ロボット（スカラロボット）が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。特許文献 1 に記載されているロボットは、基台と、基台の上端部に連結され、鉛直方向に沿う軸心を中心にして、基台に対して回動する第 1 アームと、第 1 アームの先端部に連結され、鉛直方向に沿う軸心を中心にして、第 1 アームに対して回動する第 2 アームと、第 2 アームの先端部に設けられ、第 2 アームに対して変位するスプラインシャフトとを有している。また、第 2 アーム内には、基台に対

50

する第2アームの角速度を測定する角速度センサーが配設されている。

【0003】

そして、このような構成のロボットは、制御装置により作動が制御されている。制御装置は、第2アーム内に配設されている前記角速度センサー等から入力される各種信号に基づいて、第1アームの角速度を演算し、第2アームの振動（水平方向の振動）が抑制されるように、第1アームを回動させるモーターを制御することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-171052号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

第2アームに生じる振動には、水平方向の振動の他に、第2アームの長手方向に沿った軸周り（ロール方向）の振動もある。しかしながら、特許文献1に記載のロボットでは、前述したように第2アームの水平方向の振動は抑制されるが、第2アームの長手方向に沿った軸周りの振動の抑制については、考慮されていなかった。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、上述の課題を解決するためになされたものであり、以下のものとして実現することが可能である。

20

【0007】

本発明の制御装置は、ロボットアームと、
前記ロボットアームを回動軸周りに回動させる駆動部と、
前記ロボットアームの前記回動軸と異なる位置に設けられ、前記回動軸と平行に移動するシャフトと、を備えるロボットを制御する制御装置であって、
前記駆動部の作動を制御する制御部を備え、
前記ロボットは、前記ロボットアームに設けられ、前記回動軸の軸方向と直交し、かつ、前記回動軸と前記シャフトの軸とを含む平面に平行な軸周りの角速度を検出する角速度センサーを有し、

30

前記制御部は、前記角速度に基づいて前記駆動部に対しフィードバック制御を行うことを特徴とする。

【0008】

本発明のロボットは、本発明の制御装置によって制御されることを特徴とする。

本発明のロボットシステムは、本発明の制御装置と、

前記制御装置によって制御されるロボットと、を有することを特徴とする。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、本発明の実施形態に係るロボットシステムの全体構成を示す図である。

【図2】図2は、図1中のロボットの概略図である。

40

【図3】図3は、図1に示すロボットシステムの制御系を示すブロック図である。

【図4】図4は、図1に示すロボットシステムの回路系を示すブロック図である。

【図5】図5は、図1中の矢印A方向から見た図である。

【図6】図6は、図1中の矢印A方向から見た図である。

【図7】図7は、本実施形態についてハードウェア（プロセッサ）を中心として説明するためのブロック図である。

【図8】図8は、本発明のロボットシステムの他の例1（変形例1）を示すブロック図である。

【図9】図9は、本発明のロボットシステムの他の例2（変形例2）を示すブロック図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の制御装置、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】

図1は、本発明の実施形態に係るロボットシステムの全体構成を示す図である。図2は、図1中のロボットの概略図である。図3は、図1に示すロボットシステムの制御系を示すブロック図である。図4は、図1に示すロボットシステムの回路系を示すブロック図である。図5および図6は、それぞれ、図1中の矢印A方向から見た図である。

【0012】

なお、図1ではエンドエフェクターの図示は省略されている。また、図2ではエンドエフェクターおよび対象物を模式的に示している。また、以下では、説明の都合上、図1、図2、図5および図6中の上側を「上」、下側を「下」と言う。また、図1、図2、図5および図6中の上下方向が鉛直方向である。また、本明細書において、「水平」とは、完全に水平な場合のみならず、水平に対して $\pm 5^\circ$ 以内で傾斜している場合も含む。同様に、本明細書において、「鉛直」とは、完全に鉛直な場合のみならず、鉛直に対して $\pm 5^\circ$ 以内で傾斜している場合も含む。また、本明細書において、「平行」とは、2つの線（軸を含む）または面が互いに完全な平行である場合のみならず、 $\pm 10^\circ$ 以内で傾斜している場合も含む。また、本明細書において、「直交」とは、2つの線（軸を含む）または面が互いに完全な直交である場合のみならず、 $\pm 10^\circ$ 以内で傾斜している場合も含む。

【0013】

図1、図2に示すように、本発明の制御装置3は、アーム（ロボットアーム）22と、アーム（ロボットアーム）22を回動軸（第2軸J2）周りに回動させるアーム駆動部（駆動部）26と、アーム（ロボットアーム）22の回動軸（第2軸J2）と異なる位置に設けられ、回動軸（第2軸J2）と平行に移動し、一端側（下方）にエンドエフェクター4が設けられるスプラインシャフト（シャフト）253と、アーム（ロボットアーム）22に設けられ、回動軸（第2軸J2）の軸方向と直交し、かつ、（第2軸J2）とスプラインシャフト（シャフト）253の軸（第3軸J3）とを含む平面（仮想平面VP）に平行な第3角速度検出軸A3（軸）周りの角速度 ω_{A3} を検出する角速度センサー20と、を備えるロボット2を制御する制御装置である。この制御装置3は、アーム駆動部（駆動部）26の作動を制御する制御部30を備えている。制御部30は、アーム（ロボットアーム）22が回動軸（第2軸J2）周りに回動した際に、角速度 ω_{A3} に基づいてアーム駆動部（駆動部）26に対しフィードバック制御を行い、スプラインシャフト（シャフト）253に生じるエンドエフェクター4側の制御点P1の振動を、フィードバック制御により、エンドエフェクター4と反対側の振動よりも抑制することができる。

【0014】

このような本発明によれば、後述するように、アーム22が第2軸J2に周りに回動して停止した後の、制御点P1の位置をできる限り一定に維持することができる。これにより、エンドエフェクター4で対象物Wを把持する際、その把持を安定して行うことができる。

【0015】

本発明のロボット2は、制御装置3によって制御される。これにより、前述した制御装置3の利点を発揮するロボット2が得られる。

【0016】

本発明のロボットシステム1は、制御装置3と、制御装置3によって制御されるロボット2と、を有する。これにより、前述した制御装置3の利点を持つロボットシステム1が得られる。

【0017】

図1に示すロボットシステム1は、ロボット2と、ロボット2を制御する制御装置3と、を有する。ロボットシステム1の用途は、特に限定されず、ロボットシステム1は、例

10

20

30

40

50

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、組立および検査等の各作業で用いることができる。ロボット2は、水平多関節ロボット（スカラロボット）であり、基台21と、基台21に設けられ基台21に対して移動可能なアーム22と、アーム22に設けられた作業ヘッド25と、アーム22に設けられた角速度センサー20と、を有する。また、ロボット2は、アーム22を駆動させるアーム駆動部26と、作業ヘッド25を駆動させる作業ヘッド駆動部28と、を有する。

【0018】

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。アーム22は、基台21に設けられ（連結され）、基台21に対して第1軸J1周りに回動可能な第1アーム23と、第1アーム23の先端部に設けられ（連結され）、第1アーム23に対して第1軸J1と平行な第2軸J2周りに回動可能な第2アーム24と、を有する。

10

【0019】

また、基台21内には基台21に対して第1アーム23を、その回動軸としての第1軸（第1回動軸）J1周りに回動させるモーター（第1モーター）261が設けられている。また、モーター261にはモーター261の回転量を検出するエンコーダー262（位置検出部）が設けられており、エンコーダー262からの出力によって基台21に対する第1アーム23の回動角を検出することができる。また、第2アーム24内には第1アーム23に対して第2アーム24を、その回動軸としての第2軸（第2回動軸）J2周りに回動させるモーター（第2モーター）271が設けられている。また、モーター271にはモーター271の回転量を検出するエンコーダー272（位置検出部）が設けられており、エンコーダー272からの出力によって第1アーム23に対する第2アーム24の回動角を検出することができる。図3に示すように、アーム駆動部26は、モーター261と、エンコーダー262と、モーター271と、エンコーダー272とを有する構成となっている。

20

【0020】

作業ヘッド25は、第2アーム24の先端部、すなわち、第2アーム24（アーム22）の第2軸J2と異なる位置に設けられている。作業ヘッド25は、第2アーム24の先端部に同軸的に配置されたスプラインナット251およびボールネジナット252と、スプラインナット251およびボールネジナット252に挿通されたスプラインシャフト253と、を有する。スプラインシャフト253は、第2アーム24に対して、その中心軸である第3軸J3周りに回動可能であり、かつ、第3軸J3に沿った方向（第3軸J3と平行な方向）に移動（往復動）可能となっている。なお、第1軸J1、第2軸J2および第3軸J3は、互いに平行であり、それぞれ、鉛直方向に沿っている。

30

【0021】

また、第2アーム24内にはスプラインナット251を回転させてスプラインシャフト253を第3軸J3周りに回転させるモーター281が設けられている。また、モーター281にはモーター281の回転量を検出するエンコーダー282（位置検出部）が設けられており、エンコーダー282からの出力によって第2アーム24に対するスプラインシャフト253の回転量を検出することができる。また、第2アーム24内にはボールネジナット252を回転させてスプラインシャフト253を第3軸J3に沿った方向に移動させるモーター291が設けられている。また、モーター291にはモーター291の回転量を検出するエンコーダー292（位置検出部）が設けられており、エンコーダー292からの出力によって第2アーム24に対するスプラインシャフト253の移動量を検出することができる。図3に示すように、作業ヘッド駆動部28は、モーター281と、エンコーダー282と、モーター291と、エンコーダー292とを有する構成となっている。

40

【0022】

図1および図2に示すように、スプラインシャフト253の先端部（下端部）には、エンドエフェクター4を装着するためのペイロード254が設けられている。ペイロード254に装着するエンドエフェクター4としては、特に限定されず、例えば、対象物Wを保

50

持（把持、吸着）するハンドや対象物Wを加工する作業具等が挙げられる。

【0023】

角速度センサー20は、第2アーム24内に設けられている。特に、本実施形態では、角速度センサー20は、第2アーム24の先端部（スプラインシャフト253の近傍）に設けられている。

【0024】

図2に示すように、角速度センサー20は、第2アーム24が第2軸J2周りに回動、または、第2アーム24の回動が停止した状態で、アーム22（第1アーム23）が第1軸J1周りに回動した際に、第2アーム24における3つの軸周りの角速度を検出することができる。以下では、「第2アーム24が第2軸J2周りに回動した際の角速度」を代表する。なお、3つの軸のうち1つ目の軸は、図2中の第1角速度検出軸A1であり、2つ目の軸は、第2角速度検出軸A2であり、3つ目の軸は、第3角速度検出軸A3である。また、このような角速度センサー20としては、例えばジャイロセンサーで構成されているのが好ましい。

10

【0025】

第1角速度検出軸A1は、第2軸J2と第3軸J3とを含む（通る）平面（仮想平面VP）、すなわち、図2の紙面に直交する軸である。この第1角速度検出軸A1周り（ピッチ方向）の角速度を「角速度（第1角速度） A_1 」とすることがある。

【0026】

第2角速度検出軸A2は、第1角速度検出軸A1と直交する、すなわち、第2軸J2の軸方向と平行な軸である。この第2角速度検出軸A2周り（ヨー方向）の角速度を「角速度（第2角速度） A_2 」とすることがある。

20

【0027】

第3角速度検出軸A3は、第1角速度検出軸A1と第2角速度検出軸A2とに直交する、すなわち、第2軸J2の軸方向と直交し、かつ、仮想平面VPに平行な軸である。この第3角速度検出軸A3周り（ロール方向）の角速度を「角速度（第3角速度） A_3 」とすることがある。

【0028】

このように角速度センサー20は、仮想平面VPに直交する第1角速度検出軸A1周りの角速度 A_1 を検出することができる。これにより、例えば角速度 A_1 の情報を、スプラインシャフト253の上下方向（鉛直方向）の振動抑制制御に用いることができる。

30

【0029】

また、角速度センサー20は、第2軸J2（回動軸）に平行な第2角速度検出軸A2（軸）周りの角速度 A_2 も検出することができる。これにより、例えば角速度 A_2 の情報を、スプラインシャフト253の水平方向の振動抑制制御に用いることができる。

【0030】

また、角速度センサー20は、第2アーム24の長手方向と平行な第3角速度検出軸A3周りの角速度 A_3 を検出することができる。この角速度 A_3 は、スプラインシャフト253の第3角速度検出軸A3周りの振動抑制制御に用いられる。この制御については、後述する。

40

【0031】

角速度センサー20としては、角速度を検出することができれば、特に限定されず、例えば、圧電体の変形により生じる電荷から角速度を検出する角速度センサー、静電容量の変化から角速度を検出する角速度センサー等を用いることができる。なお、本実施形態では、角速度センサー20として水晶振動子を用いている。この水晶振動子は、振動腕を有しており、振動腕を駆動振動モードで振動させている状態で、第1角速度検出軸A1、第2角速度検出軸A2および第3角速度検出軸A3のいずれの検出軸周りの角速度が加わると、コリオリの力によって振動腕に検出振動モードが励振され、この検出振動モードに応じた検出信号を出力するようになっている。そのため、水晶振動子から出力される検出信号に基づいて、各検出軸周りの角速度を検出することができる。

50

【0032】

図3に示すように、制御装置3は、ロボット2のアーム駆動部26、作業ヘッド駆動部28および角速度センサー20と電氣的に接続され、これらの各部の作動を制御する制御部30を有する。ロボット2と制御装置3とは、ケーブルで電氣的に接続されている。ただし、ロボット2と制御装置3とは、有線方式の接続に限らず、例えば、ケーブルを省略し、無線方式で接続してもよい。また、制御装置3は、ロボット2にその一部または全部が内蔵されていてもよい。

【0033】

制御装置3(制御部30)としては、例えば、プロセッサの一例であるCPU(Central Processing Unit)が内蔵されたコンピューター(PC)等で構成することができる。これにより、制御装置3は、ロボット2の各部を制御することができる。

10

【0034】

また、図3に示すように、制御装置3は、各種情報(諸条件)を記憶する記憶部39と、各種情報(諸条件)を入力する入力部38と、を備えている。

【0035】

記憶部39には、例えば、ロボット2を動作させるプログラムや、入力部38を介して入力された情報等を記憶することができる。

【0036】

入力部38は、ロボット2の動作に必要な情報を入力することができる。この入力部38としては、特に限定されず、例えば、キーボードやタッチパネル等で構成することができる。

20

【0037】

次に、スプラインシャフト253の第3角速度検出軸A3周りの振動抑制制御について説明する。

【0038】

第2アーム24は、第2軸J2周りに所定角度回動して停止した際に、第3角速度検出軸A3周り、すなわち、ロール方向に振動する。そして、第2アーム24の先端部に設けられたスプラインシャフト253も、この第2アーム24とともに、第3角速度検出軸A3周りに振動することとなる。角速度センサー20では、この第3角速度検出軸A3周りの振動と等価な角速度 ω_{A3} を検出することができる。

30

【0039】

また、前述したように、スプラインシャフト253は、第3軸J3方向に沿って移動することができる。図2に示すように、スプラインシャフト253には、第3軸J3方向に移動する際の基準点P0が設定されている。この基準点P0としては、スプラインシャフト253上の任意の点とすることができるが、例えば、スプラインシャフト253が上方への限界位置に位置したときの、スプラインシャフト253の下端とするのが好ましい。

【0040】

また、スプラインシャフト253には、エンドエフェクター4側の制御点P1が設定されている。制御点P1は、スプラインシャフト253が第3角速度検出軸A3周りに振動したときに、その振動の影響をできる限り抑えたい(振動を最も抑制したい)制振対象点である。制御点P1としては、基準点P0と異なるスプラインシャフト253上の任意の点とすることができるが、例えば、スプラインシャフト253の第3軸J3方向の位置に関わらず、スプラインシャフト253の下端とするのが好ましい。

40

【0041】

そして、スプラインシャフト253は、第3軸J3方向に移動した際の移動量に応じて、基準点P0と制御点P1との距離(以下この距離を「スプライン長」と言う)Dが変化するものとなっている。例えば、スプラインシャフト253が上方への限界位置に位置したときのスプライン長Dは、最小、すなわち、零となる。また、スプラインシャフト253が下方への限界位置に位置したときのスプライン長Dは、最大となる。

【0042】

50

第2アーム24が第3角速度検出軸A3周りに振動した際、その振動が大きければ大きい程、制御点P1での振幅(変位量)も大きくなり、その結果、制御点P1の位置が定まらないおそれがある(図6参照)。そして、この状態で、例えば、エンドエフェクター4で対象物Wを把持しようとしても、その把持を行うことが困難となるおそれがある。

【0043】

そこで、制御装置3では、スプラインシャフト253の第3角速度検出軸A3周りの振動の抑制を行い、この抑制により、制御点P1の位置をできる限り一定に維持するよう制御可能に構成されている。

【0044】

このような構成として、制御装置3の制御部30は、図4に示すように、位置制御部32と、速度制御部33と、微分回路35と、を有している。

【0045】

位置制御部32は、例えば予め記憶部39に記憶されている位置指令に基づいて第2アーム24の第2軸J2周りに回動させるモーター271への速度指令を生成する部分である。

【0046】

速度制御部33は、位置制御部32で生成された速度指令に基づいてモーター271を駆動する電流指令を生成する部分である。

【0047】

微分回路35は、エンコーダー272からの出力によって得られた第2アーム24のJ2周りの回動角度を微分する部分である。この微分されることにより生成された指令(角速度指令)は、速度制御部33に入力されて、モーター271を駆動する電流指令に重畳される。

【0048】

なお、図4に示すように、ロボット2には、第1アーム23の第1軸J1周りの回転(回動)による外乱振動が入ってきてもよい。

【0049】

また、制御部30は、感度補正部36と、スプライン長反映部37と、を有している。

感度補正部36は、角速度センサー20から出力された第3角速度検出軸A3周りの角速度 A_3 を補正する部分である。この補正として、本実施形態では、角速度 A_3 に係数(第1係数) k_1 を乗じる。なお、係数 k_1 は、0を超える任意の数値である。そして、角速度 A_3 に係数 k_1 が乗じられた第1制御量(指令)SG1がスプライン長反映部37に入力される。

【0050】

例えば、 $0 < k_1 < 1$ の場合、角速度 A_3 は、感度補正部36で減少される。これに対し、感度補正部36での補正を省略した場合には、角速度 A_3 がそのままの大きさで、すなわち、減少されずに速度制御部33に入力されてしまい、その結果、第2アーム24の第2軸J2周りの円滑な回動が困難となるおそれがある。

【0051】

スプライン長反映部37は、スプラインシャフト253の第3角速度検出軸A3周りの振動抑制制御に、スプライン長Dの影響分を反映させる部分である。当該振動抑制制御は、スプライン長Dが大きければ大きい程、スプライン長Dから受ける影響が大きくなる。そのため、スプライン長Dの大きさを考慮するのが好ましく、制御部30は、スプライン長反映部37を有している。スプライン長反映部37は、スプライン長Dの大きさに応じた係数 k_2 を第1制御量SG1に乗じる。そして、第1制御量SG1に係数 k_2 が乗じられた第2制御量(指令)SG2は、速度制御部33に入力されて、モーター271を駆動する電流指令に重畳される。なお、係数 k_2 は、例えば、スプライン長Dと、スプラインシャフト253の第3角速度検出軸A3周りの振動との関係を示す検量線から求められる。この検量線は、例えば、予めシミュレーションまたは実験により求められており、記憶部39に記憶されている。

10

20

30

40

50

【0052】

このようなフィードバック制御によって、モーター271は、位置指令および速度指令に合った駆動状態となる。そして、この駆動状態は、スプラインシャフト253の第3角速度検出軸A3周りの振動の抑制を行うことができる状態となっている。これにより、制御点P1の振幅が相殺されて、制御点P1の位置が定まることとなる。

【0053】

前述したように、アーム（ロボットアーム）22は、基台21に連結された第1アーム23と、第1アーム23に連結された第2アーム24と、を有している。また、アーム駆動部（駆動部）26は、第1アーム23を、その回動軸としての第1軸（第1回動軸）J1周りに回動させるモーター（第1モーター）261と、第2アーム24を、その回動軸としての第2軸（第2回動軸）J2周りに回動させるモーター（第2モーター）271と、を有するものである。

10

【0054】

また、前述したように、制御部30は、第2アーム24が第2軸J2周りに回動した際に、角速度 ω_3 に基づいてアーム駆動部26のモーター（第2モーター）271に対しフィードバック制御を行うことができる。そして、図5に示すように、このフィードバック制御により、制御部30は、スプラインシャフト253に生じるエンドエフェクター4側の制御点P1の振動（振幅）を、エンドエフェクター4と反対側、すなわち、基準点P0の振動（振幅）よりも抑制することができる。

20

【0055】

これにより、図5に示すように、制御点P1の位置が一定に維持され、よって、エンドエフェクター4で対象物Wを把持する際、その把持を安定して行うことができる。

【0056】

なお、制御点P1の位置は、図5に示す状態では一定に維持されているが、例えば、角速度センサー20の配置位置等の諸条件によっては、図5に示す状態よりも若干大きく（対象物Wの把持を阻害しない程度に）変位することがある。

【0057】

また、このフィードバック制御が省略された場合には、図6に示す状態となる。図6に示す状態では、制御点P1の位置が著しく変位しており、この状態で、エンドエフェクター4で対象物Wを把持しようとしても、その把持を行うことが困難となるおそれがある。

30

【0058】

また、このフィードバック制御は、ロボット2のような、CP（Compliance Pass）動作を行う水平多関節ロボット（スカラロボット）に適している。

【0059】

前述したように、スプラインシャフト（シャフト）253には、第2軸J2（回動軸）と平行な第3軸J3方向に移動する際の基準点P0が設定されている。このスプラインシャフト（シャフト）253は、第2軸J2（回動軸）と平行な第3軸J3方向に移動した際の移動量に応じて、基準点P0と制御点P1とのスプライン長（距離）Dが変化するものである（図2参照）。そして、制御部30は、スプライン長（距離）Dに関する情報をフィードバック制御に用いている。

40

【0060】

スプライン長Dは、大きければ大きい程、スプラインシャフト253の第3角速度検出軸A3周りの振動抑制制御に影響を与える。そのため、スプライン長Dに関する情報をフィードバック制御に用いていることにより、振動抑制制御は、スプライン長Dの大きさを考慮した制御となる。これにより、制御点P1の位置の一定化に寄与する。

【0061】

また、入力部38を介して、スプライン長（距離）Dに関する情報を入力することができる。すなわち、制御装置3は、スプライン長（距離）Dに関する情報を入力する入力部38を備えている。これにより、スプライン長Dに関する情報を変更したい場合、その変更を迅速に行うことができる。また、この変更により、係数k2も変更される。

50

【0062】

図7は、本実施形態についてハードウェア（プロセッサ）を中心として説明するためのブロック図である。図7には、ロボット2とコントローラ61とコンピューター62が接続されたロボットシステム1Aの全体構成が示されている。ロボット2の制御は、コントローラ61にあるプロセッサによりメモリーにある指令を読み出して実行されてもよいし、コンピューター62に存在するプロセッサによりメモリーにある指令を読み出してコントローラ61を介して実行されてもよい。従って、コントローラ61とコンピューター62とのいずれか一方または両方を「制御装置」として捉えることができる。

【0063】

図8は、本発明のロボットシステムの他の例1（変形例1）を示すブロック図である。図8には、ロボット2に直接コンピューター63が接続されたロボットシステム1Bの全体構成が示されている。ロボット2の制御は、コンピューター63に存在するプロセッサによりメモリーにある指令を読み出して直接実行される。従って、コンピューター63を「制御装置」として捉えることができる。

10

【0064】

図9は、本発明のロボットシステムの他の例2（変形例2）を示すブロック図である。図9には、コントローラ61が内蔵されたロボット2とコンピューター66が接続され、コンピューター66がLAN等のネットワーク65を介してクラウド64に接続されているロボットシステム1Cの全体構成が示されている。ロボット2の制御は、コンピューター66に存在するプロセッサによりメモリーにある指令を読み出して実行されてもよいし、クラウド64上に存在するプロセッサによりコンピューター66を介してメモリーにある指令を読み出して実行されてもよい。従って、コントローラ61とコンピューター66とクラウド64とのいずれか1つ、または、いずれか2つ、または、3つ（全体）を「制御装置」として捉えることができる。

20

【0065】

以上、本発明の制御装置、ロボットおよびロボットシステムを図示の実施形態について説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、制御装置、ロボットおよびロボットシステムを構成する各部は、同様の機能を発揮し得る任意の構成のものとして置換することができる。また、任意の構成物が付加されていてもよい。

30

【0066】

また、前記実施形態では、ロボットの基台の固定箇所は、例えば、設置スペースにおける床であるが、本発明では、これに限定されず、この他、例えば、天井、壁、作業台、地上等が挙げられる。また、基台自体が移動可能であってもよい。また、本発明では、ロボットは、セル内に設置されていてもよい。この場合、ロボットの基台の固定箇所としては、例えば、セルの床部、天井部、壁部、作業台等が挙げられる。

【0067】

また、前記実施形態では、ロボット（基台）が固定される平面（面）である第1面は、水平面と平行な平面（面）であるが、本発明では、これに限定されず、例えば、水平面や鉛直面に対して傾斜した平面（面）でもよく、また、鉛直面と平行な平面（面）であってもよい。すなわち、第1～第3軸は、鉛直方向に対して傾斜していてもよい。

40

【0068】

また、前記実施形態では、ロボットアームの回動軸の数は、2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動軸の数は、1つであってもよいし、3つ以上であってもよい。すなわち、前記実施形態では、アームの数は、2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、1つであってもよいし、3つ以上であってもよい。また、プロセッサは、1つの装置で構成されていてもよく、また、複数の装置で構成されていてもよい、すなわち、複数の単位プロセッサに分かれていてもよい。

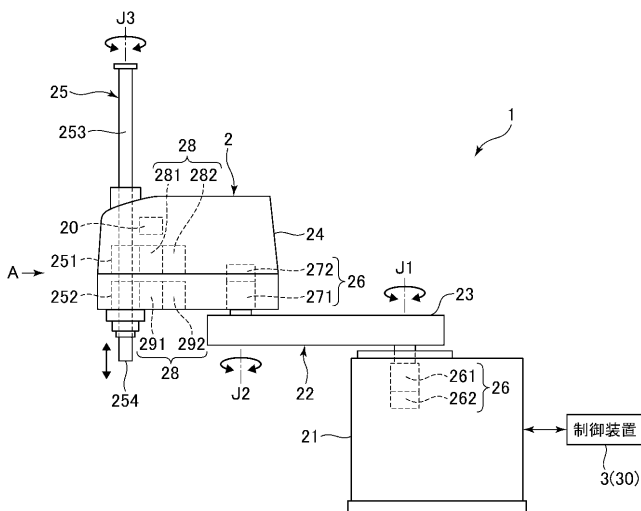
【符号の説明】

【0069】

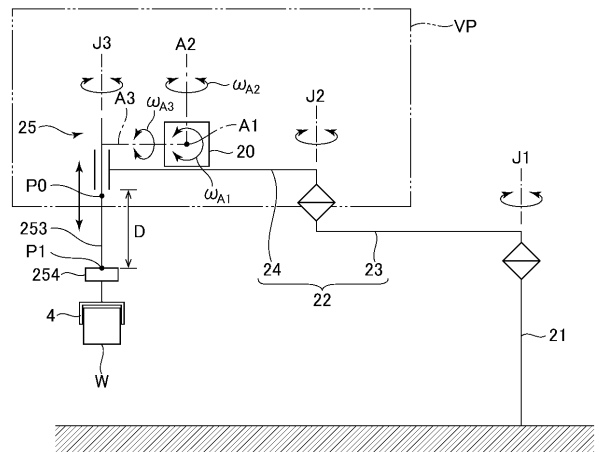
50

1 ... ロボットシステム、1 A ... ロボットシステム、1 B ... ロボットシステム、1 C ... ロボットシステム、2 ... ロボット、2 0 ... 角速度センサー、2 1 ... 基台、2 2 ... アーム (ロボットアーム)、2 3 ... 第1アーム、2 4 ... 第2アーム、2 5 ... 作業ヘッド、2 5 1 ... スプラインナット、2 5 2 ... ボールネジナット、2 5 3 ... スプラインシャフト (シャフト)、2 5 4 ... ペイロード、2 6 ... アーム駆動部 (駆動部)、2 6 1 ... モーター (第1モーター)、2 6 2 ... エンコーダー、2 7 1 ... モーター (第2モーター)、2 7 2 ... エンコーダー、2 8 ... 作業ヘッド駆動部、2 8 1 ... モーター、2 8 2 ... エンコーダー、2 9 1 ... モーター、2 9 2 ... エンコーダー、3 ... 制御装置、3 0 ... 制御部、3 2 ... 位置制御部、3 3 ... 速度制御部、3 5 ... 微分回路、3 6 ... 感度補正部、3 7 ... スプライン長反映部、3 8 ... 入力部、3 9 ... 記憶部、4 ... エンドエフェクター、6 1 ... コントローラー、6 2 ... コンピューター、6 3 ... コンピューター、6 6 ... コンピューター、6 4 ... クラウド、6 5 ... ネットワーク、D ... スプライン長 (距離)、J 1 ... 第1軸 (第1回動軸)、J 2 ... 第2軸 (第2回動軸)、J 3 ... 第3軸、A 1 ... 第1角速度検出軸、A 2 ... 第2角速度検出軸、A 3 ... 第3角速度検出軸、k 1 ... 係数 (第1係数)、k 2 ... 係数 (第2係数)、P 0 ... 基準点、P 1 ... 制御点、S G 1 ... 第1制御量 (指令)、S G 2 ... 第2制御量 (指令)、V P ... 仮想平面、W ... 対象物、 A_1 ... 角速度 (第1角速度)、 A_2 ... 角速度 (第2角速度)、 A_3 ... 角速度 (第3角速度)

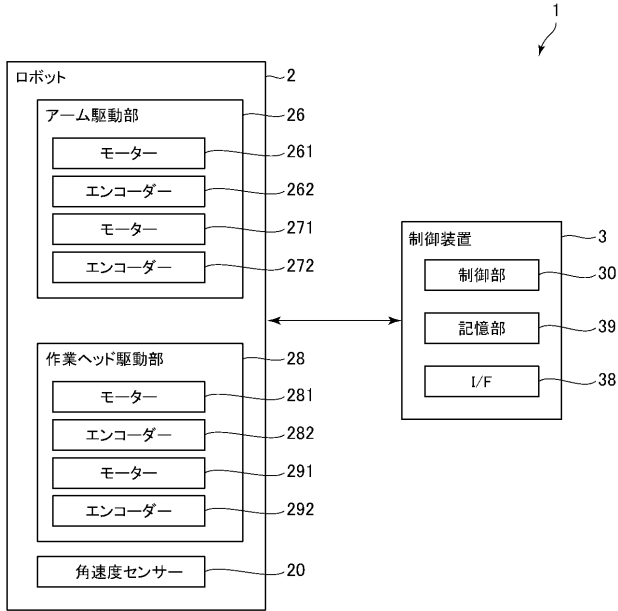
【図1】



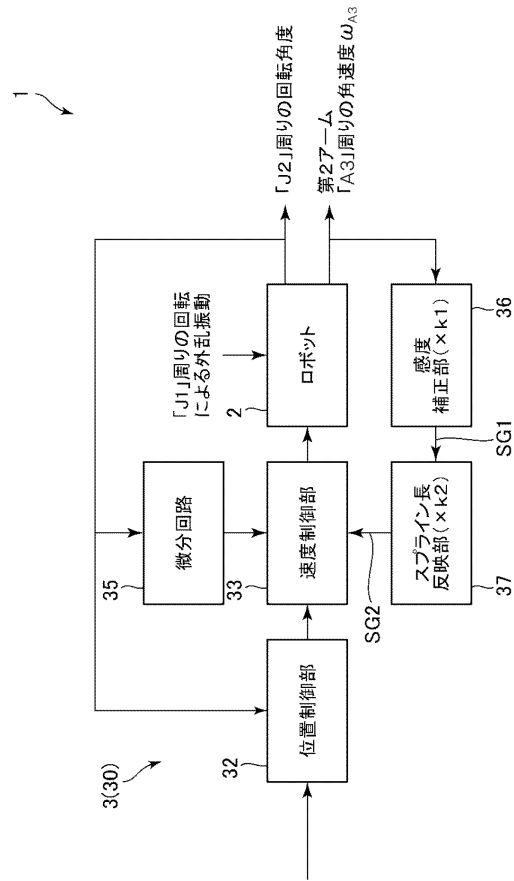
【図2】



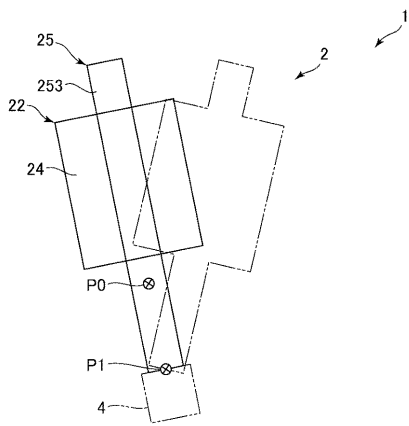
【 図 3 】



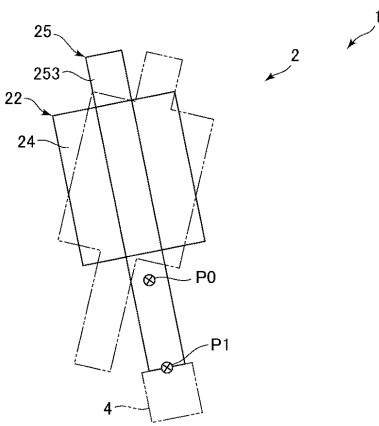
【 図 4 】



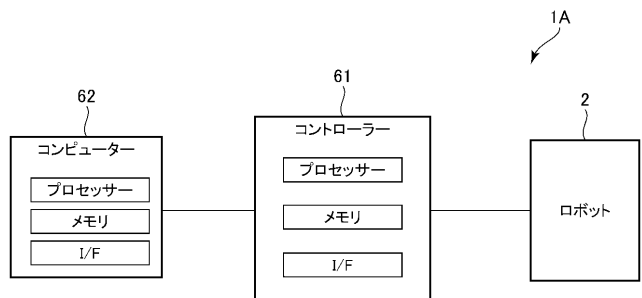
【 図 5 】



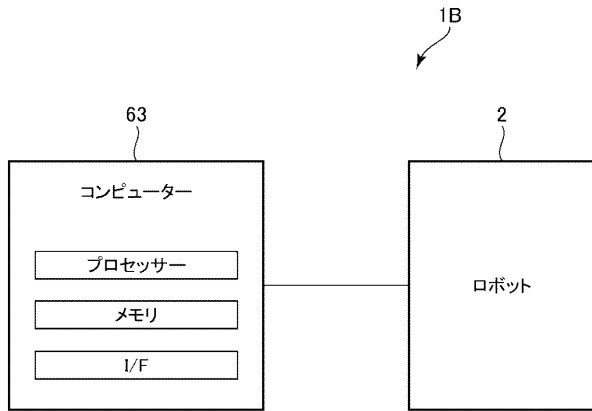
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】

