

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7393880号
(P7393880)

(45)発行日 令和5年12月7日(2023.12.7)

(24)登録日 令和5年11月29日(2023.11.29)

(51)国際特許分類

F I

B 2 5 J 19/06 (2006.01)

B 2 5 J 19/06

H 0 1 L 21/677(2006.01)

H 0 1 L 21/68

A

請求項の数 7 (全18頁)

(21)出願番号	特願2019-109675(P2019-109675)	(73)特許権者	000002233
(22)出願日	令和1年6月12日(2019.6.12)		ニデックインスツルメンツ株式会社
(65)公開番号	特開2020-199616(P2020-199616 A)	(74)代理人	長野県諏訪郡下諏訪町 5 3 2 9 番地 110002505
(43)公開日	令和2年12月17日(2020.12.17)		弁理士法人航栄事務所
審査請求日	令和4年5月13日(2022.5.13)	(72)発明者	中村 和博
			長野県諏訪郡下諏訪町 5 3 2 9 番地 日 本電産サンキョー株式会社内
		(72)発明者	奥村 宏克
			長野県諏訪郡下諏訪町 5 3 2 9 番地 日 本電産サンキョー株式会社内
		(72)発明者	尾辻 淳
			長野県諏訪郡下諏訪町 5 3 2 9 番地 日 本電産サンキョー株式会社内
		審査官	神山 貴行

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ロボットの制御装置、ロボットの制御方法、ロボットの制御プログラム、及びロボット

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第一方向に延びる回転軸の回りに回転するモータをそれぞれ含む複数の関節部と、アーム部と、ハンド部と、を有し、前記複数の関節部の各々に含まれる前記モータの回転によって、前記回転軸に垂直な面に沿った方向に前記ハンド部を移動させるロボットの制御装置であって、

前記関節部において生じた異常を検知する異常検知部と、

前記モータに制動力を与えて当該モータの回転を停止させるブレーキ制御を実行させる制御部と、を備え、

前記制御部は、前記複数の関節部のうちのいずれか 1 つにおける前記異常が検知された場合には、前記異常が検知されたタイミングに同期させて、前記複数の関節部の各々にて同じタイミングで前記ブレーキ制御を開始させ、前記ロボットの動作停止要求を受けた場合には、予め決められたプログラムに従って前記複数の関節部の各々の前記モータの動作を所定時間継続させた後に、前記複数の関節部の各々に同じタイミングにて前記ブレーキ制御を開始させるロボットの制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載のロボットの制御装置であって、

前記ブレーキ制御は、前記モータのコイル端子間を短絡することで当該モータに対して制動力を発生させるダイナミックブレーキによって当該モータを停止させる制御であり、かつ、前記モータの前記コイル端子間を短絡させる制動期間と当該コイル端子間を短絡さ

せない非制動期間とを交互に切替える制御を行って当該モータの制動力を変更可能な制御であり、

前記制動期間と前記非制動期間を合わせた期間における前記制動期間の割合であるデューティ比を、前記複数の関節部の各々のモータにて同じ値に制御するロボットの制御装置。

【請求項 3】

請求項 2 記載のロボットの制御装置であって、

前記動作停止要求を受けて行われる前記ブレーキ制御における前記デューティ比と、前記異常が検知された場合に行われる前記ブレーキ制御における前記デューティ比は同じ値に制御されるロボットの制御装置。

10

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 記載のロボットの制御装置であって、

前記ブレーキ制御時における前記デューティ比を、0 % よりも大きい値から 100 % まで直線的に上昇させて 100 % に保持するロボットの制御装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載のロボットの制御装置と、

前記複数の関節部と、

前記アーム部と、

前記ハンド部と、を備えるロボット。

【請求項 6】

20

第一方向に延びる回転軸の回りに回転するモータをそれぞれ含む複数の関節部と、アーム部と、ハンド部と、を有し、前記複数の関節部の各々に含まれる前記モータの回転によって、前記回転軸に垂直な面に沿った方向に前記ハンド部を移動させるロボットの制御方法であって、

前記関節部において生じた異常を検知する異常検知ステップと、

前記モータに制動力を与えて当該モータの回転を停止させるブレーキ制御を実行させる制御ステップと、を備え、

前記制御ステップは、前記複数の関節部のうちのいずれか 1 つにおける前記異常が検知された場合には、前記異常が検知されたタイミングに同期させて、前記複数の関節部の各々にて同じタイミングで前記ブレーキ制御を開始させ、前記ロボットの動作停止要求を受けた場合には、予め決められたプログラムに従って前記複数の関節部の各々の前記モータの動作を所定時間継続させた後に、前記複数の関節部の各々に同じタイミングにて前記ブレーキ制御を開始させるロボットの制御方法。

30

【請求項 7】

第一方向に延びる回転軸の回りに回転するモータをそれぞれ含む複数の関節部と、アーム部と、ハンド部と、を有し、前記複数の関節部の各々に含まれる前記モータの回転によって、前記回転軸に垂直な面に沿った方向に前記ハンド部を移動させるロボットの制御プログラムであって、

前記関節部において生じた異常を検知する異常検知ステップと、

前記モータに制動力を与えて当該モータの回転を停止させるブレーキ制御を実行させる制御ステップと、をコンピュータに実行させるためのロボットの制御プログラムであり、

40

前記制御ステップは、前記複数の関節部のうちのいずれか 1 つにおける前記異常が検知された場合には、前記異常が検知されたタイミングに同期させて、前記複数の関節部の各々にて同じタイミングで前記ブレーキ制御を開始させ、前記ロボットの動作停止要求を受けた場合には、予め決められたプログラムに従って前記複数の関節部の各々の前記モータの動作を所定時間継続させた後に、前記複数の関節部の各々に同じタイミングにて前記ブレーキ制御を開始させるロボットの制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、複数の関節部の各々のモータに対しその回転を停止させるブレーキ制御を行う制御部を有するロボットの制御装置、そのロボットの制御方法、そのロボットの制御プログラム、及びその制御装置を備えるロボットに関する。

【背景技術】

【0002】

従来の産業用ロボット（以下「ロボット」ともいう。）として、液晶ディスプレイ用のガラス基板などを搬送するものが知られている（例えば、特許文献1参照）。特許文献1のロボットは、モータの回転軸が上下方向に延びており、その各々のモータが回転駆動されることで、ハンド部をその回転軸に垂直な平面に沿った方向に移動させる、いわゆる水平多関節ロボット（スカラ型ロボット）として構成されている。

10

【0003】

また、上記特許文献1のロボットも含め一般的なロボットにおいては、関節部のモータを駆動制御するための制御装置がさらに設けられる。従来の制御装置として、関節部に異常が検知された場合に、その関節部のモータに対しその回転を停止させるブレーキ制御を行う機能を備えるものが知られている（例えば、特許文献2及び特許文献3参照）。特許文献2のロボットの制御装置では、ダイナミックブレーキと機械ブレーキとを併用して速やかにモータを停止させている。特許文献3のロボットの制御装置では、モータの速度指令を「0」として速度制御のみを実行し、モータに最大トルクを発生させて停止させている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2018-15839号公報

【文献】特開2012-55981号公報

【文献】特開平10-277887号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1のような水平多関節ロボットでは、異常検知時、軌跡制御を行いながら停止する。しかしながら、上記特許文献2、3のようなブレーキ制御を用い、駆動制御されている回転軸のみを停止させた場合には、複数の関節の各々の回転軸はばらばらに（互いに協調せずに）停止することになる。そのため、ロボットのハンド部は適切な軌跡を維持できず、その停止に起因してロボットが不測の挙動を取った場合、その他の周囲装置に衝突する可能性がある。つまり、上記特許文献1のロボットでは、複数の関節部のいずれかで異常が検知された場合のブレーキ制御について、改善の余地があった。

30

【0006】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、ハンド部の軌跡を適切に維持しながら安全に停止して、いずれかの関節部に異常が検知された場合でも、ロボットと周囲装置との不測の衝突を回避することができるロボットの制御装置、ロボットの制御方法、ロボットの制御プログラム、及びロボットを提供することを目的としている。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

（1）

第一方向（例えば後述の実施形態の上下方向）に延びる回転軸の回りに回転するモータ（例えば後述の実施形態のモータ30）をそれぞれ含む複数の関節部と、アーム部と、ハンド部と、を有し、前記複数の関節部の各々に含まれる前記モータの回転によって、前記回転軸に垂直な面に沿った方向に前記ハンド部を移動させるロボットの制御装置であって、前記関節部において生じた異常を検知する異常検知部と、

前記複数の関節部のうちのいずれか1つにおける前記異常が検知された場合には、前記モータに制動力を与えて当該モータの回転を停止させるブレーキ制御を、前記複数の関節

50

部の各々にて同じタイミングで実行させる制御部（例えば後述の実施形態の中央制御部 71）と、を備えるロボットの制御装置。

【0008】

（1）のロボットでは、ハンド部を移動させるための全ての関節部の回転軸が同時に停止されるため、ハンド部の軌跡を適切に維持しながら安全に停止して、いずれかの関節部に異常が検知された場合でも、ロボットと周囲装置との不測の衝突を回避することができる。

【0009】

（2）

（1）記載のロボットの制御装置であって、

前記ブレーキ制御時において前記複数の関節部の各々の前記モータに与える制動力は同じに制御されるロボットの制御装置。

【0010】

（2）のように構成すると、同じ制御量で関節部の回転軸を停止させるので、ハンド部の軌跡をより安定化させることができる。

【0011】

（3）

（1）又は（2）記載のロボットの制御装置であって、

前記制御部は、前記ブレーキ制御を実行させるタイミングを、前記異常が検知されたタイミングに同期させるロボットの制御装置。

【0012】

（3）のように構成すると、ハンド部の軌跡を適切に維持しながら迅速に停止して進行中の軌跡を最低限で終了させ、これにより、ロボットの安全性をより高めることができる。

【0013】

（4）

（1）から（3）のいずれか1つに記載のロボットの制御装置であって、

前記ブレーキ制御は、前記モータのコイル端子間を短絡することで当該モータに対して制動力を発生させるダイナミックブレーキによって当該モータを停止させる制御であり、かつ、前記モータの前記コイル端子間を短絡させる制動期間と当該コイル端子間を短絡させない非制動期間とを交互に切替える制御を行って当該モータの制動力を変更可能な制御であり、

前記制動期間と前記非制動期間を合わせた期間における前記制動期間の割合であるデューティ比を、前記複数の関節部の各々のモータにて同じ値に制御するロボットの制御装置。

【0014】

（4）のように構成すると、デューティ比が複数の関節部の各々のモータにて同じ値に制御されるので、ハンド部の軌跡をより安定化させることができる。

【0015】

（5）

（4）記載のロボットの制御装置であって、

前記制御部は、前記ロボットの動作停止要求を受けた場合には、予め決められたプログラムに従って前記複数の関節部の各々の前記モータの動作を所定時間継続させた後に、前記複数の関節部の各々に同じタイミングにて前記ブレーキ制御を開始させ、

前記動作停止要求を受けて行われる前記ブレーキ制御における前記デューティ比と、前記異常が検知された場合に行われる前記ブレーキ制御における前記デューティ比は同じ値に制御されるロボットの制御装置。

【0016】

（5）のように構成すると、動作停止要求を受けて行われるブレーキ制御による停止、及び異常が検知された場合に行われるブレーキ制御の両方で、最低時間で迅速且つ安定的にロボットを停止させることができる。どちらの場合でもデューティ比を同じに制御す

10

20

30

40

50

るので、制御のためのプログラムを簡素化できる。

【 0 0 1 7 】

(6)

(4) 又は (5) 記載のロボットの制御装置であって、

前記ブレーキ制御時における前記デューティ比を、 0 % よりも大きい値から 1 0 0 % まで直線的に上昇させて 1 0 0 % に保持するロボットの制御装置。

【 0 0 1 8 】

(6) のように構成すると、デューティ比を直線的に上昇させるため、制御量の変化を一定にしながらロボットを迅速且つ安全に停止することができる。

【 0 0 1 9 】

(7)

(1) から (6) のいずれか 1 つに記載のロボットの制御装置と、

前記複数の関節部と、

前記アーム部と、

前記ハンド部と、を備えるロボット。

【 0 0 2 0 】

(7) のように構成すると、ハンド部の軌跡を適切に維持しながら安全に停止して、いずれかの関節部に異常が検知された場合でも、ロボットと周囲装置との不測の衝突を回避するロボットを提供することができる。

【 0 0 2 1 】

(8)

第一方向に延びる回転軸の回りに回転するモータをそれぞれ含む複数の関節部と、アーム部と、ハンド部と、を有し、前記複数の関節部の各々に含まれる前記モータの回転によって、前記回転軸に垂直な面に沿った方向に前記ハンド部を移動させるロボットの制御方法であって、

前記関節部において生じた異常を検知する異常検知ステップと、

前記複数の関節部のうちのいずれか 1 つにおける前記異常が検知された場合に、前記モータに制動力を与えて当該モータの回転を停止させるブレーキ制御を、前記複数の関節部の各々にて同じタイミングで実行させる制御ステップと、を備えるロボットの制御方法。

【 0 0 2 2 】

(8) のように構成すると、ハンド部の軌跡を適切に維持しながら安全に停止して、いずれかの関節部に異常が検知された場合でも、ロボットと周囲装置との不測の衝突を回避することができる。

【 0 0 2 3 】

(9)

第一方向に延びる回転軸の回りに回転するモータをそれぞれ含む複数の関節部と、アーム部と、ハンド部と、を有し、前記複数の関節部の各々に含まれる前記モータの回転によって、前記回転軸に垂直な面に沿った方向に前記ハンド部を移動させるロボットの制御プログラムであって、

前記関節部において生じた異常を検知する異常検知ステップと、

前記複数の関節部のうちのいずれか 1 つにおける前記異常が検知された場合に、前記モータに制動力を与えて当該モータの回転を停止させるブレーキ制御を、前記複数の関節部の各々にて同じタイミングで実行させる制御ステップと、をコンピュータに実行させるためのロボットの制御プログラム。

【発明の効果】

【 0 0 2 4 】

本発明によれば、ハンド部の軌跡を適切に維持しながら安全に停止して、いずれかの関節部に異常が検知された場合でも、ロボットと周囲装置との不測の衝突を回避することができる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

【図 1】本発明の実施の形態に係る産業用ロボットの平面図である。

【図 2】図 1 に示す産業用ロボットの側面図である。

【図 3】図 2 の E 部の概略構成を説明する断面図である。

【図 4】図 2 の F 部の概略構成を説明する断面図である。

【図 5】図 1 の産業用ロボットを駆動制御する制御装置のブロック図である。

【図 6】図 5 の駆動回路の概略構成を説明するブロック図である。

【図 7】図 5 の制御装置が行うブレーキ制御の第 1 モードを説明するタイミングチャートである。

【図 8】図 5 の制御装置が行うブレーキ制御の第 2 モードを説明するタイミングチャートである。

10

【図 9】図 5 の制御装置が行うブレーキ制御でのデューティ比の時間変化を説明するグラフである。

【図 10】本発明の実施の形態に係る産業用ロボットの変形例の側面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 6 】

以下、図面を参照しながら、本発明に係る実施の形態を説明する。

【 0 0 2 7 】

(産業用ロボットの概略構成)

まず図 1 ~ 図 4 を参照して、本発明の実施の形態に係る産業用ロボット 1 の構成についてその概略を説明する。図 1 は、本発明の実施の形態に係る産業用ロボット 1 の平面図である。図 2 は、図 1 に示す産業用ロボット 1 の側面図である。図 3 は、図 2 の E 部の概略構成を説明する断面図である。図 4 は、図 2 の F 部の概略構成を説明する断面図である。

20

【 0 0 2 8 】

図 1 及び図 2 に示すように、本形態の産業用ロボット 1 (以下「ロボット 1」ともいう。)は、搬送対象物である液晶ディスプレイ用のガラス基板 2 (以下「基板 2」ともいう。)を搬送するための水平多関節ロボットであり、組立ラインや製造ラインに配置されて使用される。本形態のロボット 1 は、大型の基板 2 の搬送に最適である。

【 0 0 2 9 】

また、本形態のロボット 1 は、基板 2 が搭載される 2 個の第 1 ハンド部 3 及び第 2 ハンド部 4 (図 2 参照)と、第 1 ハンド部 3 及び第 2 ハンド部 4 のそれぞれが先端側に回動可能に連結される 2 個の第 2 アーム部 5 及び第 3 アーム部 6 と、第 2 アーム部 5 及び第 3 アーム部 6 の基端側それぞれが第 2 関節部 5 a 又は第 3 関節部 6 a を介して回動可能に連結される共通アーム部としての第 1 アーム部 7 と、第 1 アーム部 7 が第 1 関節部 7 a (図 2 参照)を介して回動可能に連結される本体部 10 と、を備える。

30

【 0 0 3 0 】

図 2 に示すように、第 1 ハンド部 3 は、第 2 アーム部 5 の先端側に回動可能に連結されている。第 2 ハンド部 4 は、第 3 アーム部 6 の先端側に回動可能に連結されている。第 1 ハンド部 3 は、第 2 ハンド部 4 よりも下側に配置される。第 2 アーム部 5 は、第 1 ハンド部 3 よりも下側に配置される。第 3 アーム部 6 は、第 2 ハンド部 4 よりも上側に配置される。第 1 アーム部 7 は、第 2 アーム部 5 よりも下側に配置される。すなわち、第 2 アーム部 5 及び第 3 アーム部 6 は、第 1 アーム部 7 よりも上側に配置される。また、第 1 アーム部 7 は、本体部 10 よりも上側に配置される。

40

【 0 0 3 1 】

本体部 10 は、上下方向を回動の軸方向として第 1 アーム部 7 を回動させるための回動軸 (不図示) と、この回動軸を回動させる第 1 回動機構 (不図示) と、この第 1 回動機構と一緒に第 1 アーム部 7 を昇降させる昇降機構 (不図示) と、第 1 回動機構や昇降機構が収容されるケース体 11 と、を備える。第 1 回動機構は、後述する第 2 回動機構 18 及び第 3 回動機構 19 と同様に構成されており、モータ 30 と減速機 31 などが搭載される。

なお、本形態のロボット 1 で用いられるモータ 30 は、三相コイルを有する三相モータ

50

である。下述する第2関節部5aと第3関節部6aのモータ30も同様である。

【0032】

このケース体11は、有底円筒状に形成されるケース本体12と、ケース本体12の上端の開口を覆う蓋体13と、を有して構成される。蓋体13の中心には、第1アーム部7を回転させるための不図示の回転軸が配置される貫通孔（不図示）が形成される。また、蓋体13には、ケース本体12の径方向の外側に向けて延出する鍔部13aが設けられる。

【0033】

第2ハンド部4は、基板2が搭載される複数のフォーク部8（図1参照）をそれぞれ有する。第2アーム部5及び第3アーム部6は、上面視で細長い長円形状に形成されるとともに上下方向の厚さが薄いブロック状に形成される。第2アーム部5の長さ（図1参照）と第3アーム部6の長さとは等しく設けられる。また、第2アーム部5及び第3アーム部6は、中空状に形成される。本明細書における“上面視”は、上下方向から見た状態をいう。

10

【0034】

第1アーム部7は、上面視で略V形状に形成される。上面視で略V形状の第1アーム部7の中心部分は、本体部10に回転可能に連結される。また、上面視で略V形状の第1アーム部7の一方の先端側に第2アーム部5の基端側が第2関節部5aを介して回転可能に連結され、第1アーム部7の他方の先端側に第3アーム部6の基端側が第3関節部6aを介して回転可能に連結される。

【0035】

第2アーム部5と第1アーム部7との連結部は、第2関節部5aとなっている。第3アーム部6と第1アーム部7との連結部は第3関節部6aとなっている。また、ロボット1は、上述の第1回転機構の他、図3及び図4に示す第2回転機構18及び第3回転機構19を有する。第2回転機構18は、第2アーム部5に対して第1ハンド部3を回転させるとともに第1アーム部7に対して第2アーム部5を回転させる（図3参照）。第3回転機構19は、第3アーム部6に対して第2ハンド部4を回転させるとともに第1アーム部7に対して第3アーム部6を回転させる（図4参照）。

20

【0036】

第1アーム部7は、本体部10に連結される基端部22と、第2アーム部5及び第3アーム部6の基端側のそれぞれが連結される2個の先端部23、24と、2個の先端部23、24のそれぞれと基端部22とを繋ぐ2個の連結部25、26と、を備える。

30

【0037】

本形態では、基端部22と2個の先端部23、24と2個の連結部25、26とによって第1アーム部7が構成される。先端部23には第2アーム部5の基端側が連結され、先端部24には第3アーム部6の基端側が連結される。連結部25は基端部22と先端部23とを繋ぎ、連結部26は基端部22と先端部24とを繋ぐ。

【0038】

基端部22と2個の先端部23、24と2個の連結部25、26とは別体で形成されており、基端部22と2個の先端部23、24と2個の連結部25、26とが一体に固定されることで第1アーム部7が構成される。基端部22と先端部23、24と連結部25、26とは、アルミニウム合金又はステンレス鋼からなる。また、基端部22と先端部23、24と連結部25、26とは中空状に形成されており、第1アーム部7は全体として中空状に形成される。

40

【0039】

基端部22は、上面視で略五角形状のブロック状に形成される。基端部22の下面の中心には、本体部10の回転軸の上端が固定される。先端部23、24は、上面視で略長方形形状のブロック状に形成される。連結部25、26は、細長の筒状のパイプである。連結部25、26の長さは、例えば4[m]に設けられる。

【0040】

連結部25の一端は基端部22にボルト固定され、連結部25の他端は先端部23にボルト固定される。同様に、連結部26の一端は基端部22にボルト固定され、連結部26

50

の他端は先端部 2 4 にボルト固定される。

【 0 0 4 1 】

図 3 に示すように、第 2 関節部 5 a に内蔵される第 2 回動機構 1 8 は、モータ 3 0 と、モータ 3 0 に連結される減速機 3 1 と、を備える。モータ 3 0 は、第 2 アーム部 5 に対して第 1 ハンド部 3 を回動させるとともに第 1 アーム部 7 に対して第 2 アーム部 5 を回動させるためのものである。減速機 3 1 は、減速機 3 1 の出力軸となる回動軸 3 2 と、回動軸 3 2 を回動可能に支持する軸受 3 3 と、回動軸 3 2 の外周側に配置される磁性流体シール 3 4 と、減速機 3 1 の入力軸 3 5 と、を有する。

【 0 0 4 2 】

また、第 2 回動機構 1 8 は、減速機 3 1 の入力軸 3 5 に固定されるプーリ 3 6 と、第 2 アーム部 5 の基端側の内部に配置されるプーリ 3 7 と、第 2 アーム部 5 の先端側の内部に配置されるプーリ 3 8 と、をさらに有する。本形態では、第 1 ハンド部 3 が一定方向を向いた状態で直線的に移動可能なように、プーリ 3 7 のピッチ円径とプーリ 3 8 のピッチ円径との比が 1 : 2 に設定される。

10

【 0 0 4 3 】

モータ 3 0 は、先端部 2 3 に固定される。また、モータ 3 0 は、先端部 2 3 の内部に配置されるとともに減速機 3 1 よりも連結部 2 5 側に配置される。モータ 3 0 はその回転軸の軸心が上下方向に起立するように配置される。モータ 3 0 の回転軸（出力軸）には、プーリ 3 9 が固定される。プーリ 3 6 は入力軸 3 5 の下端に固定されており、プーリ 3 6 とプーリ 3 9 とにゴム製のベルト 4 0 が掛け渡される。プーリ 3 6 , 3 9 及びベルト 4 0 は、先端部 2 3 の内部に配置される。

20

【 0 0 4 4 】

第 2 アーム部 5 の基端側の内部には、プーリ 3 7 を回動可能に支持する支持軸 4 1 が配置される。支持軸 4 1 は鍔付きの円筒状に形成されており、その下端には鍔部 4 1 a が設けられる。また、支持軸 4 1 は第 2 アーム部 5 の基端側の下面部の上側に配置されており、その軸心が第 2 アーム部 5 の下面部から起立するように配置される。本形態では、回動軸 3 2 と支持軸 4 1 と第 2 アーム部 5 の基端側の下面部とが互いにボルト固定される。

【 0 0 4 5 】

プーリ 3 7 は、軸受を介して支持軸 4 1 に回動可能に支持される。また、プーリ 3 7 は、固定部材 4 2 を介して先端部 2 3 に固定される。すなわち、プーリ 3 7 は、固定部材 4 2 を介して第 1 アーム部 7 の一方の先端側に固定される。固定部材 4 2 は、第 2 アーム部 5 及び第 1 アーム部 7 の外部に配置される。

30

【 0 0 4 6 】

第 2 アーム部 5 の先端側の内部には、プーリ 3 8 を回動可能に支持する支持軸 4 3 が固定される。支持軸 4 3 は、その軸心が第 2 アーム部 5 の先端側の下面部から起立するように配置される。プーリ 3 8 は、軸受を介して支持軸 4 3 に回動可能に支持される。また、プーリ 3 8 の上端には、第 1 ハンド部 3 の基端側が固定される。プーリ 3 7 とプーリ 3 8 とには、ベルト 4 4 が架け渡される。また本形態では、上下方向で重畳して配置される 2 本のベルト 4 4 がプーリ 3 7 とプーリ 3 8 とに架け渡される。ベルト 4 4 は鋼板製のスチールベルトからなる。ベルト 4 4 は、プーリ 3 7 , 3 8 にボルト固定される。

40

【 0 0 4 7 】

そして、図 1、図 2 及び図 4 に示すように、第 3 関節部 6 a に内蔵される第 3 回動機構 1 9 も同様に、モータ 3 0 と、モータ 3 0 に連結される減速機 3 1 と、を備える。第 3 回動機構 1 9 のモータ 3 0 は、第 3 アーム部 6 に対して第 2 ハンド部 4 を回動させるとともに第 1 アーム部 7 に対して第 3 アーム部 6 を回動させるためのものである。

なお、第 3 回動機構 1 9 は、第 2 回動機構 1 8 と同様に構成されており、第 3 回動機構 1 9 の構成部分のうち、第 2 回動機構 1 8 と同一又は同等部分については図面に同一又は同等の符号を付してその説明を省略或いは簡略化し、以下その相違部分を中心に説明する。

【 0 0 4 8 】

第 3 回動機構 1 9 の減速機 3 1 は、第 3 関節部 6 a に配置される。第 3 アーム部 6 の基

50

端側の内部には、プーリ 3 7 を回動可能に支持する支持軸 4 1 が配置される。支持軸 4 1 は、第 3 アーム部 6 の基端側の下面部の上側に配置されており、その軸心が第 3 アーム部 6 の下面部から起立するように配置される。第 3 回動機構 1 9 の減速機 3 1 の回動軸 3 2 には回動軸 5 9 が固定されており、この回動軸 5 9 は、第 3 アーム部 6 の基端側の下面部にボルト固定されている。本形態では、回動軸 5 9 と支持軸 4 1 と第 3 アーム部 6 の基端側の下面部とが互いにボルト固定される。また、支持軸 4 1 は、支持軸 4 1 の軸心と回動軸 3 2 の軸心と回動軸 5 9 の軸心と入力軸 3 5 の軸心とが一致するように、回動軸 5 9 に固定される。

【 0 0 4 9 】

第 3 アーム部 6 の基端側の内部に配置されるプーリ 3 7 は、固定部材 6 2 を介して先端部 2 4 に固定される。すなわち、このプーリ 3 7 は、固定部材 6 2 を介して第 1 アーム部 7 の他方の先端側に固定される。固定部材 6 2 は、第 3 アーム部 6 及び第 1 アーム部 7 の外部に配置される。また、固定部材 6 2 は、第 3 関節部 6 a の外部に配置される。

【 0 0 5 0 】

第 3 アーム部 6 の先端側の内部には、プーリ 5 8 を回動可能に支持する支持軸部 6 b が設けられる。支持軸部 6 b は、円筒状に形成されており、第 3 アーム部 6 の先端側の下面部から立ち上がっている。プーリ 5 8 は、軸受を介して支持軸部 6 b に回動可能に支持される。また、プーリ 5 8 の下端には、第 2 ハンド部 4 の基端側が固定される。プーリ 3 7 とプーリ 5 8 とには、上下方向で重なるように配置される 2 本のベルト 4 4 が架け渡されている。ベルト 4 4 は、プーリ 3 7、7 8 にボルト固定される。

【 0 0 5 1 】

このように、第 1 関節部 7 a、第 2 関節部 5 a、第 3 関節部 6 a、モータ 3 0 を含む第 1 回動機構、第 2 回動機構 1 8、第 3 回動機構 1 9、第 1 アーム部 7、第 2 アーム部 5、第 3 アーム部 6、第 1 ハンド部 3 及び第 2 ハンド部 4 が構成される。以下では、第 1 関節部 7 a、第 2 関節部 5 a、及び第 3 関節部 6 a をまとめて関節部 5 a、6 a、7 a 又は単に関節部と記載することもある。また、第 1 アーム部 7、第 2 アーム部 5、第 3 アーム部 6 をまとめて、アーム部 5、6、7 又は単にアーム部と記載することもある。また、第 1 ハンド部 3 及び第 2 ハンド部 4 をまとめてハンド部 3、4 又は単にハンド部と記載することもある。

【 0 0 5 2 】

以上のように、本形態のロボット 1 は、上下方向（第一方向）に延びる回転軸の回りに回転するモータ 3 0 をそれぞれ含む複数の関節部 5 a、6 a、7 a と、アーム部 5、6、7 と、ハンド部 3、4 と、を有して構成される。そして、ロボット 1 は、水平面（モータ 3 0 の回転軸に垂直な面）に沿った方向に第 1 ハンド部 3 及び第 2 ハンド部 4 を移動させることが可能となる。また、第 1 ハンド部 3 及び第 2 ハンド部 4 を所定の目標値に従って軌跡制御（位置制御）するために、ロボット 1 は、上述した第 1 関節部 7 a、第 2 関節部 5 a 及び第 3 関節部 6 a の各々のモータ 3 0 を駆動制御する制御装置 7 0 をさらに備える。このロボット 1 の制御装置 7 0 の構成について、以下説明する。

【 0 0 5 3 】

（ロボットの制御装置の構成）

次に図 5 及び図 6 を参照して、制御装置 7 0 の構成について説明する。図 5 は、図 1 の産業用ロボット 1 を駆動制御する制御装置 7 0 のブロック図である。図 6 は、図 5 の駆動回路 7 4 の概略構成を説明するブロック図である。

【 0 0 5 4 】

図 5 に示すように、制御装置 7 0 は、中央制御部 7 1（制御部）と、第 1～第 3 モータ制御部 7 2 a、7 2 b、7 2 c と、を有して構成される。中央制御部 7 1 は、第 1～第 3 モータ制御部 7 2 a、7 2 b、7 2 c の各々と電氣的に接続されて、これらと通信可能となっている。中央制御部 7 1 は、第 1～第 3 モータ制御部 7 2 a、7 2 b、7 2 c との間で種々の信号や情報のやり取りを行い、第 1～第 3 モータ制御部 7 2 a、7 2 b、7 2 c を統合的に管理する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

制御装置 7 0 を構成する第 1 ～ 第 3 モータ制御部 7 2 a , 7 2 b , 7 2 c はそれぞれ同様な機能を有して構成されており、マイコン 7 3 (異常検知部) と、駆動回路 7 4 と、を有する。第 1 モータ制御部 7 2 a は、本体部 1 0 の第 1 回動機構 (第 1 関節部 7 a) のモータ 3 0 を駆動制御するものであり、例えば第 1 関節部 7 a に内蔵される。第 2 モータ制御部 7 2 b は、第 2 関節部 5 a のモータ 3 0 を駆動制御するものであり、例えば第 2 関節部 5 a に内蔵される。第 3 モータ制御部 7 2 c は、第 3 関節部 6 a のモータ 3 0 を駆動制御するものであり、例えば第 3 関節部 6 a に内蔵される。

【 0 0 5 6 】

中央制御部 7 1 とマイコン 7 3 は、それぞれ、ハードウェアとして演算回路 (不図示) 及びメモリ回路 (不図示) などを含むミニコンピュータシステムで構成される。そして、マイコン 7 3 は、第 1 ～ 第 3 モータ制御部 7 2 a , 7 2 b , 7 2 c の制御指令回路として搭載され、各々のモータ 3 0 に対する制御機能を実現する。中央制御部 7 1 は、各マイコン 7 3 を統括制御してロボット 1 の動作を制御する。

【 0 0 5 7 】

上記の演算回路は、MPU (Micro processing Unit)、CPU (Central Processing Unit)、DSP (Digital Signal Processor)、GPU (Graphical Processing Unit) などを含んでよい。メモリ回路は、演算回路のワーキングメモリとしても使用される。メモリ回路は、一次記憶装置 { 例えば RAM (Random Access Memory) や ROM (Read Only Memory) } を含む。メモリ回路は、二次記憶装置 { 例えば HDD (Hard Disk Drive) や SSD (Solid State Drive) } や三次記憶装置 (例えば光ディスク、SD カード) を含んでよい。メモリ回路は、その他の記憶装置を含んでよい。

【 0 0 5 8 】

マイコン 7 3 のメモリ回路には、モータ 3 0 の駆動制御を行う駆動制御プログラムやモータ 3 0 の回転を停止させるブレーキ制御プログラムなどの種々のプログラムが記憶保持される。マイコン 7 3 の演算回路はそのプログラムを適宜読み出して実行することにより、第 1 ～ 第 3 モータ制御部 7 2 a , 7 2 b , 7 2 c のそれぞれの制御機能を実現される。

【 0 0 5 9 】

中央制御部 7 1 のメモリ回路には、各マイコン 7 3 を統括制御してロボット 1 を制御するためのロボットの制御プログラムなどの種々のプログラムが記憶保持される。中央制御部 7 1 の演算回路はそのプログラムを適宜読み出して実行することにより、第 1 ～ 第 3 モータ制御部 7 2 a , 7 2 b , 7 2 c の各々のマイコン 7 3 を制御する。

【 0 0 6 0 】

エンコーダ 7 6 は、各モータ 3 0 に取り付けられており、モータ 3 0 の回転位置や回転数などを検出する。エンコーダ 7 6 の検出信号はマイコン 7 3 に入力される。第 1 ～ 第 3 モータ制御部 7 2 a , 7 2 b , 7 2 c の各々のマイコン 7 3 は、エンコーダ 7 6 の検出結果や、エンコーダ 7 6 との通信状態などに基づいて、第 1 関節部 7 a、第 2 関節部 5 a 又は第 3 関節部 6 a において生じた異常を検知する。

【 0 0 6 1 】

ここでいう異常は、例えば、エンコーダ 7 6 との通信が行えずにモータ 3 0 の回転位置等が検出不能になっている状態、エンコーダとの通信はできているがエラーが発生している状態、駆動回路 7 4 に含まれるトランジスタの制御が不能になっている状態等、ロボット 1 の制御を継続することが難しくなる状態が発生したことをいう。

【 0 0 6 2 】

マイコン 7 3 は、自機の管理するモータ 3 0 が搭載される関節部の異常を検知した場合には、異常検知信号を中央制御部 7 1 に送信する。この異常検知信号を受けた中央制御部 7 1 は、第 1 ～ 第 3 モータ制御部 7 2 a , 7 2 b , 7 2 c の各々のマイコン 7 3 に対して、第 1 モードでのブレーキ制御を行うよう指示する。中央制御部 7 1 は、第 1 関節部 7 a

10

20

30

40

50

、第2関節部5 a又は第3関節部6 aの異常の有無にかかわらず、動作停止要求を受けた場合には、第1～第3モータ制御部7 2 a, 7 2 b, 7 2 cの各々のマイコン7 3に対して、第2モードでのブレーキ制御を行うよう指示する。各モードのブレーキ制御の詳細は後述する。

【0063】

動作停止要求とは、第1関節部7 a、第2関節部5 a及び第3関節部6 aのいずれかの異常の発生の有無とは関係なく、ロボット1を管理する作業員が操作インタフェースを操作してロボット1を緊急停止するような場合に発生する。例えばロボット1に設けられた緊急停止ボタンが作業員によって押されると、動作停止要求が中央制御部7 1に伝達され、中央制御部7 1から各マイコン7 3に対して、第2モードのブレーキ制御を開始する指令が伝達される。

10

【0064】

(モータの駆動回路の構成)

図6に示すように、駆動回路7 4は、マイコン7 3の制御指令値に基づきモータ3 0の三相コイルに供給する三相駆動電流を制御する。駆動回路7 4は、半導体スイッチング素子としての6個のトランジスタTR 1～TR 6を有する。これら6個のトランジスタTR 1～TR 6は、ブリッジ型に配置される。

【0065】

U相、V相、W相の上段側の切換スイッチとして配置されるトランジスタTR 1～TR 3が電源7 5(直流電源)のプラス側に接続される。U相、V相、W相の下段側の切換スイッチとして配置されるトランジスタTR 4～TR 6が電源7 5のマイナス側に接続される。U相のトランジスタTR 1, TR 4間、V相のトランジスタTR 2, TR 5間、W相のトランジスタTR 3, TR 6間にはそれぞれ各相の出力端子が設定され、各相の出力端子はモータ3 0の各相コイル3 0 u, 3 0 v, 3 0 wに接続される。このように構成されることにより、駆動回路7 4は、マイコン7 3の制御指令値に基づくトランジスタTR 1～TR 6のオンオフ動作により互いに位相差を有する三相駆動電流を生成し、モータ3 0の各相コイル3 0 u, 3 0 v, 3 0 wに供給する。

20

【0066】

ここで、マイコン7 3は、上述したようにその演算回路で駆動制御プログラムを読み出して実行することにより、駆動回路7 4の各トランジスタTR 1～TR 6の制御端子(ゲート)に制御信号を出力する。この出力により、マイコン7 3は、各トランジスタTR 1～TR 6のオンオフ動作を制御し、モータ3 0の回転駆動を制御する。

30

【0067】

本実施形態では、マイコン7 3は、ダイナミックブレーキによってモータ3 0を停止させる。ダイナミックブレーキとは、モータ3 0の各相コイル3 0 u, 3 0 v, 3 0 wのコイル端子間を短絡することで、当該モータ3 0に対して制動力を発生させる制御である。また、このダイナミックブレーキを行うにあたり、モータ3 0のコイル端子間を短絡させる制動期間と当該コイル端子間を短絡させない非制動期間とを交互に切替える制御を行うことで、当該モータ3 0の制動力を変更可能となっている。

【0068】

(第1モードのブレーキ制御)

マイコン7 3が行う第1モードのブレーキ制御は、中央制御部7 1から指令を受けると即座にダイナミックブレーキの制御を開始して、モータ3 0を停止させる制御である。なお、マイコン7 3が行う第1モードのブレーキ制御におけるモータ3 0の制動力とデューティ比は、全てのモータ3 0にて同じ値に設定される。ここでいうデューティ比は、上記の制動期間と非制動期間を合わせた期間における制動期間の割合とされる。

40

【0069】

(第2モードのブレーキ制御)

マイコン7 3が行う第2モードのブレーキ制御は、中央制御部7 1から指令を受けると、所定時間Tの間はモータ3 0の駆動を継続して第1ハンド部3及び第2ハンド部4の軌

50

跡制御を行い、所定時間 T の経過後に、ダイナミックブレーキの制御を開始する制御である。第 2 モードのブレーキ制御における制動力とデューティ比は、全てのモータ 30 にて同じ値且つ第 1 モードと同じ値に設定される。

【 0 0 7 0 】

(ブレーキ制御時の動作)

次に図 7 ~ 図 9 を参照して、ブレーキ制御が行われるときの動作について説明する。図 7 は、図 5 の制御装置 70 が行うブレーキ制御の第 1 モードを説明するタイミングチャートである。図 8 は、図 5 の制御装置 70 が行うブレーキ制御の第 2 モードを説明するタイミングチャートである。図 9 は、図 5 の制御装置 70 が行うブレーキ制御でのデューティ比の時間変化を説明するグラフである。

なお、図 7 及び図 8 中の「 0 」は異常検知又はロボット 1 の動作停止要求がない状態を示し、「 1 」はその検知又はその要求がある状態を示す。

【 0 0 7 1 】

上述したように、マイコン 73 のブレーキ制御では、少なくとも第 1 モード及び第 2 モードのブレーキ制御が用意される。マイコン 73 は、第 1 関節部 7 a、第 2 関節部 5 a 及び第 3 関節部 6 a のうちのいずれか 1 つの異常が検知され、中央制御部 71 から指令を受けた場合には、第 1 モードのブレーキ制御を実行する。

【 0 0 7 2 】

図 7 に示すように第 1 モードでは、マイコン 73 は、いずれかの関節部の異常が検知されたタイミングに同期して、具体的には、その異常が検知された時刻から通信等による遅延時間程度の時間が経過した時刻に、ブレーキ制御を開始する。このときのブレーキ制御では、第 1 関節部 7 a、第 2 関節部 5 a 及び第 3 関節部 6 a の各々のモータ 30 に与える制動力が同じにされる。このため、略同時刻に、第 1 関節部 7 a、第 2 関節部 5 a 及び第 3 関節部 6 a の各々のモータ 30 は停止する。すなわち、本モードでは、第 1 関節部 7 a、第 2 関節部 5 a 及び第 3 関節部 6 a のモータ 30 は、駆動状態から、異常検知とほぼ同時刻にブレーキ制御（ダイナミックブレーキ）が実行されて、略同時に停止状態となる。

【 0 0 7 3 】

図 8 に示すように第 2 モードでは、マイコン 73 は、ロボット 1 の動作停止要求が発生して中央制御部 71 から指令を受けると、予め決められたプログラムに従って第 1 関節部 7 a、第 2 関節部 5 a 及び第 3 関節部 6 a の各々のモータ 30 の動作を所定時間 T 継続させた後にブレーキ制御を行う。

【 0 0 7 4 】

このとき、上述したように、第 2 モード（動作停止要求を受けて行われる場合）のブレーキ制御におけるデューティ比と、第 1 モード（異常が検知された場合）のブレーキ制御におけるデューティ比は同じ値に制御される。本モードでは、第 1 関節部 7 a、第 2 関節部 5 a 及び第 3 関節部 6 a のモータ 30 は、駆動状態から、ロボット 1 の動作停止要求を受けた時点から所定時間 T 経過後にブレーキ制御（ダイナミックブレーキ）が実行されて停止状態となる。

【 0 0 7 5 】

ここで、このように第 1 モード及び第 2 モードでブレーキ制御される場合、図 9 に示すように、マイコン 73 は、そのデューティ比の経時的変化を、ブレーキ制御開始時点で 0 % よりも大きい 20 % とし、最終的にはデューティ比を 100 % まで直線的に上昇（線形上昇）させる。その後、マイコン 73 は、デューティ比を 100 % の一定値に保持する。本形態では、例えば、デューティ比の 100 % までの立ち上がり時間を 0.2 [s] となるように設定される。

なお、本形態では、デューティ比の 100 % までの立ち上がりを、一次関数で規定しているが、これに限定されない。例えば、二次関数などの多次元の関数や、対数関数などの種々の関数で規定してもよい。また、デューティ比を可変としているが、ブレーキ制御開始と同時にデューティ比を所定値（例えば 100 %）まで上昇させてそのまま固定としてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 6 】

(本形態の主な効果)

以上説明したように、本形態では、ロボット 1 の制御装置 7 0 は、中央制御部 7 1 が、関節部 5 a , 6 a , 7 a のいずれか 1 つにおいて生じた異常を検知すると、モータ 3 0 を停止させるブレーキ制御を、関節部 5 a , 6 a , 7 a の各々にて同じタイミングにて実行させる。

【 0 0 7 7 】

この構成によれば、第 1 ハンド部 3 及び第 2 ハンド部 4 を移動させるための全ての関節部 5 a , 6 a , 7 a の回転軸が同時に停止されるため、第 1 ハンド部 3 及び第 2 ハンド部 4 の軌跡を適切に維持しながら安全に停止して、いずれかの関節部 5 a , 6 a , 7 a に異常が検知された場合でも、ロボット 1 と周囲装置との不測の衝突を回避することができる。

10

【 0 0 7 8 】

また、本形態では、各マイコン 7 3 は、ブレーキ制御時において複数の関節部 5 a , 6 a , 7 a の各々のモータ 3 0 に与える制動力を同じに制御する。このため、同じ制御量で関節部 5 a , 6 a , 7 a の回転軸を停止させるため、第 1 ハンド部 3 及び第 2 ハンド部 4 の軌跡をより安定化させることができる。

【 0 0 7 9 】

また、本形態では、関節部の異常が検知されたタイミングに同期して、関節部 5 a , 6 a , 7 a の各々にてブレーキ制御が開始される。このため、第 1 ハンド部 3 及び第 2 ハンド部 4 の軌跡を適切に維持しながら迅速に停止して進行中の軌跡を最低限で終了させ、これにより、ロボット 1 の安全性をより高めることができる。

20

【 0 0 8 0 】

また、本形態では、ブレーキ制御は、モータ 3 0 のコイル端子間を短絡することで当該モータ 3 0 に対して制動力を発生させるダイナミックブレーキによって当該モータ 3 0 を停止させる制御である。そして、マイコン 7 3 は、モータ 3 0 のコイル端子間を短絡させる制動期間と当該コイル端子間を短絡させない非制動期間とを交互に切替える制御を行って当該モータ 3 0 の制動力を制御し、制動期間と非制動期間を合わせた期間における非制動期間の割合であるデューティ比を、複数の関節部 5 a , 6 a , 7 a の各々のモータ 3 0 にて同じ値に制御する。このように、ブレーキ制御時のデューティ比は、複数の関節部 5 a , 6 a , 7 a の各々のモータ 3 0 にて同じ値に制御されるので、第 1 ハンド部 3 及び第 2 ハンド部 4 の軌跡をより安定化させることができる。

30

【 0 0 8 1 】

また、本形態では、中央制御部 7 1 (制御部) は、ロボット 1 の動作停止要求を受けた場合には、予め決められたプログラムに従って複数の関節部 5 a , 6 a , 7 a の各々のモータ 3 0 の動作を所定時間 T 継続させた後に、関節部 5 a , 6 a , 7 a の各々のマイコン 7 3 にブレーキ制御を開始させる。また、動作停止要求を受けて行われるブレーキ制御におけるデューティ比と、異常が検知された場合に行われるブレーキ制御におけるデューティ比は同じ値に制御される。このため、動作停止要求を受けて行われるブレーキ制御による停止、及び異常が検知された場合に行われるブレーキ制御の両方で、最低時間で迅速且つ安定的にロボット 1 を停止させることができる。

40

【 0 0 8 2 】

また、本形態では、各マイコン 7 3 は、ブレーキ制御時におけるデューティ比を、0 % よりも大きい値から 1 0 0 % まで直線的に上昇させて 1 0 0 % に保持する。このように、各マイコン 7 3 は、デューティ比を直線的に上昇させるため、制御量の変化を一定にしながらロボット 1 を迅速且つ安全に停止することができる。

【 0 0 8 3 】

(他の実施の形態)

上述した形態は、本発明の好適な形態の一例ではあるが、これに限定されるものではなく本発明の要旨を変更しない範囲において種々変形実施が可能である。

【 0 0 8 4 】

50

図 10 は、本発明の実施の形態に係る産業用ロボット 1 の変形例の側面図である。(A) は、変形例の産業用ロボット 1 の平面図である。(B) は、(A) の産業用ロボット 1 の側面図である。(C) は、変形例の産業用ロボット 1 のハンド部 3 A が最も本体側にある状態を示す側面図である。

【0085】

本変形例のロボット 1 は、第 1 関節部 7 a、第 2 関節部 5 a、及び第 3 関節部 6 a と、第 1 関節部 7 a 及び第 2 関節部 5 a にそれぞれ連結される第 1 アーム部 7 及び第 2 アーム部 5 と、第 3 関節部 6 a に連結されるハンド部 3 A と、を備える。

【0086】

図 10 のロボット 1 では、第 1 関節部 7 a は本体部 10 に設けられている。本体部 10 は、第 1 アーム部 7 の基端に、第 1 関節部 7 a を介して相対回転可能に連結されている。第 1 アーム部 7 の先端は、第 2 アーム部 5 の基端に第 2 関節部 5 a を介して相対回転可能に連結されている。第 2 アーム部 5 の先端は、ハンド部 3 A の基端に第 3 関節部 6 a を介して相対回転可能に連結されている。図 10 のロボット 1 は、シリアルリンク構造を採用して構成される。

【0087】

本変形例のロボット 1 では、第 1 関節部 7 a 及び第 2 関節部 5 a の各々にモータ 30 が内蔵されており、これらモータ 30 は、上記形態と同様な制御装置 70 によって制御される。一方、第 3 関節部 6 a は、モータ 30 を内蔵していない。本変形例の産業用ロボット 1 は、図 1 の産業用ロボット 1 と同様に、各モータ 30 の回転軸が上下方向に延び、このモータ 30 の回転動作によって、この回転軸に垂直な平面に沿う方向にハンド部 3 A を平行移動させることができる。したがって、第 1 関節部 7 a 及び第 2 関節部 5 a のいずれかに異常が検知された場合には、第 1 関節部 7 a 及び第 2 関節部 5 a の各々のモータを第 1 モードのブレーキ制御によって停止させることで、ハンド部 3 A の軌跡を適切に維持しながら安全に停止して、ロボット 1 と周囲装置との不測の衝突を回避することができる。

【0088】

図 1 及び図 10 のロボット 1 において、モータ 30 を停止させるためのブレーキ制御をダイナミックブレーキによって行うものとしたが、これに限らず、例えば機械式ブレーキによってモータ 30 を停止させたり、機械式ブレーキとダイナミックブレーキを併用してモータ 30 を停止させたりしてもよい。

【0089】

また、以上の説明では、図 5 に示すように、中央制御部 71 が各関節部での異常の発生や動作停止要求の発生をモニタし、これらが発生した場合には、各関節部のマイコン 73 にブレーキ制御を開始させるよう指令する構成としている。この変形例として、第 1 モータ制御部 72 a、第 2 モータ制御部 72 b、及び第 3 モータ制御部 72 c が相互に通信可能な構成とし、第 1 モータ制御部 72 a、第 2 モータ制御部 72 b、及び第 3 モータ制御部 72 c のいずれかのマイコン 73 に、中央制御部 71 と同等の機能を持たせてもよい。

【符号の説明】

【0090】

1 ロボット
3 第 1 ハンド部
4 第 2 ハンド部
5 第 2 アーム部
5 a 第 2 関節部
6 第 3 アーム部
6 a 第 3 関節部
7 第 1 アーム部
7 a 第 1 関節部
30 モータ
30 u、30 v、30 w 相コイル

10

20

30

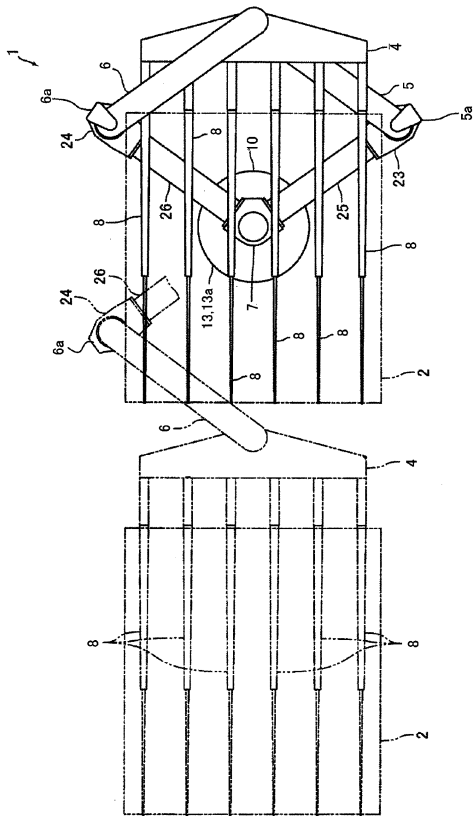
40

50

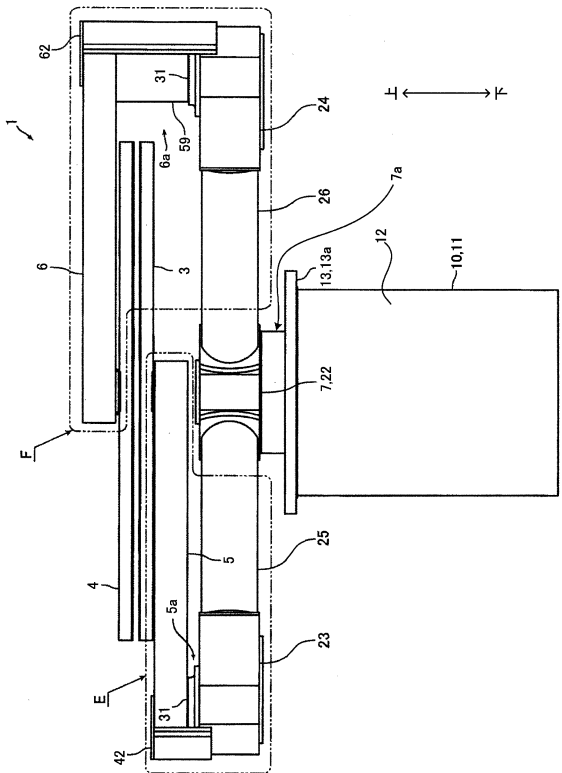
- 7 0 制御装置
- 7 1 中央制御部
- 7 2 a 第 1 モータ制御部
- 7 2 b 第 2 モータ制御部
- 7 2 c 第 3 モータ制御部
- 7 3 マイコン
- 7 4 駆動回路
- T R 1 - T R 6 トランジスタ
- 7 5 電源
- 7 6 エンコーダ
- T 所定時間

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

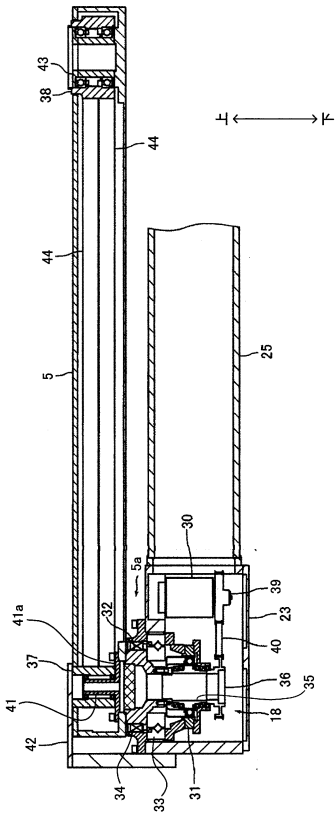
20

30

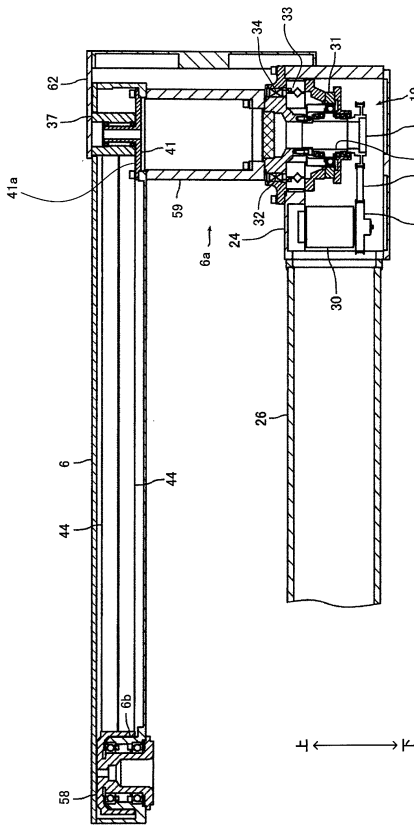
40

50

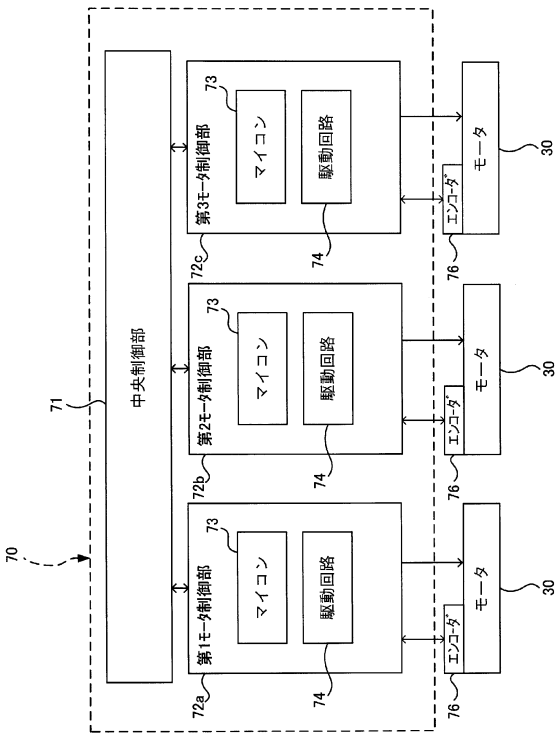
【図 3】



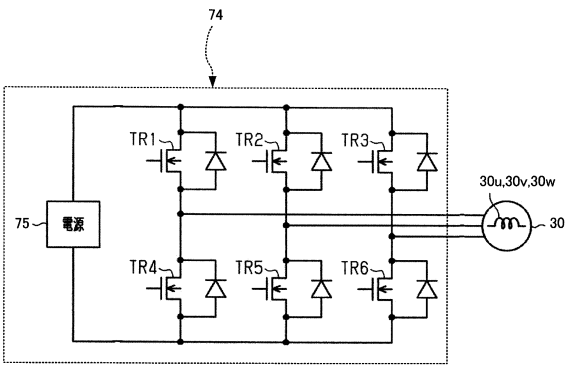
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

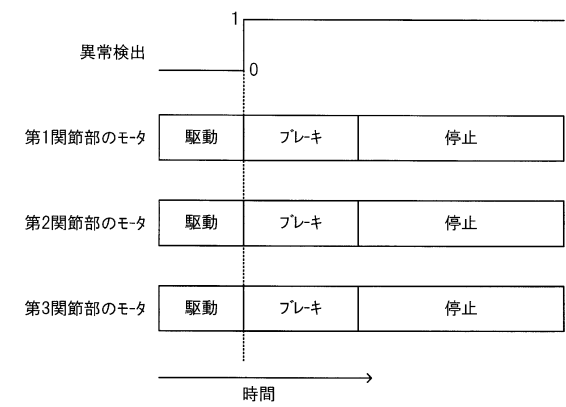
20

30

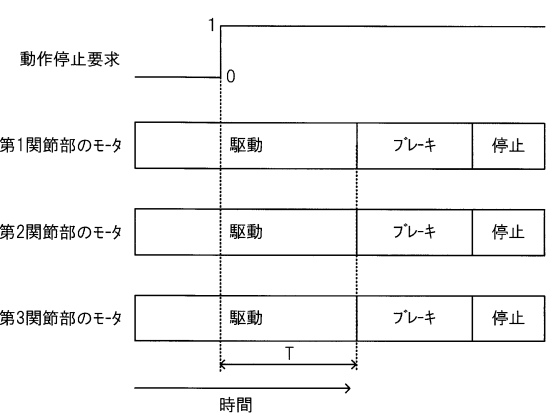
40

50

【 図 7 】

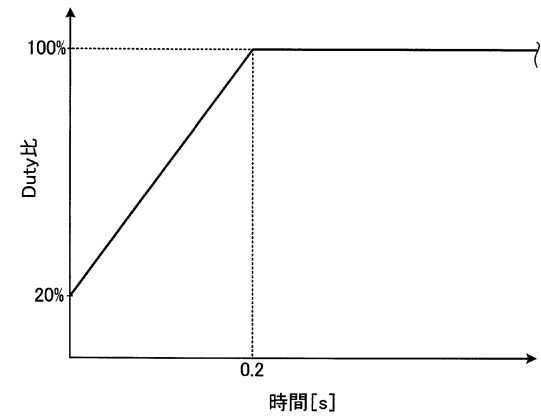


【 図 8 】

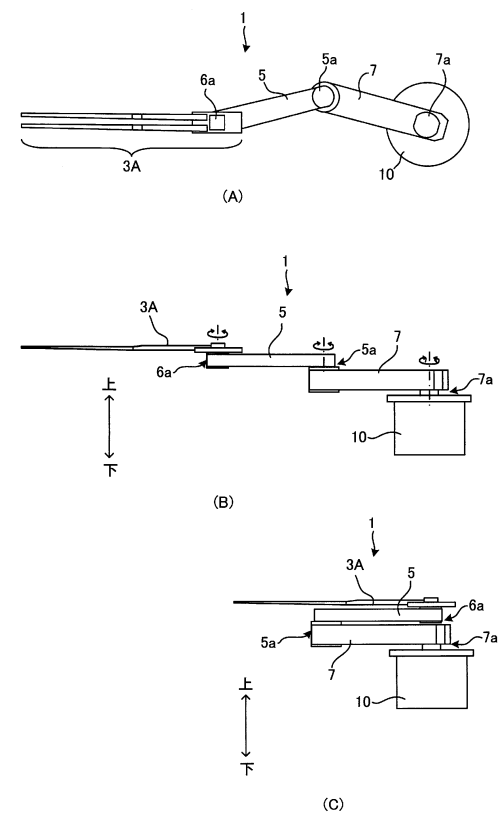


10

【 図 9 】



【 図 1 0 】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 2 6 0 5 8 1 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 0 5 4 3 8 6 (J P , A)
特開昭 5 7 - 1 4 4 6 8 0 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 0 6 7 0 1 7 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 2 1 1 5 0 2 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 0 3 7 3 8 2 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 0 5 5 9 8 1 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 0 0 5 7 7 9 9 (U S , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
B 2 5 J 1 / 0 0 - 2 1 / 0 2
H 0 1 L 2 1 / 6 7 7