

(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2019-126850

(P2019-126850A)

(43) 公開日 令和1年8月1日(2019.8.1)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
B 2 5 J	17/02	(2006.01)	B 2 5 J	17/02	F	3 C 7 0 7		
B 2 1 D	43/05	(2006.01)	B 2 1 D	43/05	U			
B 2 1 D	43/00	(2006.01)	B 2 1 D	43/00	P			

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2018-7822 (P2018-7822)
 (22) 出願日 平成30年1月22日 (2018.1.22)

(71) 出願人 390008235
 ファナック株式会社
 山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
 〇番地
 (74) 代理人 100118913
 弁理士 上田 邦生
 (74) 代理人 100142789
 弁理士 柳 順一郎
 (74) 代理人 100163050
 弁理士 小栗 真由美
 (74) 代理人 100201466
 弁理士 竹内 邦彦
 (72) 発明者 品川 真英
 山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
 〇番地 ファナック株式会社内
 最終頁に続く

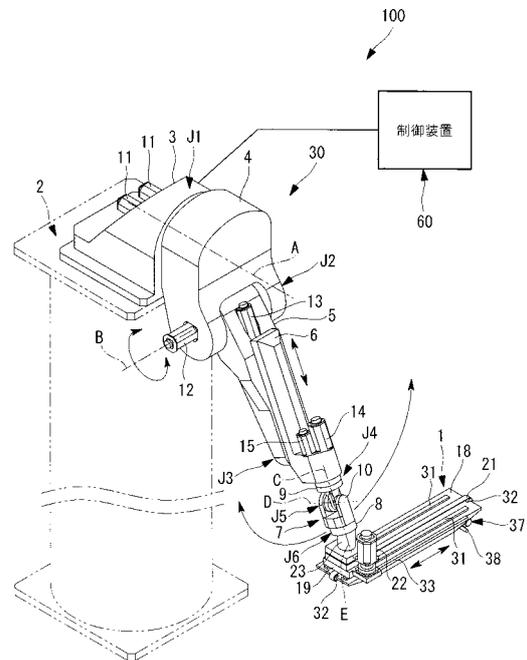
(54) 【発明の名称】 ロボットの制御方法および制御装置

(57) 【要約】

【課題】 加減速に必要なトルクを低減して、ロボットを小型軽量化する。

【解決手段】 支持したワークを同一方向に移動可能な複数の関節軸 J1, J2, J3, J4, J5, J6, J7 を備えるロボット 100 によりワークを移動させる際に、一の関節軸 J1 の加減速動作により他の関節軸に作用する干渉トルクと、他の関節軸を加減速動作させるためのトルクとを同時に逆方向に作用させない方式で各関節軸 J1, J2, J3, J4, J5, J6, J7 を制御するロボット 100 の制御方法である。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

支持したワークを同一方向に移動可能な複数の関節軸を備えるロボットにより前記ワークを移動させる際に、一の前記関節軸の加減速動作により他の前記関節軸に作用する干渉トルクと、他の前記関節軸を加減速動作させるためのトルクとを同時に逆方向に作用させない方式で各前記関節軸を制御するロボットの制御方法。

【請求項 2】

一の前記関節軸の加減速動作により他の前記関節軸に作用する干渉トルクの方角と同一方向に、他の前記関節軸を加減速動作させる請求項 1 に記載のロボットの制御方法。

【請求項 3】

前記ロボットが 2 つのプレス加工装置の間に配置され、前記ワークを着脱するハンドを各前記プレス加工装置に挿入または前記プレス加工装置から離脱させる動作において、各前記関節軸を加減速動作させる請求項 1 または請求項 2 に記載のロボットの制御方法。

【請求項 4】

前記ロボットが、前記ワークを所定の位置および姿勢に配置するための冗長の自由度を有する請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載のロボットの制御方法。

【請求項 5】

支持したワークを同一方向に移動可能な複数の関節軸を備えるロボットにより前記ワークを移動させる動作プログラムが入力されたときに、一の前記関節軸の加減速動作により他の前記関節軸に作用する干渉トルクの方角と同一方向に、他の前記関節軸を加減速動作させる方式で加速度を設定するロボットの制御装置。

【請求項 6】

一の前記関節軸の加減速動作により他の前記関節軸に作用する干渉トルクを算出する干渉トルク算出部と、該干渉トルク算出部により算出された干渉トルクを表示する表示部とを備える請求項 5 に記載のロボットの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボットの制御方法および制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、プレス加工装置間のワークの搬送の高速化およびリーチ拡大を図る目的で、6 つの回転関節軸を有するロボット本体の手首先端に、ワークを一方に直線状に移動させるスライド関節軸を付加した 7 軸の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 に記載されたロボットは、一方のプレス加工装置へのワークの搬入後、または、一方のプレス加工装置からのワークの搬出後、他方のプレス加工装置からのワークを搬出、または、他方のプレス加工装置へのワークを搬入する際に、2 台のプレス加工装置の動作に同期させるために、ロボット本体の回転関節軸およびスライド関節軸を加速および減速する必要がある。

【0003】

すなわち、特許文献 1 のロボットは、一方のプレス加工装置から搬送用ツールを抜き出して、プレス加工装置間において待機し、他方のプレス加工装置の動作に同期して搬送用ツールを他方のプレス加工装置に挿入する動作において、ワークを同一方向に移動させる複数の関節軸が同時に同一方向に減速または加速させられる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2012 / 239184 号公報

10

20

30

40

50

【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、ワークを同一方向に移動させる複数の関節軸が同時に同一方向に減速または加速させられると、ワークの移動は迅速にできるものの、干渉トルクによって、各関節軸には、その関節軸のみ単独で加速または減速する場合よりも大きなトルクが必要となるという不都合がある。

【0006】

本発明は、加減速に必要なトルクを低減して、ロボットを小型軽量化することができるロボットの制御方法および制御装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様は、支持したワークを同一方向に移動可能な複数の関節軸を備えるロボットにより前記ワークを移動させる際に、一の前記関節軸の加減速動作により他の前記関節軸に作用する干渉トルクと、他の前記関節軸を加減速動作させるためのトルクとを同時に逆方向に作用させない方式で各前記関節軸を制御するロボットの制御方法である。

【0008】

本態様によれば、ワークを支持したロボットの複数の関節軸を動作させることにより、ワークを移動させる際に、一の関節軸を加速動作または減速動作させると、他の関節軸に干渉トルクが作用する。この干渉トルクの方角と逆方向に他の関節軸を加減速動作のトルクを作用させない方式で制御することにより、他の関節軸の加減速動作によって一の関節軸に作用する干渉トルクが一の関節軸の加減速のためのトルクに上乗せされることが防止される。

【0009】

すなわち、一の関節軸の加速度方向と他の関節軸により一の関節軸に作用する干渉トルクの方角とが逆方向となる場合には、一の関節軸を単独で加減速動作させるために必要なトルクに干渉トルクを加えた大きなトルクを発生させる大型のモータが必要となる。本態様に係るロボットの制御方法により、一の関節軸の加速度方向と他の関節軸により一の関節軸に作用する干渉トルクの方角とが同時に逆方向とならない方式で制御されるので、一の関節軸を駆動するモータは、一の関節軸を単独で加減速動作させるために必要なトルクを発生可能な小型のモータで足りる。これにより、モータの小型化、ロボットの小型軽量化および消費電力の削減を図ることができる。

【0010】

上記態様においては、一の前記関節軸の加減速動作により他の前記関節軸に作用する干渉トルクの方角と同一方向に、他の前記関節軸を加減速動作させてもよい。

この構成により、一の関節軸を加速動作または減速動作させることによって、他の関節軸に作用する干渉トルクの方角と同一方向に他の関節軸が加減速動作させられる。これにより、他の関節軸の加減速動作によって一の関節軸に作用する干渉トルクを一の関節軸の加速度方向と同一方向に作用させることができる。

【0011】

すなわち、本態様に係るロボットの制御方法により、一の関節軸の加速度方向と他の関節軸により一の関節軸に作用する干渉トルクの方角とが同一方向に設定されるので、一の関節軸を駆動するモータは、一の関節軸を単独で加減速動作させるために必要なトルクから干渉トルクを減算した小さなトルクを発生可能な小型のモータで足りる。これにより、モータの小型化、ロボットの小型軽量化および消費電力の削減を図ることができる。

【0012】

上記態様においては、前記ロボットが2つのプレス加工装置の間に配置され、前記ワークを着脱するハンドを各前記プレス加工装置に挿入または前記プレス加工装置から離脱させる動作において、各前記関節軸を加減速動作させてもよい。

ロボットを動作させてハンドに支持したワークをプレス加工装置に挿入する際、プレス

10

20

30

40

50

加工装置にワークを受け渡した後にハンドをプレス加工装置から離脱させる際、プレス加工装置によりプレス加工されたワークをプレス加工装置から取り出すためにハンドをプレス加工装置に挿入する際、あるいはワークを支持したハンドをプレス加工装置から離脱させる際に、ロボットの複数の関節軸が同時に加減速動作させられる。

【0013】

これらの動作においては、ロボットをプレス加工装置と同期させるためにロボットが頻繁に加減速動作させられる。これらの加減速動作において、一の関節軸の加速度方向と他の関節軸により一の関節軸に作用する干渉トルク方向とが同一方向となるように制御されることにより、各関節軸のモータにより発生するトルクを低減して、モータの小型化、ロボットの小型軽量化および消費電力の削減を図ることができる。

10

【0014】

また、上記態様においては、前記ロボットが、前記ワークを所定の位置および姿勢に配置するための冗長の自由度を有していてもよい。

この構成により、ワークを同一方向に移動させるための複数の関節軸の動作方向が一致する。このような関係にある複数の関節軸を同時に動作させる際に、一の関節軸の加速度方向と他の関節軸により一の関節軸に作用する干渉トルク方向とが同一方向となるように制御されることにより、各関節軸のモータにより発生するトルクを低減して、モータの小型化、ロボットの小型軽量化および消費電力の削減を図ることができる。

【0015】

また、本発明の他の態様は、支持したワークを同一方向に移動可能な複数の関節軸を備えるロボットにより前記ワークを移動させる動作プログラムが入力されたときに、一の前記関節軸の加減速動作により他の前記関節軸に作用する干渉トルク方向と同一方向に、他の前記関節軸を加減速動作させる方式で加速度を設定するロボットの制御装置である。

20

上記態様においては、一の前記関節軸の加減速動作により他の前記関節軸に作用する干渉トルクを算出する干渉トルク算出部と、該干渉トルク算出部により算出された干渉トルクを表示する表示部とを備えていてもよい。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、加減速に必要なトルクを低減して、ロボットを小型軽量化することができるという効果を奏する。

30

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の一実施形態に係る制御方法により制御されるロボットの一例を示す斜視図である。

【図2】図1のロボットに備えられた搬送用ツールを手首側スライダ側から見た斜視図である。

【図3】図2の搬送用ツールをワーク側スライダ側から見た斜視図である。

【図4】図2の搬送用ツールのワーク側スライダに設けられた先端揺動軸を示す正面図である。

40

【図5】図4の先端揺動軸の一部を破断して示す平面図である。

【図6】図1のロボットによるプレス加工装置に対するワークの供給および取り出しを説明する斜視図である。

【図7】図2の搬送用ツールに取り付けられるツールの一例を示す斜視図である。

【図8】図2の搬送用ツールの先端揺動軸を構成するシャフトの両端に設けられるインタフェース部の一例を示す斜視図である。

【図9】図8のインタフェース部の他の例を示す斜視図である。

【図10】図1のロボットによるプレス加工装置に対する動作の状態S1を示す模式図である。

【図11】図1のロボットによるプレス加工装置に対する動作の状態S2を示す模式図である。

50

【図 1 2】図 1 のロボットによるプレス加工装置に対する動作の状態 S 3 を示す模式図である。

【図 1 3】図 1 0 の状態 S 1 から第 7 軸のみを加速する動作を説明する模式図である。

【図 1 4】図 1 3 の状態から第 1 軸を加速し第 7 軸を減速する動作を説明する模式図である。

【図 1 5】図 1 4 の状態から第 7 軸を再度加速し第 1 軸を減速して図 1 1 の状態 S 2 に至る動作を説明する模式図である。

【図 1 6】図 1 5 の状態から第 1 軸を再度加速し第 7 軸を減速する動作を説明する模式図である。

【図 1 7】図 1 6 の状態から第 7 軸を停止し第 1 軸を減速して図 1 3 の状態 S 3 に至る動作を説明する模式図である。

【図 1 8】図 1 3 から図 1 7 の動作におけるトルクの変化を説明するタイミングチャートである。

【図 1 9】本発明の一実施形態に係るロボットの制御装置を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

本発明の一実施形態に係るロボット 100 の制御方法および制御装置 60 について、図面を参照して以下に説明する。

本実施形態に係る制御方法および制御装置 60 により制御されるロボット 100 は、図 1 に示されるように、多関節型のロボット本体 30 と、ロボット本体 30 の手首先端に取り付けられるスライドアーム型の搬送用ツール（関節軸）1 とを備えている。

【0019】

ロボット本体 30 は、例えば、図 1 に示されるように、支持台 2 に固定される基台 3 と、基台 3 の一側面に水平な第 1 軸線 A 回りに回転可能に支持される旋回ベース 4 と、第 1 軸線 A と間隔をあけた平行な軸線（図示略）に直交する第 2 軸線 B 回りに揺動可能に支持された第 1 アーム 5 と、第 1 アーム 5 の長手方向に直線移動可能に支持された第 2 アーム 6 と、第 2 アーム 6 の先端に配置された手首ユニット（手首）7 とを備えている。

【0020】

すなわち、ロボット本体 30 は、基台 3 に対して旋回ベース 4 を第 1 軸線 A 回りに回転させる第 1 軸（関節軸）J 1 と、旋回ベース 4 に対して第 1 アーム 5 を第 2 軸線 B 回りに揺動させる第 2 軸（関節軸）J 2 と、第 1 アーム 5 に対して第 2 アーム 6 を第 1 アーム 5 の長手方向に直線移動させる第 3 軸（関節軸）J 3 とを備えている。

手首ユニット 7 としては、相互に交差する軸線 C, D, E 回りに回転する 2 以上の回転軸を備えていればよい。

【0021】

手首ユニット 7 は、相互に直交する軸線 C, D, E 回りに回転する 3 つの回転軸（第 4 軸（関節軸）J 4、第 5 軸（関節軸）J 5 および第 6 軸（関節軸）J 6）を備え、末端の回転軸 J 6 にツール等を固定するためのフェイスプレート 8 が配置されている。第 4 軸 J 4 は、第 2 アーム 6 に対して第 1 アーム 5 の長手方向に平行な第 4 軸線 C 回りに第 1 手首ハウジング 9 を回転させ、第 5 軸 J 5 は、第 4 軸線 C に直交する第 5 軸線 D 回りに第 2 手首ハウジング 10 を回転させ、第 6 軸 J 6 は、第 5 軸線 D に直交する第 6 軸線 E 回りにフェイスプレート 8 を回転させる。図中、符号 11 から符号 16 は、それぞれ第 1 軸 J 1 から第 6 軸 J 6 のモータである。

【0022】

第 1 軸 J 1 は、旋回ベース 4 を水平な第 1 軸線 A 回りに回転させるので、旋回ベース 4 および該旋回ベース 4 に取り付けられている第 1 アーム 5 から手首ユニット 7 までを振り子のように揺動させる。この振り子状の動作範囲は、第 1 軸線 A を含む略水平面以下に配置されている。振り子状の動作によってワーク（図 6 参照。）W を搬送する場合においては、重力は常に加速または減速を補助する方向に作用するので、第 1 軸 J 1 の作動による揺動動作は高速かつ省エネルギーで行うことができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

第 2 軸 J 2 は、旋回ベース 4 に対する第 1 アーム 5 の傾きを変更することができる。第 3 軸 J 3 は第 1 アーム 5 に対して第 2 アーム 6 を直線移動させ、第 1 アーム 5 と第 2 アーム 6 とからなるアーム全体の長さを伸縮させることができる。

すなわち、第 1 軸 J 1 から第 3 軸 J 3 によって、手首ユニット 7 を動作範囲内の任意の位置に配置することができる。そして、第 4 軸 J 4 から第 6 軸 J 6 によってフェイスプレート 8 に取り付ける搬送用ツール 1 の姿勢を任意に調整することができる。

【 0 0 2 4 】

搬送用ツール 1 は、帯板状（長方形の平板状）の形態を有するフレーム 1 8 と、該フレーム 1 8 を厚さ方向に挟んだ両側に配置された 2 つのスライダ 1 9 , 2 0 と備えている。

10

【 0 0 2 5 】

2 つのスライダ 1 9 , 2 0 は、図 2 および図 3 に示されるように、フレーム 1 8 の表裏面に、フレーム 1 8 の長手方向に沿って配置されたガイドレール 3 1 に沿って長手方向に移動可能に支持されている。また、2 つのスライダ 1 9 , 2 0 はフレーム 1 8 の長手方向の両端に平行な軸線回りに回転可能に支持されたプーリ 3 2 に掛け渡されたベルト 2 1 によって連結されている。

【 0 0 2 6 】

フレーム 1 8 の幅方向の一端面には長手方向に沿ってラックギヤ 3 3 が固定されている。ラックギヤ 3 3 には、図 3 に示されるように、スライダ（手首側スライダ）1 9 に取り付けられたモータ 2 2 のピニオンギヤ 3 4 が噛み合っている。モータ 2 2 を駆動することにより、スライダ 1 9 をフレーム 1 8 の表面において長手方向の一方向に移動させると、ベルト 2 1 によって連結された他方のスライダ（ワーク側スライダ）2 0 が、ベルト 2 1 によって牽引されることによりフレーム 1 8 の裏側において、長手方向の他方向に移動させられる。すなわち、2 つのスライダ 1 9 , 2 0 は、フレーム 1 8 の長手方向に沿って、相互に逆方向に相対移動させられる。これにより、スライド関節軸からなる第 7 軸（関節軸）J 7 が構成されている。

20

【 0 0 2 7 】

スライダ 1 9 は、手首ユニット 7 の第 6 軸 J 6 に固定されている。他方のスライダ 2 0 には、図 4 および図 5 に示されるように、ワーク W を吸着する複数の吸着パッド 3 5 を備えたツール（ハンド）S（図 6 および図 7 参照。）を取り付けるワーク支持部 3 6 と、該ワーク支持部 3 6 をフレーム 1 8 の幅方向に延びる軸線 F 回りに揺動させる先端揺動軸 3 7 とが設けられている。先端揺動軸 3 7 は、回転関節軸からなる第 8 軸（関節軸）を構成している。

30

【 0 0 2 8 】

ワーク支持部 3 6 は、軸線 F 回りに回転可能にスライダ 2 0 に取り付けられた直棒状のシャフト 3 8 と、例えば、図 8 または図 9 に示されるように、該シャフト 3 8 の両端に固定された 2 つのインタフェイス部 3 9 , 4 0 とを備えている。2 つのインタフェイス部 3 9 , 4 0 は、互いに平行な取付面 4 1 を有している。これにより、インタフェイス部 3 9 , 4 0 にツール S を取り付ける際の角度合わせを行う必要がなく、簡易に取り付けることができる。

40

【 0 0 2 9 】

先端揺動軸 3 7 は、図 4 および図 5 に示されるように、モータ 4 2 と、該モータ 4 2 の回転を減速する減速機 4 3 と、該減速機 4 3 の出力トルクをシャフト 3 8 に伝達する一对のギヤ 4 4 , 4 5 とを備えている。減速機 4 3 の出力軸、一对のギヤ 4 4 , 4 5 およびシャフト 3 8 を回転可能に支持するベアリング 4 6 はギヤボックス 4 7 内に収容され、一括して潤滑されている。

【 0 0 3 0 】

ギヤボックス 4 7 はスライダ 2 0 に固定され、モータ 4 2 は減速機 4 3 を介してギヤボックス 4 7 に固定されている。モータ 4 2 は、シャフト 3 8 の軸線 F と平行に配置されている。一对のギヤ 4 4 , 4 5 は、例えば、平歯車であって、減速機 4 3 の出力軸に固定さ

50

れた駆動ギヤ44と、シャフト38に固定された従動ギヤ45とを備えている。従動ギヤ45を駆動ギヤ44より十分に大径に形成することにより、駆動ギヤ44の回転が減速されてシャフト38に伝達される。

【0031】

ツールSは、図7に示されるように、シャフト38の両端の一对のインタフェイス部39, 40にそれぞれ固定される支柱部48と、該支柱部48からそれぞれ枝分かれして延びる複数の分岐部49とを備え、各分岐部49に複数の吸着パッド35が同一方向に向けて配置されている。

ツールSは、例えば、図6に示されるように、プレス加工装置24, 25に平板状のワークWを供給し、プレス加工装置24, 25において加工された後のワークWを取り出す際に、吸着パッド35によりワークWを吸着および解放する。

10

【0032】

また、ロボット本体30には、図1に示されるように、手首ユニット7のフェイスプレート8と該フェイスプレート8に固定される一方のスライダ19とを所定の傾斜角度をなして固定する傾斜連結部材23が備えられている。

傾斜連結部材23は、第1アーム5を第2軸線B回りに所定角度だけ揺動させるとともに、手首ユニット7を真っ直ぐに配置したとき、すなわち、第4軸線Cと第6軸線Eとが一直線上に配置された状態で、搬送用ツール1の幅方向および長手方向が略水平となるように、手首ユニット7の第6軸J6と搬送用ツール1とを連結する。

20

【0033】

このロボット100は、特に、ロボット本体30における第1軸J1と搬送用ツール1の第7軸J7とがワークWをほぼ同一方向に移動させることができる冗長な関節軸となっている。

次に、本実施形態に係るロボット100の制御方法について、図面を参照して以下に説明する。

【0034】

本実施形態に係るロボット100の制御方法は、図6に示されるように、例えば、ロボット100が2つのプレス加工装置24, 25の間に配置され、2つのプレス加工装置24, 25に対してワークWの挿入および取り出しを交互に行う場合の制御方法である。

まず、図10に示されるように、第1のプレス加工装置24によるワークWのプレス加工が行われた状態で、第1のプレス加工装置24がツールSを受け入れ可能に開かれると、ロボット100の動作により、ツールSが第1のプレス加工装置24内に挿入され、加工済みのワークWをツールSによって吸着する(状態S1)。

30

【0035】

次いで、図11に示されるように、ワークWを支持したツールSを第1のプレス加工装置24から離脱させ、第2のプレス加工装置25がワークWを受け入れ可能に開かれるまで減速して待機する(状態S2)。

そして、図12に示されるように、第2のプレス加工装置25がツールSを受け入れ可能に開かれると、ロボット100の動作により、ワークWを支持したツールSが第2のプレス加工装置25内に挿入され、吸着を解除することによってワークWを第2のプレス加工装置25に引き渡す(状態S3)。

40

【0036】

本実施形態に係るロボット100の制御方法は、状態S1、状態S2および状態S3に順次移行する際に、第1軸J1および第7軸J7を加減速動作させる場合に適用される。

すなわち、状態S1から状態S2に移行する際には、まず、図13および図18に示されるように、第1軸J1が停止した状態で、第7軸J7を所定の第1速度V71となるまで加速動作させる。このとき、第1軸J1が停止しているので、第1軸J1には第7軸J7の加速動作による干渉トルクが作用するのみである。また、第7軸J7には第1軸J1による干渉トルクは作用しない。

【0037】

50

次いで、図 1 4 および図 1 8 に示されるように、第 7 軸 J 7 が第 1 速度 V 7 1 で定速動作している状態あるいは第 1 速度 V 7 1 よりも低い第 2 速度 V 7 2 まで減速動作している状態で、第 1 軸 J 1 を所定の第 1 速度 V 2 1 となるまで加速動作させる。

このとき、第 7 軸 J 7 が定速動作している場合には、第 1 軸 J 1 には、第 1 軸 J 1 を加速動作させるためのトルクが作用するのみである。第 7 軸には第 1 軸 J 1 の加速動作による干渉トルクが作用するのみである。

【 0 0 3 8 】

一方、第 7 軸 J 7 が減速動作している場合には、第 1 軸 J 1 には、第 1 軸 J 1 を加速動作させるためのトルクから第 7 軸 J 7 の減速動作による干渉トルクを減算したトルクが作用する。また、第 7 軸 J 7 にも、第 7 軸 J 7 を減速動作させるためのトルクから第 1 軸 J 1 の加速動作による干渉トルクを減算したトルクが作用する。

10

【 0 0 3 9 】

そして、図 1 5 および図 1 8 に示されるように、第 1 軸 J 1 が所定の第 1 速度 V 2 1 となって定速動作している状態あるいは第 1 速度 V 2 1 よりも低い第 2 速度 (図 1 8 では速度ゼロ) まで減速動作している状態で、第 7 軸 J 7 を第 1 速度 V 7 1 となるまで加速動作させる。

このとき、第 1 軸 J 1 が定速動作している場合には、第 7 軸 J 7 には、第 7 軸 J 7 を加速動作させるためのトルクが作用するのみである。第 1 軸 J 1 には第 7 軸 J 7 の加速動作による干渉トルクが作用するのみである。

【 0 0 4 0 】

一方、第 1 軸 J 1 が減速動作している場合には、第 7 軸 J 7 には、第 7 軸 J 7 を加速動作させるためのトルクから第 1 軸 J 1 の減速動作による干渉トルクを減算したトルクが作用する。第 1 軸 J 1 にも、第 1 軸 J 1 を減速動作させるためのトルクから第 7 軸 J 7 の加速動作による干渉トルクを減算したトルクが作用する。

20

これにより、状態 S 2 に移行する。

【 0 0 4 1 】

そして、図 1 6 および図 1 8 に示されるように、第 1 軸 J 1 を再度、第 1 速度 V 2 1 まで加速動作させ、かつ、第 7 軸 J 7 を速度ゼロとなるまで減速動作させ、次いで、図 1 7 および図 1 8 に示されるように、第 7 軸 J 7 が停止した状態で、第 1 軸 J 1 を停止した状態 S 3 となるまで減速動作させる。このとき、第 1 軸 J 1 が加速動作している状態で、第 7 軸 J 7 が減速動作しており、第 1 軸 J 1 には第 1 軸 J 1 を加速動作させるためのトルクから第 7 軸 J 7 の減速動作による干渉トルクを減算したトルクが作用する。第 7 軸 J 7 にも、第 7 軸 J 7 を減速動作させるためのトルクから第 1 軸 J 1 の加速動作による干渉トルクを減算したトルクが作用する。

30

【 0 0 4 2 】

また、第 7 軸 J 7 が停止している状態では、第 1 軸 J 1 には、第 1 軸 J 1 を加速動作させるためのトルクが作用するのみである。第 7 軸 J 7 には第 1 軸 J 1 の減速動作による干渉トルクが作用するのみである。

すなわち、本実施形態に係るロボット 1 0 0 の制御方法によれば、第 1 軸 J 1 および第 7 軸 J 7 の一方の加減速動作において発生するトルクの方が、他方に作用させる干渉トルクの方と逆方向にならない方式で第 1 軸 J 1 および第 7 軸 J 7 を制御する。これにより、第 1 軸 J 1 および第 7 軸 J 7 をそれぞれ単独で加減速動作させた場合に発生するトルク T_{MAX} よりも大きなトルクを発生させることが不要となり、第 1 軸 J 1 および第 7 軸 J 7 のモータを小型化して、ロボット 1 0 0 の小型軽量化を図ることができるという利点がある。

40

【 0 0 4 3 】

特に、第 1 軸 J 1 および第 7 軸 J 7 の一方の加減速動作において発生するトルクの方が、他方に作用させる干渉トルクの方と同一方向となる方式で第 1 軸 J 1 および第 7 軸 J 7 を制御することにより、第 1 軸 J 1 および第 7 軸 J 7 をそれぞれ単独で加減速動作させた場合に発生するトルク T_{MAX} よりも小さなトルクで加減速動作させることができる

50

。これにより、第 1 軸 J 1 および第 7 軸 J 7 のモータを小型化して、ロボット 1 0 0 の小型軽量化を図り、また、消費電力を大幅に削減することができるという利点がある。

【 0 0 4 4 】

なお、本実施形態においては、2 台のプレス加工装置 2 4 , 2 5 の間に配置され、プレス加工装置 2 4 , 2 5 との間でワーク W をやりとりするロボット 1 0 0 を例示したが、これに限定されるものではない。

また、ロボット 1 0 0 の軸構成としても他の任意の軸構成を採用してもよい。この場合に、ロボット 1 0 0 が、支持したワーク W を同一方向に移動可能な複数の冗長な関節軸を備えていることが好ましい。

【 0 0 4 5 】

次に、本発明の他の実施形態に係るロボット 1 0 0 の制御装置 6 0 について、以下に説明する。

本実施形態に係る制御装置 6 0 は、図 1 9 に示されるように、教示操作盤等の操作により、動作プログラムを入力する入力部 6 1 と、該入力部 6 1 により動作プログラムが入力されたときに、ロボット 1 0 0 の一の関節軸の加減速動作により他の関節軸に作用する干渉トルクの方向と同一方向に、他の関節軸を加減速動作させるように加速度を設定する演算部 6 2 とを備えている。

【 0 0 4 6 】

このように構成された制御装置 6 0 によれば、動作プログラムを構成する複数の教示点および教示点間のロボット 1 0 0 の動作軌跡等が入力されると、当該動作軌跡に従って教示点間でワーク W を移動させるためのロボット 1 0 0 の各関節軸の加速度パターンが算出される際に、一の関節軸の加減速動作により他の関節軸に作用する干渉トルクの方向と同一方向に、他の関節軸を加減速動作させるように加速度が自動的に設定される。

【 0 0 4 7 】

すなわち、本実施形態に係る制御装置 6 0 によれば、例えば、図 1 に示されるロボット 1 0 0 を制御する場合に、ロボット 1 0 0 の第 1 軸 J 1 および第 7 軸 J 7 の一方の加減速動作において発生するトルクの方向が、他方に作用させる干渉トルクの方向と逆方向にならない方式で第 1 軸 J 1 および第 7 軸 J 7 が制御される。これにより、第 1 軸 J 1 および第 7 軸 J 7 をそれぞれ単独で加減速動作させた場合に発生するトルクよりも大きなトルクを発生させることが不要となり、第 1 軸 J 1 および第 7 軸 J 7 のモータを小型化して、ロボット 1 0 0 の小型軽量化を図ることができるという利点がある。

【 0 0 4 8 】

また、制御装置 6 0 は、一の関節軸の加減速動作により他の関節軸に作用する干渉トルクを算出する図示しない干渉トルク算出部と、干渉トルク算出部により算出された干渉トルクを表示する図示しない表示部とを備えていてもよい。表示部は、例えばユーザが操作する TP などが考えられる。

【符号の説明】

【 0 0 4 9 】

2 4 , 2 5 プレス加工装置
 6 0 制御装置
 1 0 0 ロボット
 J 1 , J 2 , J 3 , J 4 , J 5 , J 6 , J 7 関節軸
 S ツール (ハンド)
 W ワーク

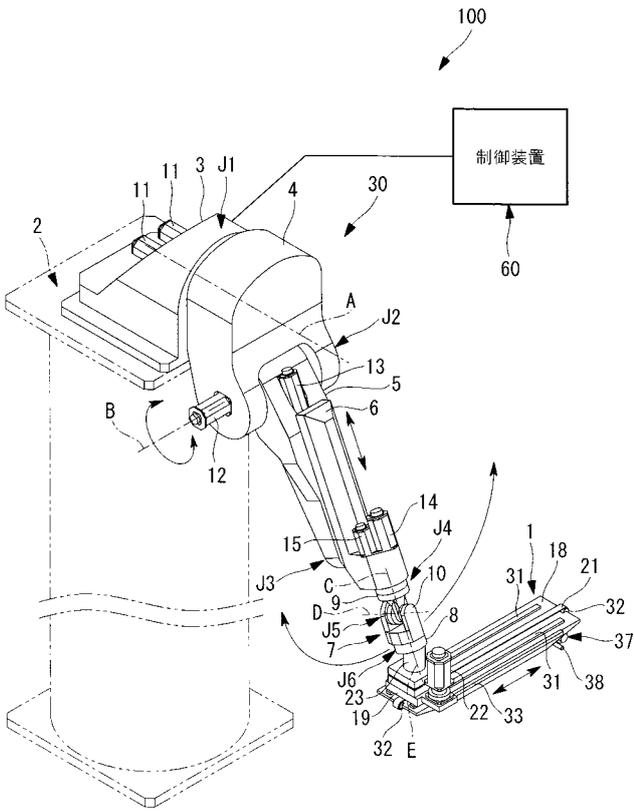
10

20

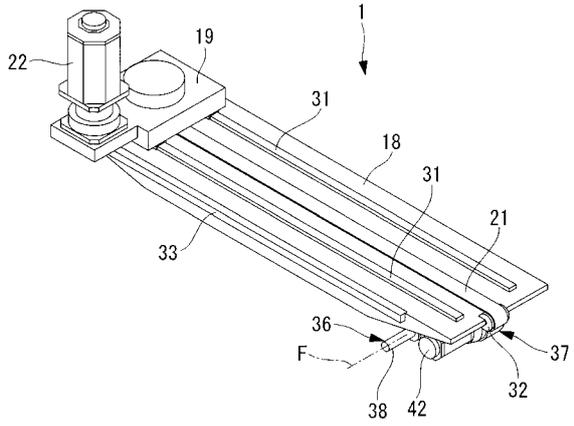
30

40

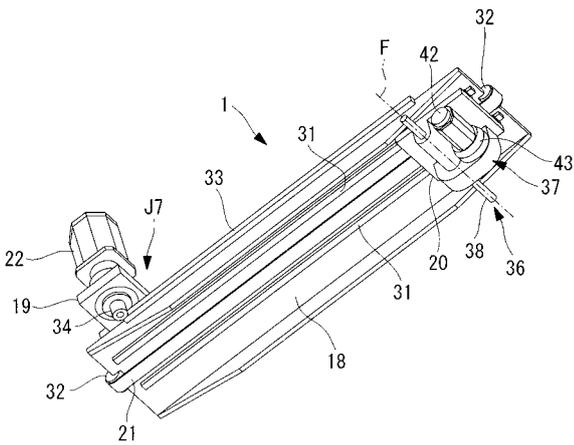
【 図 1 】



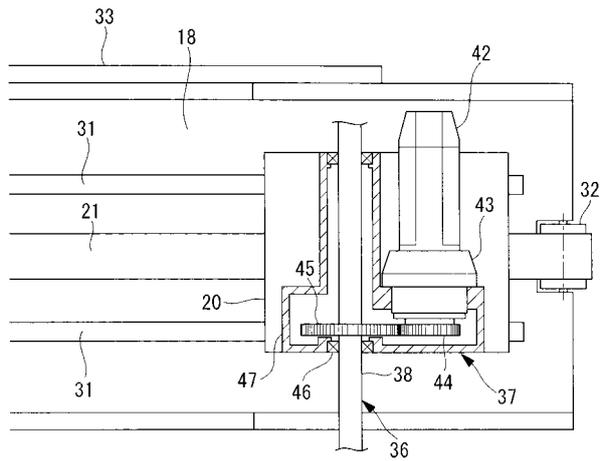
【 図 2 】



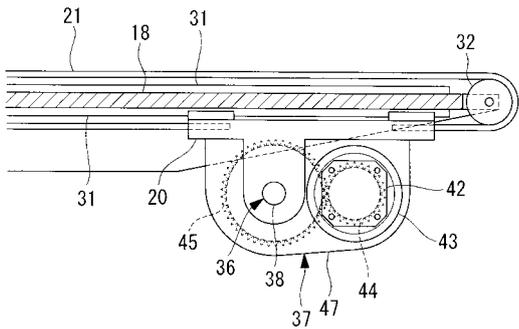
【 図 3 】



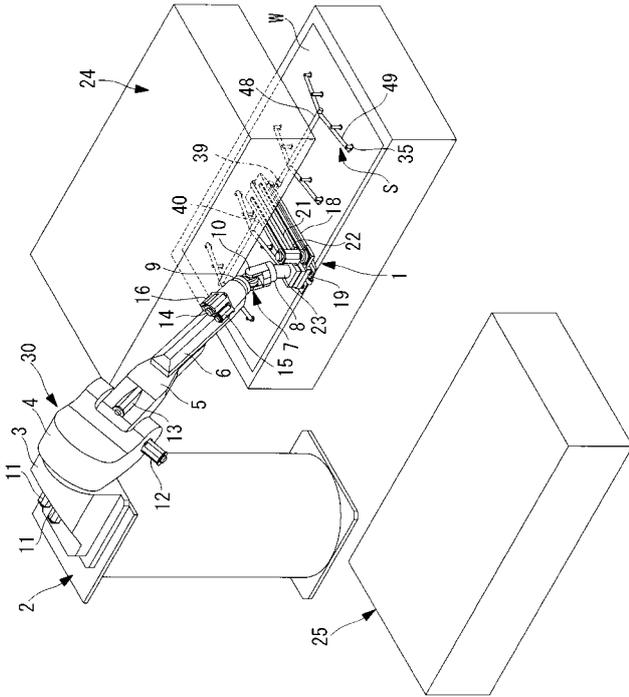
【 図 5 】



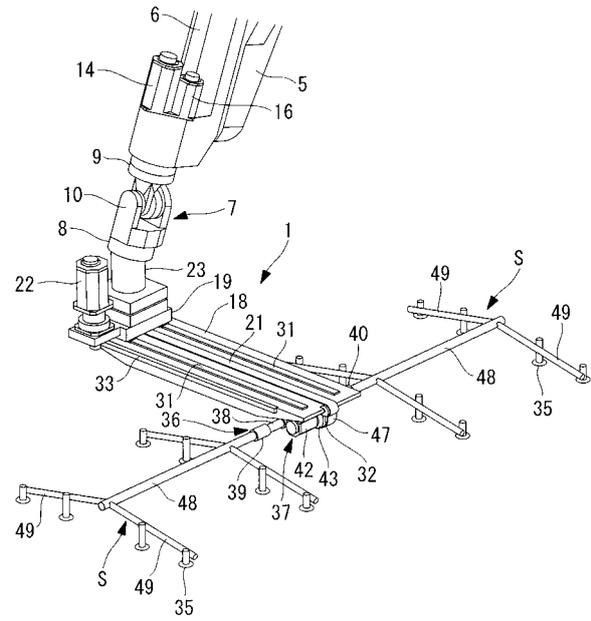
【 図 4 】



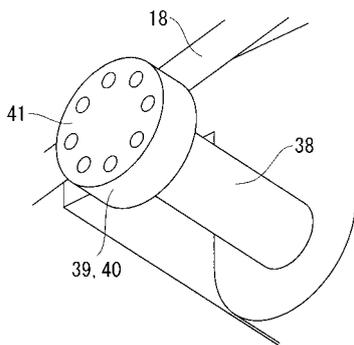
【 図 6 】



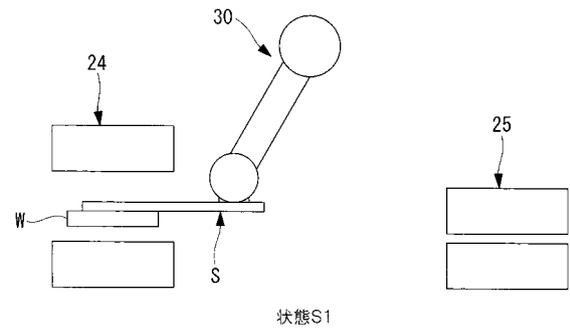
【 図 7 】



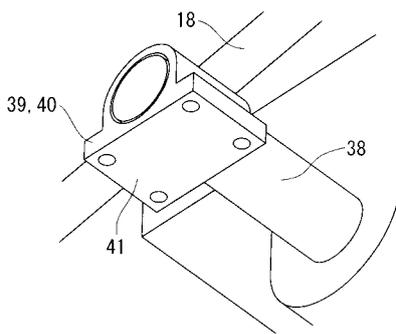
【 図 8 】



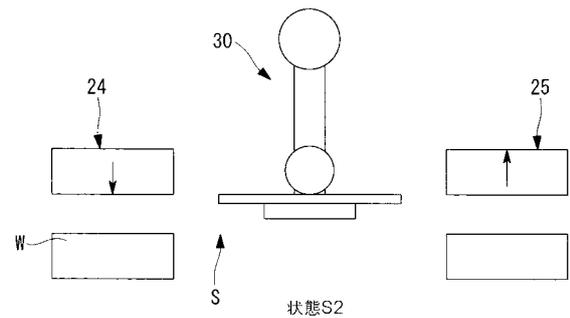
【 図 10 】



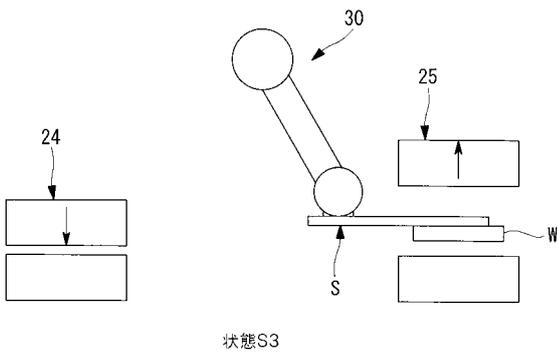
【 図 9 】



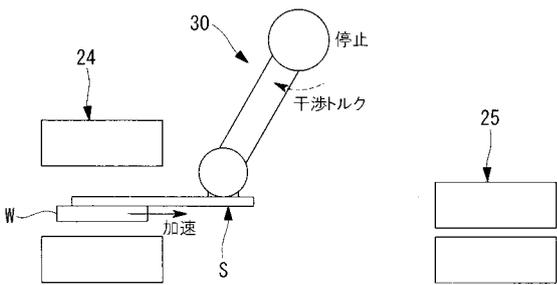
【 図 11 】



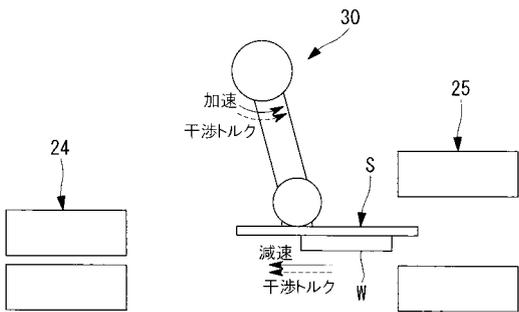
【 図 1 2 】



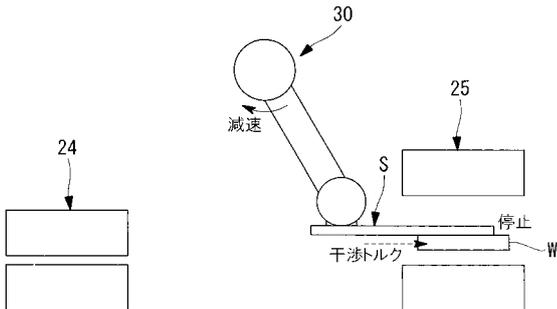
【 図 1 3 】



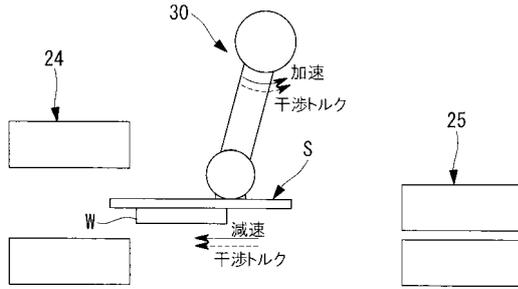
【 図 1 6 】



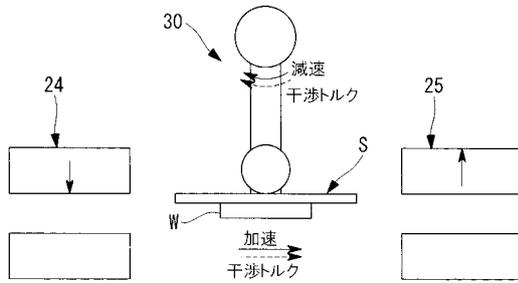
【 図 1 7 】



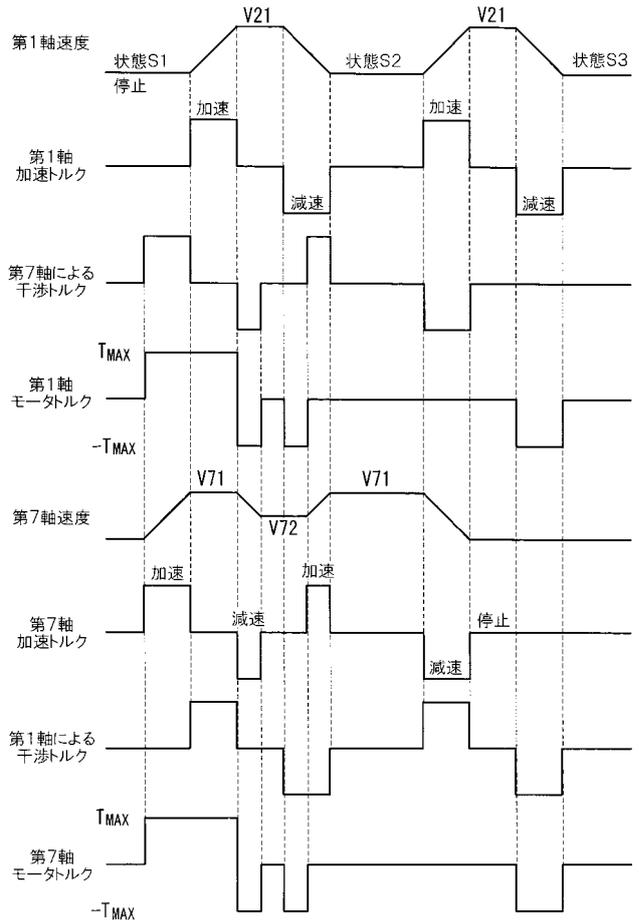
【 図 1 4 】



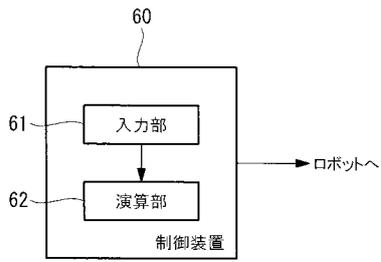
【 図 1 5 】



【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3C707 AS05 BS12 BS13 BT13 CW03 CY36 CY39 DS02 FS01 HT02
HT21 LU07 LV18