

(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2004-288164

(P2004-288164A)

(43) 公開日 平成16年10月14日(2004.10.14)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
G05B 19/18	G05B 19/18	5H269
B23Q 15/00	B23Q 15/00	5H303
G05D 3/00	G05D 3/00	5H572
G05D 3/12	G05D 3/12 304	
H02P 7/67	H02P 7/67	D

審査請求 有 請求項の数 15 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2004-5924 (P2004-5924)  
 (22) 出願日 平成16年1月13日 (2004.1.13)  
 (31) 優先権主張番号 特願2003-56922 (P2003-56922)  
 (32) 優先日 平成15年3月4日 (2003.3.4)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 390008235  
 ファナック株式会社  
 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358  
 O番地  
 (74) 代理人 100082304  
 弁理士 竹本 松司  
 (74) 代理人 100088351  
 弁理士 杉山 秀雄  
 (74) 代理人 100093425  
 弁理士 湯田 浩一  
 (74) 代理人 100102495  
 弁理士 魚住 高博  
 (74) 代理人 100101915  
 弁理士 塩野入 章夫

最終頁に続く

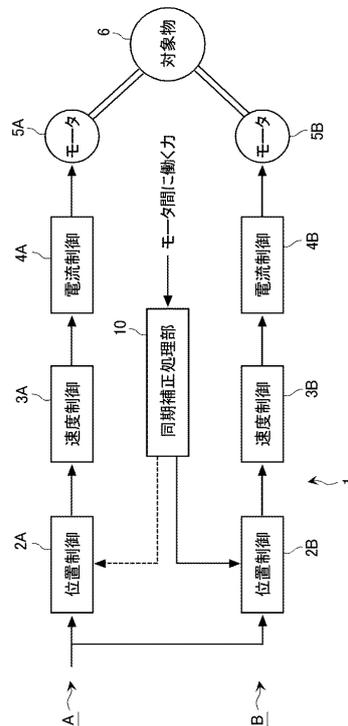
(54) 【発明の名称】 同期制御装置

(57) 【要約】

【課題】 一つの対象物を複数台のモータで駆動し同期制御する際、モータ間に発生するストレスを低減すること。

【解決手段】 各モータからの位置フィードバック値が位置指令と一致するように位置制御することに代えて、モータ間に働く力を求め、このモータ間に働く力が減少するように制御することにより、同期制御においてモータ間に発生するストレスを低減させる。同期制御装置1は、位置指令と位置検出器からの位置フィードバックとの位置偏差に基づいて所定周期毎に速度指令を出力する位置制御部2と、速度指令と速度検出器からの速度フィードバックとに基づいて所定周期毎にトルク指令を出力する速度制御部3によりサーボモータを駆動制御する制御装置であって、同じ制御対象を駆動する2つのサーボモータ5を同期制御し、この2つのサーボモータ間に働く力に基づいて2つのサーボモータ間に働く力を減少させる同期補正処理部10を備える。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

上位制御装置あるいは上位制御部から所定サンプリング周期で送られる位置指令と位置検出器からの位置フィードバックとの位置偏差に基づいて所定周期毎に速度指令を出力する位置制御部と、  
前記速度指令と速度検出器からの速度フィードバックに基づいて所定周期毎にトルク指令を出力する速度制御部により、サーボモータを駆動制御する制御装置において、  
前記制御装置は、同じ制御対象を駆動する2つのサーボモータを同期制御し、当該2つのサーボモータ間に働く力に基づいて2つのサーボモータ間に働く力を減少させる手段を備えることを特徴とするサーボモータの同期制御装置。

10

## 【請求項 2】

前記位置制御部は、  
前記2つのサーボモータに働く力に基づいて前記位置偏差のオフセット量を計算する位置偏差オフセット計算処理部と、  
前記位置偏差オフセット計算処理部で計算された前記位置偏差オフセット量を前記位置偏差に加算する手段とを備えることを特徴とする、請求項1に記載の同期制御装置。

## 【請求項 3】

前記位置偏差オフセット計算処理部は、  
前記2つのサーボモータに働く力を2つのサーボモータに指令されるトルク指令の差分から求め、当該差分に変換係数を乗ずることにより位置偏差オフセット量を計算することを特徴とする、請求項2に記載の同期制御装置。

20

## 【請求項 4】

前記位置偏差オフセット計算処理部は、  
前記2つのサーボモータに働く力を2つのサーボモータに流れる実電流のトルク成分の差分から求め、当該差分に変換係数を乗ずることにより位置偏差オフセット量を計算することを特徴とする、請求項2に記載の同期制御装置。

## 【請求項 5】

前記位置制御部は、前記2つのサーボモータに働く力の差分が一定値を超えた場合に前記位置偏差のオフセット量を計算する位置偏差オフセット計算処理部と、  
前記位置偏差オフセット計算処理部で計算された位置偏差オフセット量を前記位置偏差に加算する手段とを備えることを特徴とする、請求項1に記載の同期制御装置。

30

## 【請求項 6】

前記位置偏差オフセット計算処理部は、  
前記2つのサーボモータに働く力を2つのサーボモータに指令されるトルク指令の差分から求め、当該差分が一定値を超えた分又は当該差分に対して変換係数を乗ずることにより位置偏差オフセット量を計算することを特徴とする、請求項5に記載の同期制御装置。

## 【請求項 7】

前記位置偏差オフセット計算処理部は、  
前記2つのサーボモータに働く力を2つのサーボモータに流れる実電流のトルク成分の差分から求め、当該差分が一定値を超えた分又は当該差分に対して変換係数を乗ずることにより位置偏差オフセット量を計算することを特徴とする、請求項5に記載の同期制御装置。

40

## 【請求項 8】

前記位置偏差オフセット計算処理部は、  
位置偏差オフセット量が前記位置制御部の周波数帯域より十分に低い周波数で変化させるための調整手段を備えることを特徴とする、請求項2乃至7のいずれかに記載の同期制御装置。

## 【請求項 9】

前記位置制御部は、  
前記2つのサーボモータに働く力に基づいて前記位置指令のオフセット量を計算する位置

50

指令オフセット計算処理部と、

前記位置指令オフセット計算処理部で計算された前記位置指令オフセット量を前記位置指令に加算する手段とを備えることを特徴とする、請求項 1 に記載の同期制御装置。

【請求項 1 0】

前記位置指令オフセット計算処理部は、

前記 2 つのサーボモータに働く力を 2 つのサーボモータに指令されるトルク指令の差分から求め、当該差分に変換係数を乗ずることにより位置指令オフセット量を計算することを特徴とする、請求項 9 に記載の同期制御装置。

【請求項 1 1】

前記位置指令オフセット計算処理部は、

前記 2 つのサーボモータに働く力を 2 つのサーボモータに流れる実電流のトルク成分の差分から求め、当該差分に変換係数を乗ずることにより位置指令オフセット量を計算することを特徴とする、請求項 9 に記載の同期制御装置。

【請求項 1 2】

前記位置制御部は、前記 2 つのサーボモータに働く力の差分が一定値を超えた場合に前記位置指令のオフセット量を計算する位置指令オフセット計算処理部と、

前記位置指令オフセット計算処理部で計算された位置指令オフセット量を前記位置指令に加算する手段とを備えることを特徴とする、請求項 1 に記載の同期制御装置。

【請求項 1 3】

前記位置指令オフセット計算処理部は、

前記 2 つのサーボモータに働く力を 2 つのサーボモータに指令されるトルク指令の差分から求め、当該差分が一定値を超えた分又は当該差分に対して変換係数を乗ずることにより位置指令オフセット量を計算することを特徴とする、請求項 1 2 に記載の同期制御装置。

【請求項 1 4】

前記位置指令オフセット計算処理部は、

前記 2 つのサーボモータに働く力を 2 つのサーボモータに流れる実電流のトルク成分の差分から求め、当該差分が一定値を超えた分又は当該差分に対して変換係数を乗ずることにより位置指令オフセット量を計算することを特徴とする、請求項 1 2 に記載の同期制御装置。

【請求項 1 5】

前記位置指令オフセット計算処理部は、

位置指令オフセット量が前記位置制御部の周波数帯域より十分に低い周波数で変化させるための調整手段を備えることを特徴とする、請求項 9 乃至 1 4 のいずれかに記載の同期制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、数値制御装置（NC装置）で制御される工作機器、産業用機械、ロボット等の駆動源として使用されるサーボモータの駆動制御に関する。

【背景技術】

【0002】

工作機械において、一つの対象物を複数台のモータで駆動する同期制御を行う場合がある。

例えば、クランク研削盤のC軸のように、大型のワークを1つのサーボモータで駆動するとき、加工外乱によってワークにねじれが生じる場合がある。このようなワークのねじれは、加工精度に影響を与えることになる。このワークのねじれに対して、ワークに2つのサーボモータを配置し、両サーボモータの同期が保たれるように同期制御して、ワークのねじれを低減させている。

【0003】

この同期制御では、ワークに連結される2軸にそれぞれサーボモータを設け、各サーボ

10

20

30

40

50

モータをそれぞれのサーボ回路により制御している。各サーボ回路は、位置制御部、速度制御部、電流制御部を備え、数値制御装置側から同じ位置指令が与えられる。2つのサーボモータは、同期ずれを補正するために、各位置のフィードバック値を用いて補正量を求め、この補正量を一方のサーボ回路の位置指令に加える補正を行っている。このような従来技術として、例えば特許文献1がある。

【0004】

【特許文献1】特開平11-305839号(段落番号0002~0005)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一つの対象物を複数台のモータで駆動する同期制御では、各モータが上位制御装置から同じ位置指令を受けて動作し、各モータはそれぞれの位置検出器からの位置フィードバック値が位置指令と一致するように位置制御を行っている。

この同期制御において、各モータが位置指令の位置に移動したとしても、検出器の精度が不十分であったり、機械の熱膨張の影響を受けると実位置が正しい位置に到達しない場合がある。例えば、熱膨張により位置基準となるスケール自体も変位する場合があるため、基準位置自体が不明確となる。

【0006】

このような場合に、モータ間の剛性が高いと、モータ同士が引っ張り合う現象が生じ、モータ間にストレスが生じ、モータやアンプの発熱や加工精度の低下といった問題となる。

そこで、本発明は上記した従来課題を解決して、一つの対象物を複数台のモータで駆動し同期制御する際、モータ間に発生するストレスを低減することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明による同期制御装置は、各モータからの位置フィードバック値と位置指令とが一致するように位置制御することに代えて、モータ間に働く力を求め、このモータ間に働く力が減少するように制御することにより、同期制御においてモータ間に発生するストレスを低減させる。

【0008】

このために、本発明の同期制御装置は、上位制御装置あるいは上位制御部から所定サンプリング周期で送られる位置指令と位置検出器からの位置フィードバックとの位置偏差に基づいて所定周期毎に速度指令を出力する位置制御部と、速度指令と速度検出器からの速度フィードバックに基づいて所定周期毎にトルク指令を出力する速度制御部によりサーボモータを駆動制御する制御装置において、制御装置は、同じ制御対象を駆動する2つのサーボモータを同期制御し、この2つのサーボモータ間に働く力に基づいて2つのサーボモータ間に働く力を減少させる手段を備える構成とする。

【0009】

本発明の同期制御装置において、サーボモータ間に働く力を減少させる手段は、位置偏差に対して補正を施すことによりサーボモータ間に働く力を減少させる態様、あるいは位置指令に対して補正を施すことによりサーボモータ間に働く力を減少させる態様とすることができる。

【0010】

位置偏差に対して補正を施す態様において、位置制御部は、2つのサーボモータに働く力に基づいて位置偏差のオフセット量を計算する位置偏差オフセット計算処理部と、位置偏差オフセット計算処理部で計算された位置偏差オフセット量を位置偏差に加算する手段とを備える。

【0011】

位置偏差オフセット計算処理部は、種々の形態により構成することができる。第1の形態では、サーボモータ間に働く力をトルク指令の差分から求める。位置偏差オフセット計

10

20

30

40

50

算処理部は、2つのサーボモータに指令されるトルク指令の差分を求め、求めた差分に第1の変換係数を乗ずることにより位置偏差オフセット量を得る。トルク指令の差分は2つのサーボモータに働く力に対応し、第1の変換係数はトルク指令の偏差を位置の偏差補正に変換する係数である。したがって、トルク指令の差分に第1の変換係数を乗ずることにより、2つのサーボモータに働く力に基づいた位置偏差オフセット量が得られる。この位置偏差オフセット量を位置偏差に加算することにより、サーボモータ間に働く力に基づいて位置制御を行うことができる。

**【0012】**

第2の形態では、サーボモータ間に働く力をサーボモータに流れる実電流のトルク成分の差分から求める。位置偏差オフセット計算処理部は、2つのサーボモータに流れる実電流のトルク成分の差分を求め、求めた差分に第2の変換係数を乗ずることにより位置偏差オフセット量を得る。サーボモータに流れる実電流の差分は2つのサーボモータに働く力に対応し、第2の変換係数は実電流の偏差を位置の偏差補正に変換する係数である。したがって、実電流の差分に第2の変換係数を乗ずることにより、2つのサーボモータに働く力に基づいた位置偏差オフセット量が得られる。この位置偏差オフセット量を位置偏差に加算することにより、サーボモータ間に働く力に基づいた位置制御を行うことができる。

10

**【0013】**

また、他の形態では、トルク指令の差分に対する位置偏差オフセット量、あるいは実電流の差分に対する位置偏差オフセット量を予め求めておき、トルク指令の差分又は実電流の差分から対応する位置偏差オフセット量を読み出し、この位置偏差オフセット量を位置偏差に加算することにより、サーボモータ間に働く力に基づいた位置制御を行う。トルク指令の差分又は実電流の差分に対する位置偏差オフセット量は、例えばテーブルの形態で設定することができる。

20

**【0014】**

力の差が小さい場合には発熱等の問題が少なく位置偏差の補正が不要であり、また、偏差補正によってスレーブ側に位置偏差が生じるという副作用が発生する場合がある。そこで、モータ間に働く力の差が小さい場合には位置偏差の補正を行わず、モータ間に働く力の差が所定値を超えた場合に位置偏差の補正を行う形態とすることもできる。

この形態では、位置制御部は、2つのサーボモータに働く力の差分が一定値を超えた場合に位置偏差のオフセット量を計算する位置偏差オフセット計算処理部と、位置偏差オフセット計算処理部で計算された位置偏差オフセット量を位置偏差に加算する手段とを備える。

30

**【0015】**

位置偏差オフセット計算処理部の第1の形態は、2つのサーボモータに働く力を2つのサーボモータに指令されるトルク指令の差分から求め、差分が一定値を超えた分又は当該差分に対して変換係数を乗ずることにより位置偏差オフセット量を計算する。

また、位置偏差オフセット計算処理部の第2の形態は、2つのサーボモータに働く力を2つのサーボモータに流れる実電流のトルク成分の差分から求め、当該差分が一定値を超えた分又は当該差分に対して変換係数を乗ずることにより位置偏差オフセット量を計算する。

40

**【0016】**

また、位置偏差オフセット計算処理部は、位置偏差オフセットが位置制御部の周波数帯域より十分に低い周波数で変化させるための調整手段を備える。この調整手段により、位置制御を安定化させることができる。

**【0017】**

次に、位置指令に対して補正を施す態様において、位置制御部は、2つのサーボモータに働く力に基づいて前記位置指令のオフセット量を計算する位置指令オフセット計算処理部と、位置指令オフセット計算処理部で計算された位置指令オフセット量を位置指令に加算する手段とを備える。

**【0018】**

50

位置指令オフセット計算処理部は、種々の形態により構成することができる。第1の形態では、サーボモータ間に働く力をトルク指令の差分から求める。位置指令オフセット計算処理部は、2つのサーボモータに指令されるトルク指令の差分を求め、求めた差分に第3の変換係数を乗ずることにより位置指令オフセット量を得る。トルク指令の差分は2つのサーボモータに働く力に対応し、第3の変換係数はトルク指令の偏差を指令の偏差補正に変換する係数である。したがって、トルク指令の差分に第3の変換係数を乗ずることにより、2つのサーボモータに働く力に基づいた位置指令オフセット量が得られる。この位置指令オフセットを位置指令に加算することにより、サーボモータ間に働く力に基づいて位置制御を行うことができる。

【0019】

10

第2の形態では、サーボモータ間に働く力をサーボモータに流れる実電流のトルク成分の差分から求める。位置指令オフセット計算処理部は、2つのサーボモータに流れる実電流のトルク成分の差分を求め、求めた差分に第4の変換係数を乗ずることにより位置指令オフセットを得る。サーボモータに流れる実電流の差分は2つのサーボモータに働く力に対応し、第4の変換係数は実電流の偏差を指令の偏差補正に変換する係数である。したがって、実電流の差分に第4の変換係数を乗ずることにより、2つのサーボモータに働く力に基づいた位置指令オフセット量が得られる。この位置指令オフセット量を指令偏差に加算することにより、サーボモータ間に働く力に基づいた位置制御を行うことができる。

【0020】

また、位置指令に対して補正を施す態様においても、トルク指令の差分に対する位置指令オフセット量、あるいは実電流の差分に対する位置指令オフセット量を予め求めておき、トルク指令の差分又は実電流の差分から対応する位置指令オフセット量を読み出し、この位置指令オフセットを位置指令に加算することにより、サーボモータ間に働く力に基づいた位置制御を行う。トルク指令の差分又は実電流の差分に対する位置指令オフセット量は、例えばテーブルの形態で設定することができる。

20

【0021】

また、位置指令に対して補正においても、モータ間に働く力の差が小さい場合には位置偏差の補正を行わず、モータ間に働く力の差が所定値を超えた場合に位置偏差の補正を行う形態とすることもできる。

位置制御部は、2つのサーボモータに働く力の差分が一定値を超えた場合に位置指令のオフセット量を計算する位置指令オフセット計算処理部と、位置指令オフセット計算処理部で計算された位置指令オフセット量を位置指令に加算する手段とを備える。

30

【0022】

位置指令オフセット計算処理部の第1の形態は、2つのサーボモータに働く力を2つのサーボモータに指令されるトルク指令の差分から求め、当該差分が一定値を超えた分又は当該差分に対して変換係数を乗ずることにより位置指令オフセット量を計算する。

位置指令オフセット計算処理部の第2の形態は、2つのサーボモータに働く力を2つのサーボモータに流れる実電流のトルク成分の差分から求め、当該差分が一定値を超えた分又は当該差分に対して変換係数を乗ずることにより位置指令オフセット量を計算する。

【0023】

40

また、位置指令オフセット計算処理部は、位置指令オフセット量が位置制御部の周波数帯域より十分に低い周波数で変化させるための調整手段を備える。この調整手段により、位置制御を安定化させることができる。

この同期制御装置によれば、送り軸に適用した場合、2つのモータが引っ張り合う現象が改善され、両者の電流指令が小さくなり、位置偏差も小さくなる。また、円弧補間時において、モータ間の干渉が緩和され、補間精度が向上する。

モータ間に働く力が小さい場合には補正を行わず、所定値を超えた場合に補正を行う場合には、偏差補正によってスレーブ側に位置偏差が生じるという副作用を防ぐことができる。

【発明の効果】

50

## 【0024】

本発明の同期制御装置によれば、一つの対象物を複数台のモータで駆動し同期制御する際、モータ間に発生するストレスを低減することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0025】

以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

複数のサーボモータの制御は、例えば、数値制御装置等の上位制御装置や上位制御部、共有RAM、デジタルサーボ回路、電力増幅器、及び複数のモータから構成され、これらのモータは対象物（ワーク）に連結され、一つの駆動系を構成する。

## 【0026】

デジタルサーボ回路のプロセッサは、上位制御装置や上位制御部から指令された位置指令を共有RAMを介して読みとり、位置ループ処理、速度ループ処理、及び電流ループ処理を行う。位置指令から位置フィードバック値を減じて位置偏差を求め、この位置偏差にポジションゲインを乗じて位置ループ制御を行って速度指令を求め、この速度指令から速度フィードバック値を減じて速度偏差を求め、比例、積分制御等の速度ループ処理を行ってトルク指令（電流指令）を求める。さらにこのトルク指令から電流フィードバック値を減じて電流ループ処理を行い、各相の電圧指令を求めてPWM制御等を行ってサーボモータの駆動制御を行う。

## 【0027】

図1は本発明の同期制御装置の概略を説明するための概略ブロック図である。図1において、サーボモータ5A、5Bは対象物6を共有して結合され、同期制御装置1と共に駆動系を構成する。同期制御装置1は、サーボモータ5Aを制御するサーボ回路部A（位置制御部2A、速度制御部3A、電流制御部4A）と、サーボモータ5Bを制御するサーボ回路部B（位置制御部2B、速度制御部3B、電流制御部4B）と、サーボモータ5A、5B間に働く力に基づいて同期制御を行う同期補正処理部10を備える。同期補正処理部10は、位置制御部2A、2Bの位置偏差あるいは位置指令を補正する。なお、同期補正処理部10は、位置制御部2A、2Bのいずれか一方を補正することも、あるいは両方を補正することもできる。

## 【0028】

サーボ回路部Aは、通常のサーボ回路と同様に、位置制御部2A、速度制御部3A、電流制御部4Aを備え、位置制御部2Aは上位制御装置あるいは上位制御部から位置指令を受け取って速度指令を速度制御部3Aに送り、速度制御部3Aは速度指令を受け取ってトルク指令（電流指令）を電流制御部4Aに送り、電流制御部4Aはトルク指令を受け取って電圧指令を電力増幅器（図示していない）に送る。電力増幅器は電圧指令に基づいてサーボモータ5Aを駆動する。

## 【0029】

また、サーボ回路部Bは、通常のサーボ回路と同様に、位置制御部2B、速度制御部3B、電流制御部4Bを備え、位置制御部2Bは上位制御装置あるいは上位制御部から位置指令を受け取って速度指令を速度制御部3Bに送り、速度制御部3Bは速度指令を受け取ってトルク指令（電流指令）を電流制御部4Bに送り、電流制御部4Bはトルク指令を受け取って電圧指令を電力増幅器（図示していない）に送る。電力増幅器は電圧指令に基づいてサーボモータ5Bを駆動する。

## 【0030】

同期補正処理部10は、サーボモータ5Aとサーボモータ5Bとの間に働く力をサーボ回路部Aとサーボ回路部Bから求め、このモータ間に働く力に変換係数を乗じて得た値を、位置制御部2A及び/又は位置制御部2Bに入力する。同期補正処理部10は、サーボモータ5A、5B間に働くストレスを緩和し、両モータの同期を合わせる働きをする。

## 【0031】

同期補正処理部10は、2つのサーボモータに指令されるトルク指令の差分、又は2つのサーボモータに流れる実電流の差分からモータ間に働く力を求めることができ、また、

10

20

30

40

50

モータ間に働く力から求めた位置偏差オフセットによる位置偏差補正、又はモータ間に働く力から求めた位置指令オフセットによる位置指令補正を行うことができる。

以下、図 2 ~ 図 6 を用いて位置偏差を補正する態様について説明し、図 7 ~ 図 11 を用いて位置指令を補正する態様について説明する。

#### 【0032】

また、各態様において、図 2 , 図 7 は 2 つのサーボモータに指令されるトルク指令の差分からモータ間に働く力から求める形態を示し、図 4 , 図 9 は 2 つのサーボモータに流れる実電流の差分からモータ間に働く力から求める形態を示し、図 5 , 図 10 は、モータ間に働く力とオフセット量との関係を定めたテーブルを用いる形態を示し、図 6 , 図 11 は、2 つのサーボモータに補正をかける形態を示している。なお、図 3 は位置偏差を補正する態様のフローチャートであり、図 8 は位置指令を補正する態様のフローチャートである。

10

#### 【0033】

はじめに、位置偏差を補正する態様について説明する。

第 1 の例は、トルク指令の差分から得た位置偏差オフセット量により位置偏差を補正する例である。図 2 は、位置偏差を補正する態様において、2 つのサーボモータに指令されるトルク指令の差分からモータ間に働く力を求める形態の構成例を示す図である。

#### 【0034】

サーボ回路部 A は、通常のサーボ回路と同様に、位置制御部 2 A , 速度制御部 3 A , 電流制御部 4 A を備える。位置制御部 2 A は上位制御装置あるいは上位制御部から位置指令を受け取り、位置指令から位置フィードバックを減算して位置偏差を求め、ポジションゲインを乗じて得た速度指令を速度制御部 3 A に送る。

20

#### 【0035】

速度制御部 3 A は速度指令を受け取り、速度指令から速度フィードバックを減じて得たトルク指令（電流指令）を電流制御部 4 A に送る。電流制御部 4 A はトルク指令を受け取って電圧指令を電力増幅器（図示していない）に送り、電力増幅器は電圧指令に基づいてサーボモータ 5 A を駆動する。

#### 【0036】

サーボモータ 5 A は、図示しないエンコーダ等により速度を検出し、速度制御部 3 A に速度フィードバックする。なお、位置フィードバックは、速度フィードバックを積分して求めることも、あるいは、サーボモータ 5 A に設けたエンコーダにより位置を検出して得ることもできる。

30

#### 【0037】

また、サーボ回路部 B は、通常のサーボ回路と同様に、位置制御部 2 B , 速度制御部 3 B , 電流制御部 4 B を備える。位置制御部 2 B は上位制御装置あるいは上位制御部から位置指令を受け取り、位置指令から位置フィードバックを減算して位置偏差を求め、ポジションゲインを乗じて得た速度指令を速度制御部 3 B に送る。

#### 【0038】

速度制御部 3 B は速度指令を受け取り、速度指令から速度フィードバックを減じて得たトルク指令（電流指令）を電流制御部 4 B に送る。電流制御部 4 B はトルク指令を受け取って電圧指令を電力増幅器（図示していない）に送り、電力増幅器は電圧指令に基づいてサーボモータ 5 B を駆動する。

40

#### 【0039】

サーボモータ 5 B は、図示しないエンコーダ等により速度を検出し、速度制御部 3 B に速度フィードバックする。なお、位置フィードバックは、速度フィードバックを積分して求めることも、あるいは、サーボモータ 5 B に設けたエンコーダにより位置を検出して得ることもできる。

#### 【0040】

同期補正処理部 10 は、フィルタ 10 a と位置偏差オフセット量を計算する手段 10 b と、位置偏差オフセット量を制限するリミット手段 10 c を備え、2 つのサーボモータに

50

指令されるトルク指令の差分からモータ間に働く力を求め、位置偏差オフセット量を求め、サーボ回路部 B の位置偏差に加えて位置偏差を補正する。同期補正処理部 10 には、速度制御部 3 A からのトルク指令と、速度制御部 3 B からのトルク指令との差分を入力する。

【0041】

フィルタ 10 a は、位置制御部 2 A の周波数帯域よりも低い周波数で補正を行うために、入力したトルク指令の差分の低周波数成分を抽出する。フィルタ 10 a は、例えばローパスフィルタで構成することができる。

【0042】

位置偏差オフセット量を計算する手段 10 b は、トルク指令の偏差（差分）に第 1 の変換係数  $K_1$  を乗じることにより位置偏差オフセット量を求める。第 1 の変換係数  $K_1$  は、トルク指令の偏差（差分）を位置の偏差補正に変換する係数である。 10

【0043】

位置偏差オフセット量を制限するリミット手段 10 c は、位置偏差オフセット量を計算する手段 10 b で求めた位置偏差オフセット量が大きくなりすぎないように制限を加える。リミット値は、予め設定しておく。

【0044】

同期補正処理部 10 で得られた位置偏差オフセット量は、サーボ回路部 B の位置制御部 2 B の位置偏差に加えらる。なお、位置偏差オフセット量は、サーボ回路部 B の位置制御部 2 B の位置偏差に限らず、サーボ回路部 A の位置制御部 2 A の位置偏差に加えるようにしてもよい。 20

【0045】

サーボモータ 5 A とサーボモータ 5 B との間に生じる物理的な干渉は、同期補正処理部 10 による位置偏差の補正により減少される。

図 3 に示すフローチャートは、同期補正処理部が行う位置偏差オフセットの計算処理を示しており、図 2 に示すトルク指令の差分から位置偏差オフセットを求める例について示している。

【0046】

同期補正処理部において、補正機能が有効である場合には（ステップ S 1）、モータ回路 A のトルク指令（ $T_{CMD1}$ ）とモータ回路 B のトルク指令（ $T_{CMD2}$ ）を取り込み、その偏差  $T (= T_{CMD1} - T_{CMD2})$  を計算する（ステップ S 2）。 30

【0047】

フィルタ 10 a は、フィルタ処理によって求めた偏差  $T$  から低周波成分  $F_{out} (= FILTER(T))$  を抽出する。なお、 $FILTER(T)$  はフィルタ処理を表しており、所望のフィルタ特性を設定することができる（ステップ S 3）。

位置偏差オフセット量を計算する手段 10 b は、フィルタ処理したトルク指令の偏差出力  $F_{out}$  に第 1 の変換係数  $K_1$  を乗じて、位置偏差オフセット量  $E_{offset}$  を計算する。

【0048】

トルク指令の差分に第 1 の変換係数  $K_1$  を乗ずることにより、2 つのサーボモータに働く力に基づいた位置偏差オフセットが得られる（ステップ S 4）。求めた位置偏差オフセット量  $E_{offset}$  が制限値を越えないようにリミットをかける。リミット値は、モータの駆動系に応じて設定することができる（ステップ S 5）。 40

【0049】

求めた位置偏差オフセット量を位置制御部の位置偏差に加算し、位置偏差  $E_r (= E_r + E_{offset})$  を求める。この位置偏差オフセットを位置偏差に加算することにより、サーボモータ間に働く力に基づいて位置制御を行うことができる（ステップ S 6）。

位置制御部 2 B は、補正された位置偏差  $E_r$  にポジションゲイン  $K_p$  を乗じて速度指令  $V_{CMD} (= K_p \times E_r)$  を計算し、速度制御部 3 B に送る（ステップ S 7）。

【0050】

第 2 の例は、実電流の差分から得た位置偏差オフセット量により位置偏差を補正する例 50

である。図4は、位置偏差を補正する態様において、2つのサーボモータに流れる実電流の差分からモータ間に働く力を求める形態の構成例を示す図である。

サーボ回路部A及びサーボ回路部Bの構成は、図2と同様とすることができるため、ここでの説明は省略する。

【0051】

同期補正処理部10は、フィルタ10aと位置偏差オフセット量を計算する手段10bと、位置偏差オフセット量を制限するリミット手段10cを備え、2つのサーボモータに流れる実電流の差分からモータ間に働く力を求め、位置偏差オフセット量を求め、サーボ回路部Bの位置偏差に加えて位置偏差を補正する。同期補正処理部10には、電流制御部4Aからの実電流と、電流制御部4Bからの実電流との差分を入力する。

10

【0052】

フィルタ10aは、位置制御部2Aの周波数帯域よりも低い周波数で補正を行うために、入力したトルク指令の差分の低周波数成分を抽出する。フィルタ10aは、例えばローパスフィルタで構成することができる。

【0053】

位置偏差オフセット量を計算する手段10bは、実電流の偏差(差分)に第2の変換係数K2を乗じることにより位置偏差オフセット量を求める。第2の変換係数K2は、実電流の偏差(差分)を位置の偏差補正に変換する係数である。

【0054】

位置偏差オフセット量を制限するリミット手段10cは、位置偏差オフセット量を計算する手段10bで求めた位置偏差オフセット量が大きくなりすぎないように制限を加える。リミット値は予め設定しておく。

20

【0055】

同期補正処理部10で得られた位置偏差オフセット量は、サーボ回路部Bの位置制御部2Bの位置偏差に加えられる。なお、位置偏差オフセット量は、サーボ回路部Bの位置制御部2Bの位置偏差に限らず、サーボ回路部Bの位置制御部2Bの位置偏差に加えるようにしてもよい。

【0056】

サーボモータ5Aとサーボモータ5Bとの間に生じる物理的な干渉は、同期補正処理部10による位置偏差の補正により減少される。

30

なお、図4に示す構成の同期補正処理部が行う位置偏差オフセットの計算処理は、図3のフローチャートにおいて、トルク指令を実電流とし、変換係数Kを第2の変換係数K2とすることにより、ほぼ同様に行うことができる。

【0057】

第3の例は、トルク偏差と位置偏差オフセットのテーブルを用いて位置偏差を補正する例である。図5は、位置偏差を補正する態様において、モータ間に働く力とオフセット量との関係を定めたテーブル10dを用いる形態の構成例を示す図である。

サーボ回路部A及びサーボ回路部Bの構成は、図2, 4と同様とすることができるため、ここでの説明は省略する。

【0058】

同期補正処理部10は、トルク偏差と位置偏差オフセット量との関係をテーブル等により保存しておき、トルク指令の差分(偏差)を入力し、対応する位置偏差オフセット量を出力する。トルク偏差と位置偏差オフセット量との関係は、図2の構成等により予め求めて記録手段に記録しておく。記録手段は、入力したトルク偏差に対応する位置偏差オフセット量を出力する。

40

【0059】

同期補正処理部10で得られた位置偏差オフセット量は、サーボ回路部Bの位置制御部2Bの位置偏差に加えられる。なお、位置偏差オフセット量は、サーボ回路部Bの位置制御部2Bの位置偏差に限らず、サーボ回路部Aの位置制御部2Aの位置偏差に加えるようにしてもよい。

50

また、図 5 に示す例ではトルク偏差と位置偏差オフセット量との関係を格納しているが、実電流偏差と位置偏差オフセット量との関係を格納しておき、実電流の差分を入力して位置偏差オフセット量を出力する構成とすることもできる。

【 0 0 6 0 】

また、図 2 ~ 図 5 で示した構成例では、同期補正処理部 1 0 から出力される位置偏差オフセット量を、一方のサーボ回路の位置制御部の位置偏差に加えているが、両方のサーボ回路の位置制御部の位置偏差に加えるようにしてもよい。図 6 は、第 4 の例であり、両方のサーボ回路の位置制御部の位置偏差に位置偏差オフセット量を加える構成例を示している。

【 0 0 6 1 】

なお、サーボ回路部 A 及びサーボ回路部 B の位置制御部 2 A , 2 B の位置偏差に位置偏差オフセット量を加える構成以外は、図 2 に示した構成と同様であるので、ここでの説明は省略する。

【 0 0 6 2 】

次に、位置指令を補正する態様について説明する。

第 5 の例は、トルク指令の差分から得た位置処理オフセット量により位置指令を補正する例である。図 7 は、位置指令を補正する態様において、2 つのサーボモータに指令されるトルク指令の差分からモータ間に働く力を求める形態の構成例を示す図である。

サーボ回路部 A、サーボ回路部 B、及び同期補正処理部 1 0 の構成は、図 2 と同様とすることができるため、ここでの説明は省略する。

【 0 0 6 3 】

同期補正処理部 1 0 は、フィルタと位置指令オフセット量を計算する手段と、位置指令オフセット量を制限するリミット手段を備え、2 つのサーボモータに指令されるトルク指令の差分からモータ間に働く力を求め、位置指令オフセット量を求め、サーボ回路部 B の位置指令に加えて位置指令を補正する。同期補正処理部 1 0 には、速度制御部 3 A からのトルク指令と、速度制御部 3 B からのトルク指令との差分を入力する。

【 0 0 6 4 】

フィルタは、位置制御部 2 A の周波数帯域よりも低い周波数で補正を行うために、入力したトルク指令の差分の低周波数成分を抽出する。フィルタは、例えばローパスフィルタで構成することができる。

【 0 0 6 5 】

位置指令オフセット量を計算する手段は、トルク指令の偏差（差分）に第 3 の変換係数  $K_3$  を乗じることにより位置指令オフセット量を求める。第 3 の変換係数  $K_3$  は、トルク指令の偏差（差分）を指令の偏差補正に変換する係数である。

【 0 0 6 6 】

位置指令オフセット量を制限するリミット手段は、位置指令オフセット量を計算する手段で求めた位置指令オフセット量が大きくなりすぎないように制限を加える。リミット値は、予め設定しておく。

【 0 0 6 7 】

同期補正処理部 1 0 で得られた位置指令オフセット量は、サーボ回路部 B の位置制御部 2 B の位置指令に加えられる。なお、位置指令オフセット量は、サーボ回路部 B の位置制御部 2 B の位置指令に限らず、サーボ回路部 A の位置制御部 2 A の位置指令に加えるようにしてもよい。

サーボモータ 5 A とサーボモータ 5 B との間に生じる物理的な干渉は、同期補正処理部 1 0 による位置指令の補正により減少される。

【 0 0 6 8 】

図 8 に示すフローチャートは、同期補正処理部が行う位置指令オフセットの計算処理を示しており、図 7 に示すトルク指令の差分から位置指令オフセットを求める例について示している。

【 0 0 6 9 】

10

20

30

40

50

同期補正処理部において、補正機能が有効である場合には（ステップS11）、モータ回路Aのトルク指令（TCMD1）とモータ回路Bのトルク指令（TCMD2）を取り込み、その偏差  $T (= TCMD1 - TCMD2)$  を計算する（ステップS12）。

【0070】

フィルタは、フィルタ処理によって求めた偏差  $T$  から低周波成分  $F_{out} (= FILTER(T))$  を抽出する。なお、 $FILTER(T)$  はフィルタ処理を表しており、所望のフィルタ特性を設定することができる（ステップS13）。

【0071】

位置指令オフセット量を計算する手段は、フィルタ処理したトルク指令の偏差出力  $F_{out}$  に第3の変換係数  $K_3$  を乗じて、位置指令オフセット量  $P_{offset}$  を計算する。

10

【0072】

トルク指令の差分に第3の変換係数  $K_3$  を乗ずることにより、2つのサーボモータに働く力に基づいた位置指令オフセットが得られる（ステップS14）。求めた位置指令オフセット量  $P_{offset}$  が制限値を越えないようにリミットをかける。リミット値は、モータの駆動系に応じて設定することができる（ステップS15）。

【0073】

求めた位置指令オフセット量を位置制御部の位置指令に加算し、位置指令  $MCMD (= MCMD + P_{offset})$  を求める。この位置指令オフセット  $P_{offset}$  を位置指令  $MCMD$  に加算することにより、サーボモータ間に働く力に基づいて位置制御を行うことができる（ステップS16）。

20

【0074】

位置制御部2Bは、補正された位置指令  $MCMD$  から位置フィードバックを減算して得た位置偏差  $E_r$  にポジションゲイン  $K_p$  を乗じて速度指令  $VCMD (= K_p \times E_r)$  を計算し、速度制御部3Bに送る。

【0075】

第6の例は、実電流の差分から得た位置指令オフセット量により位置指令を補正する例である。図9は、位置指令を補正する態様において、2つのサーボモータに流れる実電流の差分からモータ間に働く力を求める形態の構成例を示す図である。

【0076】

サーボ回路部A、サーボ回路部B、及び同期補正処理部10の構成は、図2、4と同様とすることができるため、ここでの説明は省略する。

30

同期補正処理部10は、フィルタと位置指令オフセット量を計算する手段と、位置指令オフセット量を制限するリミット手段を備え、2つのサーボモータに流れる実電流の差分からモータ間に働く力を求め、位置指令オフセット量を求め、サーボ回路部Bの位置指令に加えて位置指令を補正する。同期補正処理部10には、電流制御部4Aからの実電流と、電流制御部4Bからの実電流との差分を入力する。

【0077】

フィルタは、位置制御部2Aの周波数帯域よりも低い周波数で補正を行うために、入力した実電流の差分の低周波数成分を抽出する。フィルタは、例えばローパスフィルタで構成することができる。

40

【0078】

位置指令オフセット量を計算する手段は、実電流の偏差（差分）に第4の変換係数  $K_4$  を乗じることにより位置指令オフセット量を求める。第4の変換係数  $K_4$  は、実電流の偏差（差分）を指令の偏差補正に変換する係数である。

【0079】

位置指令オフセット量を制限するリミット手段は、位置指令オフセット量を計算する手段で求めた位置指令オフセット量が大きくなりすぎないように制限を加える。リミット値は、予め設定しておく。

【0080】

同期補正処理部10で得られた位置指令オフセット量は、サーボ回路部Bの位置制御部

50

2 B の位置指令に加えられる。なお、位置指令オフセット量は、サーボ回路部 B の位置制御部 2 B の位置指令に限らず、サーボ回路部 A の位置制御部 2 A の位置指令に加えるようにしてもよい。

サーボモータ 5 A とサーボモータ 5 B との間に生じる物理的な干渉は、同期補正処理部 1 0 による位置指令の補正により減少される。

#### 【0081】

第 7 の例は、トルク偏差と位置指令オフセットのテーブルを用いて位置指令を補正する例である。図 1 0 は、位置指令を補正する態様において、モータ間に働く力とオフセット量との関係を定めたテーブルを用いる形態の構成例を示す図である。

サーボ回路部 A 及びサーボ回路部 B の構成は、図 5 と同様とすることができるため、ここでの説明は省略する。 10

#### 【0082】

同期補正処理部 1 0 は、トルク偏差と位置指令オフセット量との関係をテーブル等により保存しておき、トルク指令の差分（偏差）を入力し、対応する位置指令オフセット量を出力する。トルク偏差と位置指令オフセット量との関係は、図 9 の構成等により予め求めて記録手段に記録しておく。記録手段は、入力したトルク偏差に対応する位置指令オフセット量を出力する。

#### 【0083】

同期補正処理部 1 0 で得られた位置指令オフセット量は、サーボ回路部 B の位置制御部 2 B の位置指令に加えられる。なお、位置指令オフセット量は、サーボ回路部 B の位置制御部 2 B の位置偏差に限らず、サーボ回路部 A の位置制御部 2 A の位置偏差に加えるようにしてもよい。 20

#### 【0084】

また、図 1 0 に示す例ではトルク偏差と位置指令オフセット量との関係を格納しているが、実電流偏差と位置指令オフセット量との関係を格納しておき、実電流の差分を入力して位置指令オフセット量を出力する構成とすることもできる。また、図 7 ~ 図 1 0 で示した構成例では、同期補正処理部 1 0 から出力される位置指令オフセット量を、一方のサーボ回路の位置制御部に位置指令に加えているが、両方のサーボ回路の位置制御部の位置指令に加えるようにしてもよい。図 1 1 は第 8 の例であり、両方のサーボ回路の位置制御部の位置指令に位置指令オフセット量を加える構成例を示している。 30

#### 【0085】

なお、サーボ回路部 A 及びサーボ回路部 B の位置制御部 2 A , 2 B の位置指令に位置指令オフセット量を加える構成以外は、図 7 に示した構成と同様であるので、ここでの説明は省略する。

#### 【0086】

図 1 2 は、本発明による同期制御と従来の同期制御とを比較する図である。従来の同期制御では、位置指令と位置検出器で検出した位置フィードバックとを一致させる制御を行う。この制御は各モータ毎に行うため、両モータの位置に位置検出器の誤差や熱膨張によってずれが生じた場合には、この位置ずれにより、一方のモータ 1 には引く方向に力が発生し、他方のモータ 2 には押す方向の力が発生する。この反対方向の力により、両モータにはストレスが加わることになる。 40

#### 【0087】

これに対して、本発明の同期制御では、各モータからの位置フィードバック値が位置指令と一致するように位置制御することに代えて、モータ間に働く力を求め、このモータ間に働く力が減少するように制御する。この制御によれば、両モータの位置に位置検出器の誤差や熱膨張によってずれが生じた場合にも、両モータに働く力を低減させるように制御するため、両モータに加わるストレスを低減させることができる。

#### 【0088】

図 1 3 はモータ送り時における位置偏差と電流指令との関係を示している。図 1 3 ( a ) は本発明の同期制御の適用前の状態を示し、図 1 3 ( b ) は本発明の同期制御の適用後 50

の状態を示している。

【0089】

図13(a)によれば、2つのモータが引っ張りあうため、両モータの電流指令が大きくなる。一方、図13(b)によれば、2つのモータが引っ張りあう現象が改善され、両モータの電流指令が小さくなる。また、位置偏差も小さくなる。なお、図13では、モータによる移動中の状態と停止中の状態を示している。

【0090】

図14は円弧補正時における位置偏差を示している。図14(a)は本発明の同期制御の適用前の状態を示し、図14(b)は本発明の同期制御の適用後の状態を示している。

図14(a)によれば、2つのモータが干渉しながら動くため、精度が低下する。一方、図14(b)によれば、2つのモータが干渉が緩和されるため、精度が向上される。

10

【0091】

次に、モータ間に働く力が小さい場合には補正を行わず、所定値を超えた場合に補正を行う形態について、図15～図18を用いて位置偏差を補正する形態について説明し、図19, 図20を用いて位置指令を補正する形態について説明する。

【0092】

なお、以下では、位置偏差を補正する形態において、トルク指令の差分から位置偏差オフセット量を計算する例について説明し、実電流の差分から位置偏差オフセット量を計算する例、トルク値 - 位置偏差オフセット量のテーブルを使用する例、2つのモータに補正をかける例等については同様であるため省略する。

20

【0093】

また、位置指令を補正する形態においても、トルク指令の差分から位置指令オフセット量を計算する例について説明し、実電流の差分から位置指令オフセット量を計算する例、トルク値 - 位置指令オフセット量のテーブルを使用する例、2つのモータに補正をかける例等については同様であるため省略する。

【0094】

はじめに、位置偏差を補正する形態について図15を用いて説明する。図15はトルク指令の差分から位置偏差オフセット量を計算する例であり、前記図2とほぼ同様の構成とすることができる。この形態は、図2に示す形態において、2つのサーボモータに働く力の差分が一定値を超えた場合に位置偏差のオフセット量を計算する位置偏差オフセット計算処理部10eと、位置偏差オフセット計算処理部で計算された位置偏差オフセット量を位置偏差に加算する手段とを備える。

30

【0095】

位置偏差オフセット計算処理部10eは、2つのサーボモータに働く力の差分にベースを設け、この差分がベース以下である場合には「0」を出力し、差分がベースを超える場合には差分からベース分を差し引いた量又は差分量を出力する。

【0096】

図17、図18は位置偏差オフセット計算処理部10eの出力例であり、横軸に2つのサーボモータに働く力の差分(TCMD1 - TCMD2)を示し、縦軸に出力 T を示している。

図17に示す出力例は、差分がベース以下である場合には「0」を出力し、差分がベース(Base)を超える場合には差分からベース分を差し引いた量(TCMD1 - TCMD2 - Base)を出力する。また、図18に示す出力例は、差分がベース以下である場合には「0」を出力し、差分がベース(Base)を超える場合には差分量(TCMD1 - TCMD2)を出力する。

40

【0097】

同期補正処理部10は、2つのサーボモータに指令されるトルク指令の差分について、位置偏差オフセット計算処理部10eにより、2つのサーボモータに働く力の差分(TCMD1 - TCMD2)がベース(Base)以下である場合には、サーボモータに働く力の差はないものとし、位置偏差オフセット量は算出せず、2つのサーボモータに働く力の差分(TCMD1 - TCMD2)がベース(Base)を超えた場合に、サーボモータに働く力の差を出力して位置偏差オフセット量は算出する。

50

## 【 0 0 9 8 】

図 1 6 に示すフローチャートは、同期補正処理部が行う位置偏差オフセットの計算処理を示しており、図 1 5 に示すトルク指令の差分から位置偏差オフセットを求める例について示している。また、位置偏差オフセット計算処理部 1 0 e は図 1 7 に示す出力特性を備えるものとする。

## 【 0 0 9 9 】

図 1 6 に示すフローチャートは図 3 に示すフローチャートとほぼ同様であり、ステップ S 2 2 の差分の算出工程における算出出力の点で相違し、その他の工程は共通している。そこで、ここではステップ S 2 2 の工程についてのみ説明する。ステップ S 2 2 の差分の算出工程において、位置偏差オフセット計算処理部 1 0 e の出力である偏差  $T$  は、図 1 7 に示すように、モータ 1 のトルク指令 TCMD1 がモータ 2 のトルク指令 TCMD2 よりも大きい場合には  $(TCMD1 - TCMD2 - Base)$  と 0 の大きい方を出力し、モータ 1 のトルク指令 TCMD1 がモータ 2 のトルク指令 TCMD2 よりも小さい場合には  $(TCMD1 - TCMD2 + Base)$  と 0 の大きい方を出力する。

10

## 【 0 1 0 0 】

ステップ S 2 2 の工程において偏差  $T$  を算出した後は、ステップ S 2 3 ~ ステップ S 2 7 において、図 3 のフローチャートのステップ S 3 ~ ステップ S 7 と同様の処理により速度指令を計算する。

## 【 0 1 0 1 】

次に、位置指令を補正する形態について図 1 9 を用いて説明する。図 1 9 はトルク指令の差分から位置指令オフセット量を計算する例であり、前記図 7 とほぼ同様の構成とすることができる。この形態は、図 7 に示す形態において、2 つのサーボモータに働く力の差分が一定値を超えた場合に位置偏差のオフセット量を計算する位置偏差オフセット計算処理部 1 0 e と、位置偏差オフセット計算処理部で計算された位置偏差オフセット量を位置偏差に加算する手段とを備える。

20

## 【 0 1 0 2 】

位置偏差オフセット計算処理部 1 0 e は、前記したと同様に、2 つのサーボモータに働く力の差分にベースを設け、この差分がベース以下である場合には「0」を出力し、差分がベースを超える場合には差分からベース分を差し引いた量又は差分量を出力する。

位置偏差オフセット計算処理部 1 0 e の出力特性は、前記した図 1 7 , 1 8 と同様とすることができる。

30

## 【 0 1 0 3 】

同期補正処理部 1 0 は、2 つのサーボモータに指令されるトルク指令の差分について、位置偏差オフセット計算処理部 1 0 e により、2 つのサーボモータに働く力の差分  $(TCMD1 - TCMD2)$  がベース (Base) 以下である場合には、サーボモータに働く力の差はないものとし、位置偏差オフセット量は算出せず、2 つのサーボモータに働く力の差分  $(TCMD1 - TCMD2)$  がベース (Base) を超えた場合に、サーボモータに働く力の差を出力して位置偏差オフセット量は算出する。

## 【 0 1 0 4 】

図 2 0 に示すフローチャートは、同期補正処理部が行う位置指令オフセットの計算処理を示しており、図 1 5 に示すトルク指令の差分から位置指令オフセットを求める例について示している。また、位置偏差オフセット計算処理部 1 0 e は図 1 7 又は図 1 8 に示す出力特性を備えるものとする。

40

## 【 0 1 0 5 】

図 1 6 に示すフローチャートは図 3 に示すフローチャートとほぼ同様であり、ステップ S 3 2 の差分の算出工程における算出出力の点で相違し、その他の工程は共通している。そこで、ここではステップ S 3 2 の工程についてのみ説明する。ステップ S 3 2 のトルク指令の偏差の算出工程において、位置偏差オフセット計算処理部 1 0 e の出力である偏差  $T$  は、図 1 7 又は図 1 8 に示すように、モータ 1 のトルク指令 TCMD1 がモータ 2 のトルク指令 TCMD2 よりも大きい場合には  $(TCMD1 - TCMD2 - Base)$  と 0 の大きい方を出力し、モ

50

ータ 1 のトルク指令 TCMD1 がモータ 2 のトルク指令 TCMD2 よりも小さい場合には ( TCMD1 - TCMD2 + Base ) と 0 の大きい方を出力する。

【 0 1 0 6 】

ステップ S 3 2 の工程において偏差 T を算出した後は、ステップ S 3 3 ~ ステップ S 3 6 において、図 8 のフローチャートのステップ S 1 3 ~ ステップ S 1 6 と同様の処理により位置指令オフセット量を計算し位置指令に加算する。

【 0 1 0 7 】

上記したように、モータ間に働く力にベース分を設け、このベース分よりも力の差が大きくなった場合にのみ補正を行うことによりスレーブ側に発生する位置偏差を防ぐことができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 0 8 】

【 図 1 】 本発明の同期制御装置の概略を説明するための概略ブロック図である。

【 図 2 】 トルク指令の差分から得られる位置偏差オフセットにより位置偏差を補正する構成例を示す図である。

【 図 3 】 本発明の位置偏差を補正する態様のフローチャートである。

【 図 4 】 実電流の差分から得られる位置偏差オフセットにより位置偏差を補正する構成例を示す図である。

【 図 5 】 トルク偏差と位置偏差オフセットのテーブルにより位置偏差を補正する構成例を示す図である。

【 図 6 】 2 つのモータに対して位置偏差補正を行う構成例を示す図である。

【 図 7 】 トルク指令の差分から得られる位置指令オフセットにより位置指令を補正する構成例を示す図である。

【 図 8 】 本発明の位置指令を補正する態様のフローチャートである。

【 図 9 】 実電流の差分から得られる位置指令オフセットにより位置指令を補正する構成例を示す図である。

【 図 1 0 】 トルク偏差と位置指令差オフセットのテーブルにより位置指令を補正する構成例を示す図である。

【 図 1 1 】 2 つのモータに対して位置指令補正を行う構成例を示す図である。

【 図 1 2 】 本発明による同期制御と従来の同期制御とを比較する図である。

【 図 1 3 】 モータ送り時における位置偏差と電流指令との関係を示す図である。

【 図 1 4 】 円弧補正時における位置偏差を示す図である。

【 図 1 5 】 トルク指令の差分から得られる位置偏差オフセットにより位置偏差を補正する他の構成例を示す図である。

【 図 1 6 】 本発明の位置偏差を補正する他の態様のフローチャートである。

【 図 1 7 】 位置偏差オフセット計算処理部の出力例である。

【 図 1 8 】 位置偏差オフセット計算処理部の他の出力例である。

【 図 1 9 】 トルク指令の差分から得られる位置指令オフセットにより位置指令を補正する別の構成例を示す図である。

【 図 2 0 】 本発明の位置偏差を補正する別の態様のフローチャートである。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 9 】

- 1 同期制御装置
- 2 A , 2 B 位置制御部
- 3 A , 3 B 速度制御部
- 4 A , 4 B 電流制御部
- 5 A , 5 B サーボモータ
- 6 対象物 ( ワーク )
- A , B サーボ回路部
- 1 0 同期補正処理部

10

20

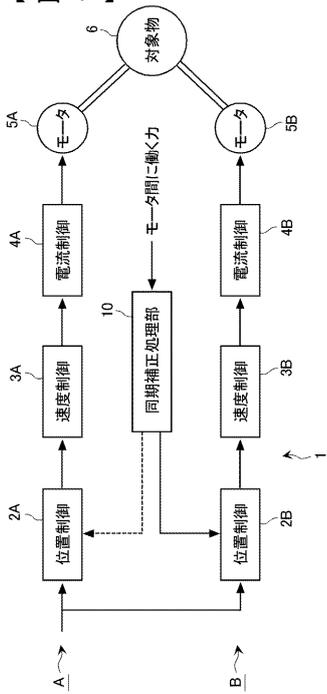
30

40

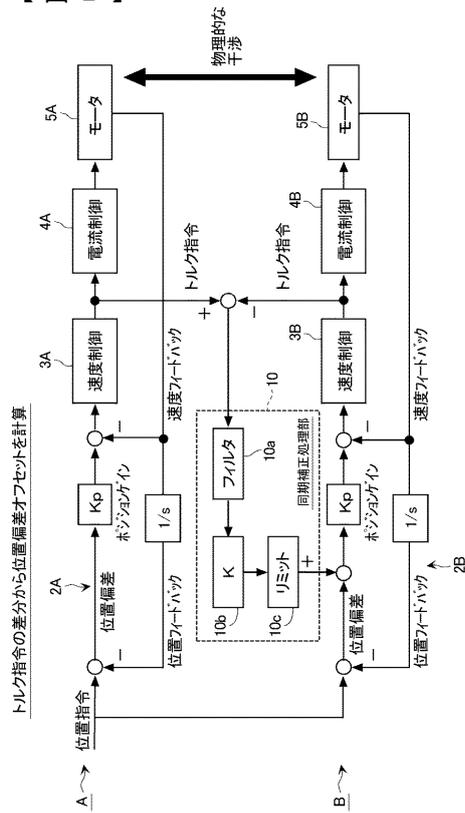
50

- 10 a フィルタ
- 10 b 位置偏差オフセット量を計算する手段
- 10 c 位置偏差オフセット量を制限するリミット手段
- 10 d テーブル
- 10 e 位置偏差オフセット計算処理部

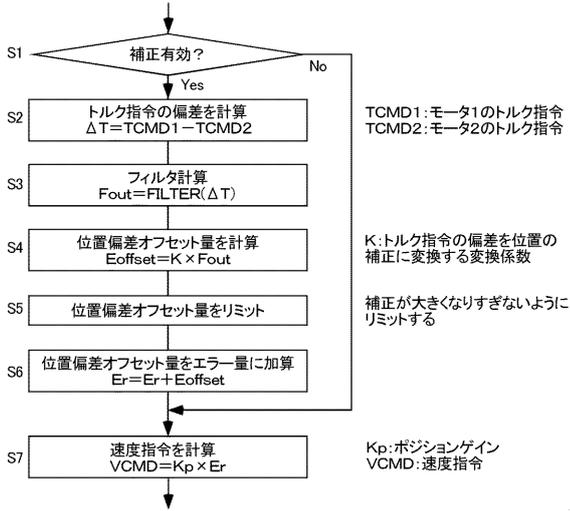
【図 1】



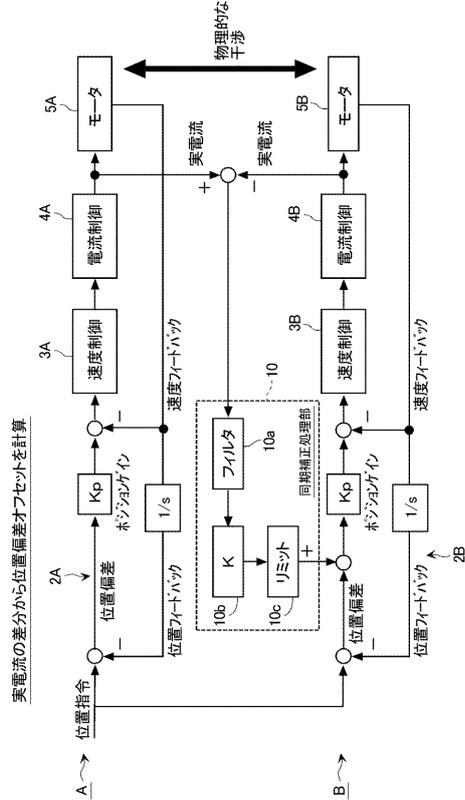
【図 2】



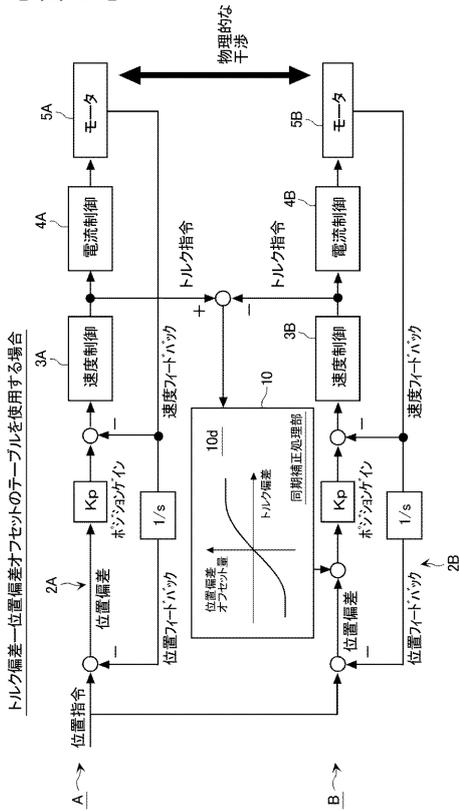
【 図 3 】  
位置偏差オフセットの計算処理



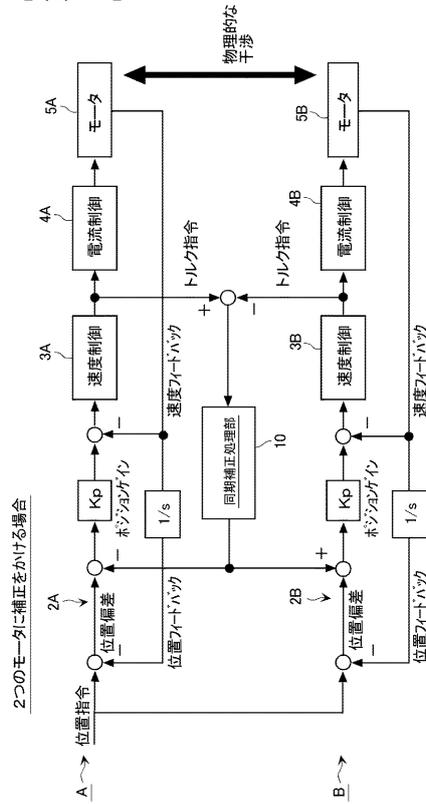
【 図 4 】



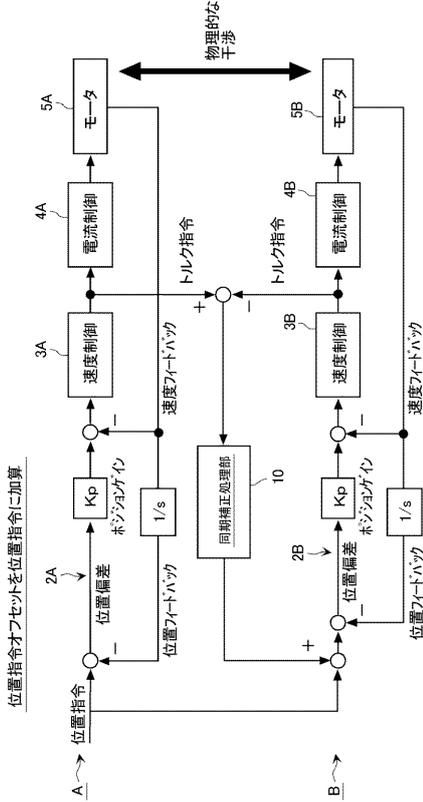
【 図 5 】



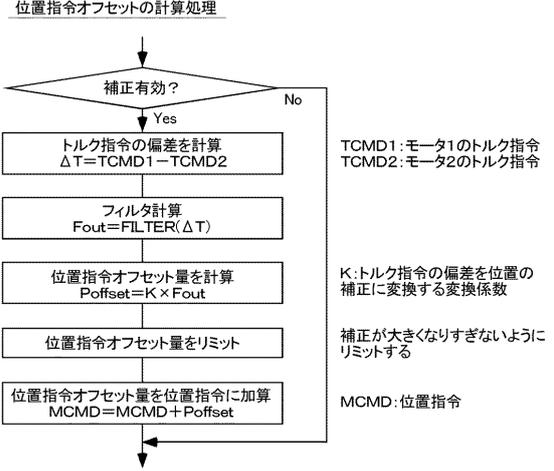
【 図 6 】



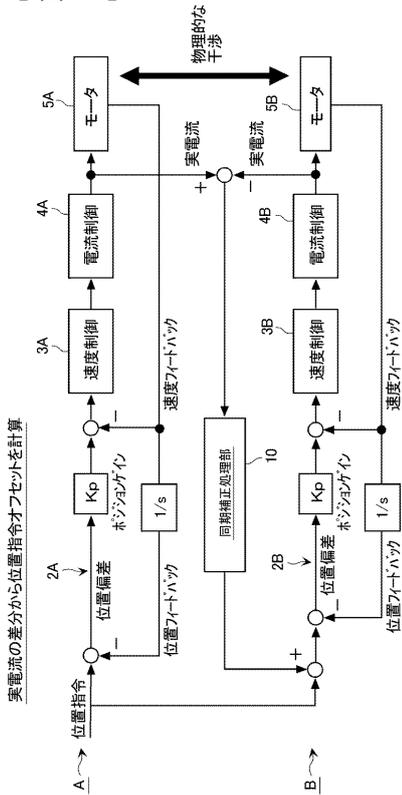
【図7】



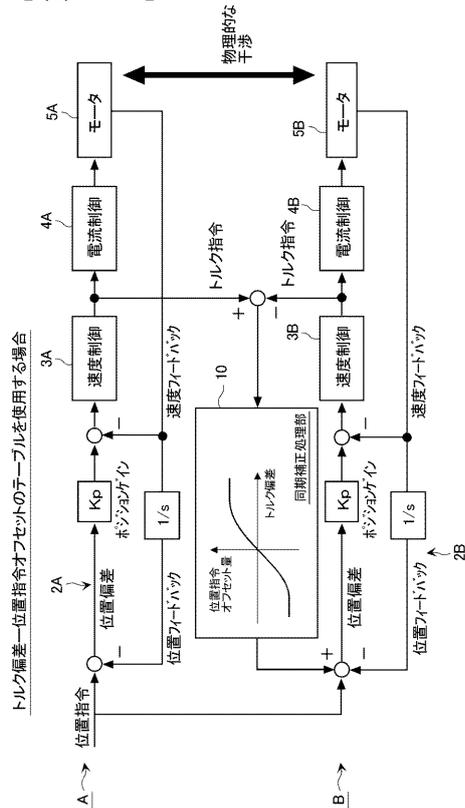
【図8】



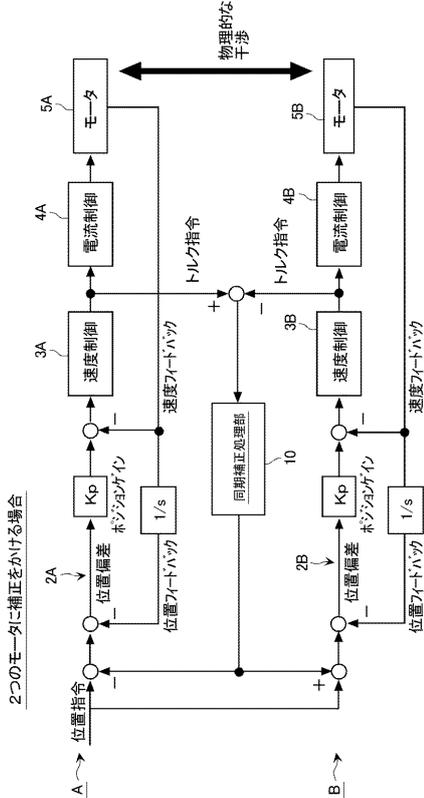
【図9】



【図10】

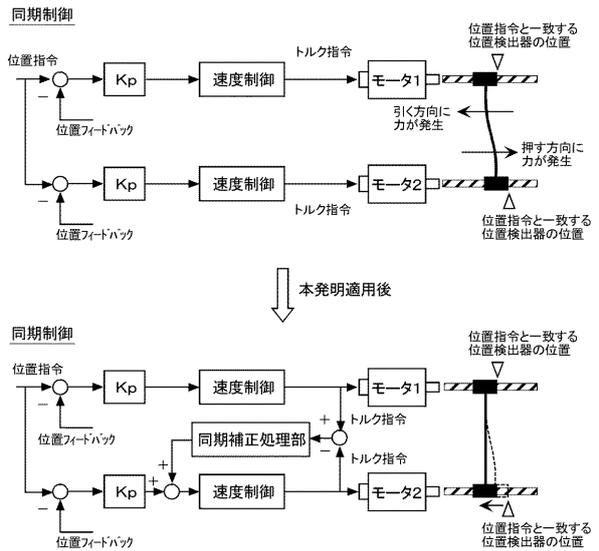


【図 1 1】



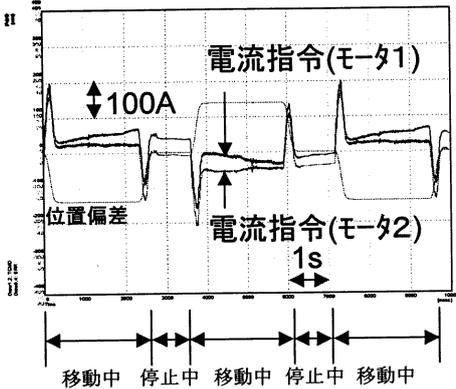
【図 1 2】

トルク指令の差から一方のモータ位置を補正

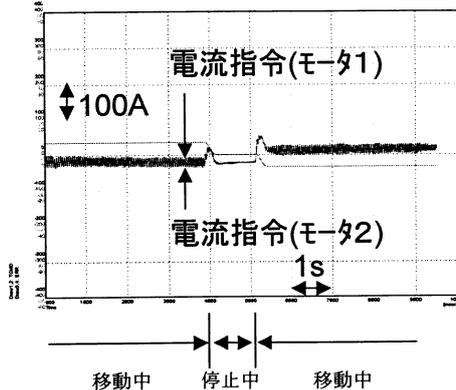


【図 1 3】

(a) 適用前

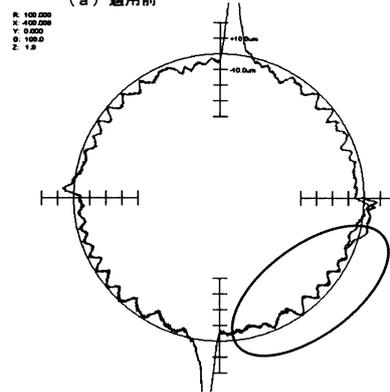


(b) 適用後

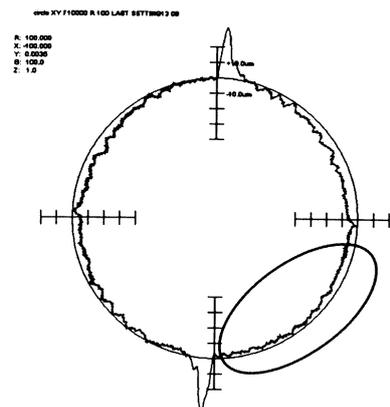


【図 1 4】

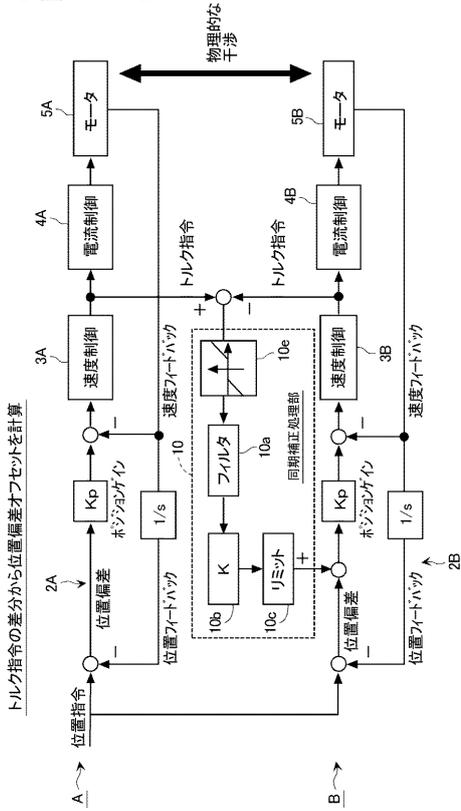
(a) 適用前



(b) 適用後

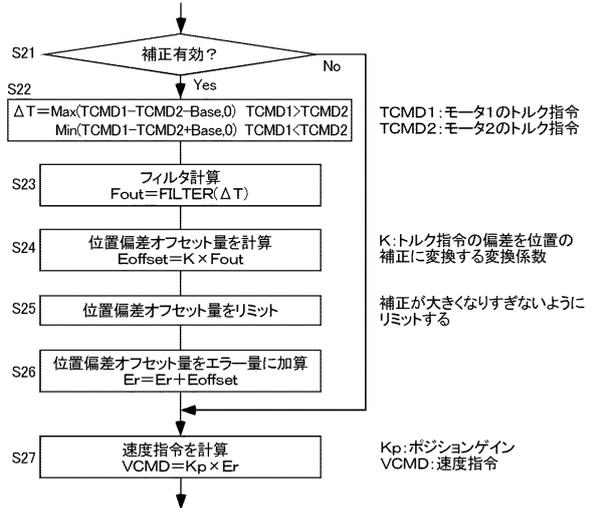


【 図 1 5 】

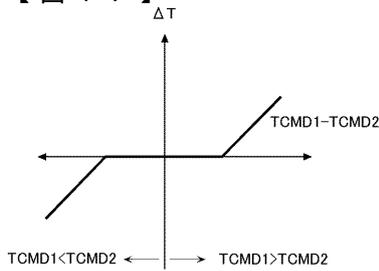


【 図 1 6 】

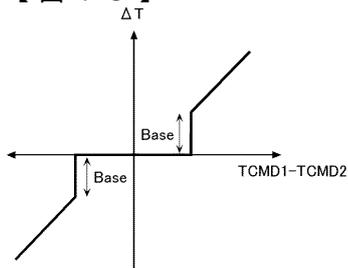
位置偏差オフセットの計算処理



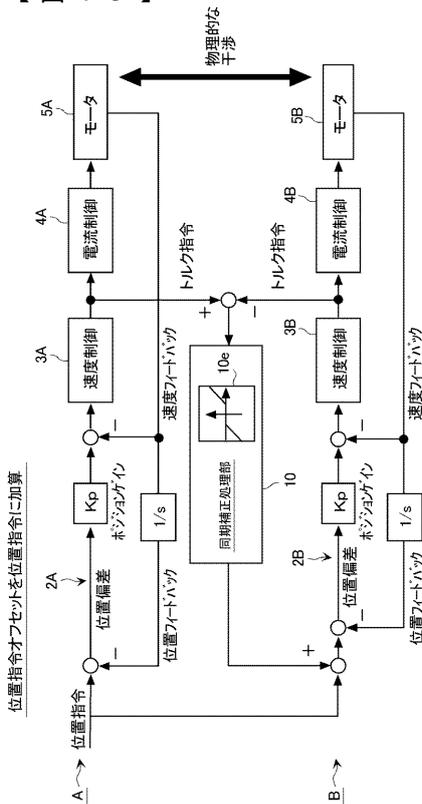
【 図 1 7 】



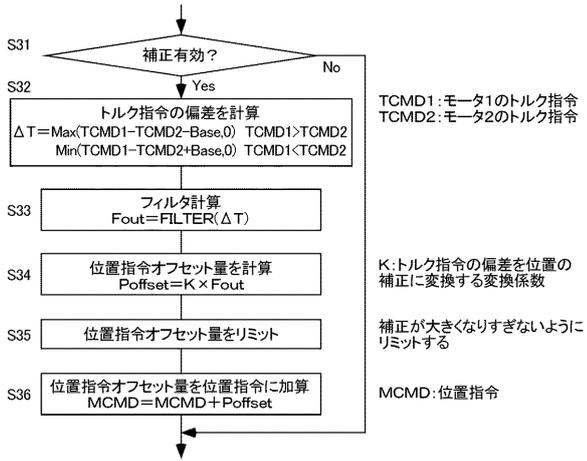
【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



【 図 20 】  
位置指令オフセットの計算処理



---

フロントページの続き

(72)発明者 岩下 平輔

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3 5 8 0番地 ファナック株式会社内

(72)発明者 河村 宏之

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3 5 8 0番地 ファナック株式会社内

(72)発明者 湯 志 イ

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3 5 8 0番地 ファナック株式会社内

Fターム(参考) 5H269 AB01 BB03 EE01 EE10 GG02 GG06 NN07 PP15

5H303 AA01 AA10 CC03 CC06 DD01 JJ02 JJ05 JJ09 KK08 KK18

LL03 LL06

5H572 AA14 DD01 EE03 GG01 GG02 HC01 HC07 JJ25 JJ26 KK04

LL01 LL31 LL44