

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4491904号  
(P4491904)

(45) 発行日 平成22年6月30日 (2010. 6. 30)

(24) 登録日 平成22年4月16日 (2010. 4. 16)

(51) Int. Cl.

F I

H O 2 P 29/00 (2006. 01)

H O 2 P 5/00 G

G O 5 D 3/12 (2006. 01)

G O 5 D 3/12 3 O 6 P

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-118133 (P2000-118133)  
 (22) 出願日 平成12年4月19日 (2000. 4. 19)  
 (65) 公開番号 特開2001-309676 (P2001-309676A)  
 (43) 公開日 平成13年11月2日 (2001. 11. 2)  
 審査請求日 平成19年2月26日 (2007. 2. 26)

(73) 特許権者 000006622  
 株式会社安川電機  
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号  
 (74) 代理人 100105647  
 弁理士 小栗 昌平  
 (74) 代理人 100105474  
 弁理士 本多 弘徳  
 (74) 代理人 100108589  
 弁理士 市川 利光  
 (72) 発明者 加来 靖彦  
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号  
 株式会社安川電機内  
 (72) 発明者 大久保 整  
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号  
 株式会社安川電機内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動機の位置制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力する位置指令と、負荷位置検出器で検出した負荷位置信号との差である位置偏差信号に、位置制御ゲインを乗じて速度指令を生成し、電動機位置検出器で検出した電動機位置信号を微分処理して生成した電動機速度信号と、前記速度指令との差である速度偏差信号に基づいてトルク指令を生成し、前記トルク指令に応じて電動機を制御して前記電動機に結合された負荷を駆動する電動機の位置制御装置であって、  
 前記速度指令と速度指令補正信号とを加算して新たな速度指令を出力する加算器と、  
 前記新たな速度指令から前記負荷位置信号を微分処理した信号を減算した差信号に、ローパスフィルタを介して補償ゲインを乗じて前記速度指令補正信号を生成する位置ループ安定化補償部と、を備え、  
 前記新たな速度指令と前記電動機速度信号との差を前記速度偏差信号とすることを特徴とする電動機の位置制御装置。

【請求項 2】

前記位置ループ安定化補償部が、前記差信号にバンドパスフィルタを介して補償ゲインを乗じて前記速度指令補正信号を生成することを特徴とする請求項 1 に記載の電動機の位置制御装置。

【請求項 3】

前記位置ループ安定化補償部が、前記新たな速度指令を積分処理した信号から前記負荷位置信号を減算した差信号に、バンドパスフィルタを介して補償ゲインを乗じて前記速度指

令補正信号を生成することを特徴とする請求項 1 に記載の電動機の位置制御装置。

【請求項 4】

入力する位置指令と、直動位置検出器で検出した直動位置信号とを減算して位置偏差信号を出力する第 1 の減算手段と、前記位置偏差信号に位置ループゲインを乗じた第 1 の速度指令と制振信号とを加算して第 2 の速度指令を出力する加算手段と、前記第 2 の速度指令から前記直動位置信号を微分処理した信号を減算する第 2 の減算手段と、前記第 2 の減算手段の出力信号を積分処理した信号に比例ゲインを乗じて前記制振信号を出力する比例ゲイン手段と、を備えた電動機の位置制御装置であって、前記第 2 の速度指令に応じて電動機を制御して前記電動機に結合された負荷を駆動することを特徴とする電動機の位置制御装置。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、モータで駆動される負荷に取り付けられた位置検出器からの負荷位置信号に基づき位置制御を行う電動機の位置制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、ボールネジ（ハイリードネジ）等による直動機構を駆動するモータ制御装置では、通常、モータの角速度をフィードバックして速度制御ループを構成し、モータの角度をフィードバックして位置制御ループを構成している。この場合、モータがロータリエンコーダ等の角度検出器のみを備えている場合は、検出器の位置信号を差分演算して角速度信号とする。以下、このような制御系をセミクロズ制御系と呼ぶ。

20

一方、直動機構を高精度に制御するため、機構の可動テーブルにリニアスケール等の直動位置検出手段を取り付け、検出手段の出力を用いて位置制御系を構成することがある。以下、このような制御系をフルクロズ制御系と呼ぶ。

このようなフルクロズ制御系のブロック線図は図 13 に示す通りである。

図 13 において、701 は位置制御部で位置制御ゲインは  $K_p$  である。702 は速度制御部、703 はモータ、704 は負荷（機械可動部、可動テーブル等）である。ここでは位置指令  $Y_r$  から負荷位置信号  $Y_L$  を減じて位置偏差  $e_p$  を求め、この位置偏差  $e_p$  から位置制御部 701 で位置制御ゲイン  $K_p$  を乗じて、速度指令  $V_r$  が求められる。この速度指令  $V_r$  から速度フィードバック信号  $V_f$  を減じて速度偏差  $e_v$  を求め、速度偏差  $e_v$  に基づいて速度制御部 702 でトルク指令（電流指令） $T_r$  を求め、このトルク指令  $T_r$  に基づいてモータ 703、負荷 704 が駆動される。

30

近年、産業用機械においては、高精度化および高速化の要求が高くなり、そのためにはフルクロズ制御系において位置制御ゲイン  $K_p$  を上げることが必要不可欠である。位置制御ゲイン（又は、位置ループゲイン）の向上には、先ず速度ループゲインを上げる必要があるが、直動機構のボールネジ、ナット等の機械共振特性の影響でゲインを上げることが難しい。

但し、セミクロズ制御系の場合は、公知の等価剛体オブザーバによる制振制御法（例えば、特願平 9 - 56183 号の機械振動の制振制御装置）等の適用によって、等価剛体モデルオブザーバにより検出した機械振動信号を、速度指令に加算して新たに速度指令とすることにより、振動を抑えて速度ループゲインを向上させ、これに見合う値まで位置ループゲインを簡単に上げることができる。

40

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

従来技術では、フルクロズ制御系において位置制御ゲインを上げるために各種の試みがなされている。

フルクロズ制御系の速度ループについては前記制振制御の適用によって、セミクロズ系と同等の速度ゲインにできるが、位置ループでは位置制御ゲインをあげると、制御系の

50

振動が再発するため、このままでは位置制御ゲインの上限がセミクローズ制の上限値の  $1/2 \sim 2/3$  程度しか取れない。再発した振動の周波数は速度ループで発生する振動の周波数よりも低いため、単純に制御ループ全体のゲイン上昇が原因とは考えられず、振動再発の原因が解明できなかった（課題 1）。

原因の解明は別にして、従来、フルクローズ制御系において位置制御ゲインを上げるために各種の試みがなされている。

例えば、モータ位置の信号  $X_m$  と負荷位置  $X_L$  の信号を、

$$k * X_L + (1 - k) * X_m \quad (\text{但し、} 0 < K < 1)$$

のように加え合わせて位置フィードバック信号とする手法（特開平 03 - 110607）の適用が考えられる。k を 0 に近づけると、負荷位置のフィードバック成分が減るので振動は減少するが、駆動系のパネ特性により、モータ位置と負荷位置信号が一致しないので、フルクローズ制御の効果が薄れてしまい意味がなくなる。結局、フルクローズ効果を出すためには、下げた k に見合うまで位置制御ゲインをあげるため、実質的な位置ループゲインは  $k = 1$  と変わらず振動が解決できない（課題 2）。

そこで、負荷の速度とモータ速度の差であるねじり角速度を速度指令（特開平 1 - 251210）あるいはトルク指令にフィードバックすることで機械振動を速度ループ内で低減する手法がある。この手法で、位置ループに再発した振動を低減しようとする、ねじり角速度にモータ速度の高周波成分が含まれるため、今度は高い周波数の振動が速度ループで発生することになり（低い振動にあわせることで高い振動がでる可能性がある）、結局、これを単純に適用するだけでは前記の位置ループで再発した振動の対策とはならない（課題 3）。

このため、従来の手法を使うだけでは、フルクローズ制御系においては位置制御ゲインを上げることが殆ど不可能と考えられていた。本課題を本質的に解決するには、位置ループで低い振動が再発する原因を解析することが必要である。

そこで、本発明は（この原因を解析し、新たな制御手法を提案することで、）フルクローズ制御系における位置制御ゲイン  $K_P$  を、振動の再発無しにセミクローズ制御系と同等な値まで上げることが可能で、位置制御ゲインを上げることによって短時間に高精度な位置決めができる電動機の位置制御装置を提供することを目的としている。

【0004】

上記目的を達成するため、請求項 1 記載の発明は、入力する位置指令と、負荷位置検出器で検出した負荷位置信号との差である位置偏差信号に、位置制御ゲインを乗じて速度指令を生成し、電動機位置検出器で検出した電動機位置信号を微分処理して生成した電動機速度信号と、前記速度指令との差である速度偏差信号に基づいてトルク指令を生成し、前記トルク指令に応じて電動機を制御して前記電動機に結合された負荷を駆動する電動機の位置制御装置であって、前記速度指令と速度指令補正信号とを加算して新たな速度指令を出力する加算器と、前記新たな速度指令から前記負荷位置信号を微分処理した信号を減算した差信号に、ローパスフィルタを介して補償ゲインを乗じて前記速度指令補正信号を生成する位置ループ安定化補償部と、を備え、前記新たな速度指令と前記電動機速度信号との差を前記速度偏差信号とすることを特徴とするものである。

また、請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の発明における前記位置ループ安定化補償部が、前記差信号にバンドパスフィルタを介して補償ゲインを乗じて前記速度指令補正信号を生成することを特徴とするものである。

また、請求項 3 記載の発明は、請求項 1 記載の発明における前記位置ループ安定化補償部が、前記新たな速度指令を積分処理した信号から前記負荷位置信号を減算した差信号に、バンドパスフィルタを介して補償ゲインを乗じて前記速度指令補正信号を生成することを特徴とするものである。

請求項 4 に記載の発明は、入力する位置指令と、直動位置検出器で検出した直動位置信号とを減算して位置偏差信号を出力する第 1 の減算手段と、前記位置偏差信号に位置ループゲインを乗じた第 1 の速度指令と制振信号とを加算して第 2 の速度指令を出力する加算手段と、前記第 2 の速度指令から前記直動位置信号を微分処理した信号を減算する第 2 の減

算手段と、前記第2の減算手段の出力信号を積分処理した信号に比例ゲインを乗じて前記制振信号を出力する比例ゲイン手段と、を備えた電動機の位置制御装置であって、前記第2の速度指令に応じて電動機を制御して前記電動機に結合された前記負荷を駆動することを特徴とするものである。

#### 【0005】

この電動機の位置制御装置によれば、微分演算手段により求めた負荷速度と、速度指令との差速度を検出し、積分手段により差速度を積分し、積分値に比例ゲイン手段でゲイン $K_f$ を掛けて速度指令に加算する、この微分演算手段と差速度を検出する減算手段と積分手段および比例ゲイン手段が、丁度、電動機の角速度と等価剛体モデルの角速度推定値との差速度として機械振動信号を検出し出力するセミクローズ制御系の制振制御装置に相当し、比例ゲイン手段のゲイン $K_f$ 値が振動再発無しに位置ループゲイン $K_p$ の上限を引き上げる。

10

あるいは、速度指令と負荷速度の差速度を、ローパスフィルタあるいはバンドパスフィルタ等の位相調節手段により位相調節して振動周波数を打消し、比例ゲイン手段によりゲイン $K_f$ をかけて速度指令に加算するので、位置ループゲイン $K_p$ を上げることができる。

#### 【0006】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の第1の実施の形態について図を参照して説明する。

図1は本発明の第1の実施の形態に係る電動機の位置制御装置のブロック線図である。

20

図2は図1に示した電動機の加速度から負荷の直動速度までのブロック線図である。

図3は図2に示すモデルによって構成したフルクローズ制御系のブロック線図である。

図4は図3に示す位置制御系内での速度制御系を簡略化した図である。

図5は図4に示す位置制御系の振動現象を示す図である。

図6は図5に示す位置制御系の簡略化した図である。

図7は図6に示す速度指令と負荷速度の差速度を示す図である。

図8は図1に示す比例ゲイン手段による速度指令の補正を示す図である。

図1において、1はゲイン $K_f$ の比例ゲイン手段、2は微分演算手段、3は積分手段、4は減算手段、10は速度制御系、11はゲイン $K_p$ の位置ループゲイン（位置制御ゲイン）である。

30

#### 【0007】

本発明では、前述のフルクローズ制御系の問題を根本的に解決するには、従来技術の説明で述べた「速度ループで発生していた振動よりも低い周波数の振動が再発する現象」の解明が不可欠と考える。解析のため、まず機械共振特性について詳細に説明する。

機械共振特性を持つボールネジとナット等の機械駆動系のモデルを図2に示す。

図2(a)は電動機加速度から電動機の角速度までのブロック線図であり、図1の速度フィードバック系をまとめて速度制御系で表すと、以上のようなブロック線図が得られる。この場合、電動機の軸へ機械の共振の反力が加わるので、電動機の角速度にも共振特性が現れる。これを表現するため、図2(a)には加速度と角速度間に2慣性共振特性のブロックが入っている。この2慣性共振特性のブロック線図の伝達関数には、分母多項式が機械の共振特性を示し、分子多項式が反共振特性を示している。図中、 $s$ は反共振角周波数、 $r$ は共振角周波である。

40

図2(b)は、電動機加速度から機構の可動テーブルの直動速度までのブロック線図であり、振動部分の2慣性共振特性を2次の伝達関数で表記している。

図2(c)は図2(a)、(b)のブロック線図をまとめたものであり、電動機加速度から電動機の角速度までと同時に可動テーブルの直動速度までのブロック線図である。

#### 【0008】

図3は、図2(c)のモデルにおいて、フルクローズ制御系を構成した例であり、図中、速度制御系は電動機の角速度信号をフィードバックして構成し、位置制御系は直動位置信号をフィードバックして構成する。図4は図3の簡略化である。先述の等価剛体オブザー

50

バ等による制振制御等により速度制御系 10 の 2 慣性共振系を安定化した場合、位置制御系から見ると速度制御系 10 は高応答なので、速度制御系の伝達関数を 1 と近似すると図 5 のブロック線図が得られる。図 5 では、位置制御ループに、 $\omega_a$  の共振特性が入っているために、位置ループゲインを大きくすると、 $\omega_a$  付近の周波数で制御系が振動することが分かる。

【数 009】

図 5 中の駆動機構の特性を示す伝達関数において、 $r > s$ 、 $r = 1$  であるので、

【数 1】

$$\omega_r \gg 2\zeta_r \omega_a \quad (1)$$

10

であるから、 $\omega_a$  の振動周波数付近では、

【数 2】

$$\frac{2\zeta_r s + \omega_r}{\omega_r} \div 1 \quad (2)$$

と近似できるので、図 5 の位置制御系は、図 6 のブロック線図に簡略化できる。位置指令から負荷位置までの伝達関数を計算すると、

20

【数 3】

$$G(s) = \frac{K_P \omega_a^2}{s^3 + 2\zeta_a \omega_a s^2 + \omega_a^2 s + K_P \omega_a^2} \quad (3)$$

となる。

(3) 式において、ラウスフルビッツの安定条件を計算すると、

30

【数 4】

$$K_P < 2\zeta_a \omega_a \quad (4)$$

となる。

$\omega_a$ 、 $\zeta_a$  は 0.1 程度であるから、(4) 式より速度ループゲイン  $K_V$  に関わらず、位置ループゲイン  $K_P$  値が制限を受ける。このことから、フルクローズ制御系の場合、そのままではセミクローズ制御系に比べて位置ループゲインが上がらないことの説明がつく。

40

以上のことから、本発明の解析により、「速度ループで発生する振動の周波数よりも低い振動が再発する原因」が明確になった（従来技術の課題 1 が解決できた）。

次に数式により本発明の原理を説明する。図 7 に示すように速度指令から差速度（速度指令と負荷速度の差）までの伝達関数を計算すると、

【数 5】

$$G(s) = \frac{s^2 + 2\zeta_a \omega_a s}{s^2 + 2\zeta_a \omega_a s + \omega_a^2} \quad (5)$$

となる。

【0 0 1 0】

$\zeta_a$  は 0.1 程度であるから、(5) 式の分子において、 $\omega_a$  付近の周波数では、

【数 6】

10

$$s + 2\zeta_a \omega_a \doteq s \quad (6)$$

と近似できる。

【0 0 1 1】

(6) 式より (5) 式は、

【数 7】

20

$$G(s) = \frac{s^2}{s^2 + 2\zeta_a \omega_a s + \omega_a^2} \quad (7)$$

と近似できる。

(7) 式の分子は  $s$  の 2 次式であるから、本第 1 の実施の形態では、図 8 に示すように差速度信号を積分手段 3 により積分して、比例ゲイン手段 1 によりフィードバックゲイン  $K_f$  を掛けて速度指令に加算し新たな速度指令とする。

図 8 において、速度指令から負荷速度までの伝達関数を計算すると、

30

【数 8】

$$G(s) = \frac{\omega_a^2}{s^2 + (2\zeta_a + K_f) s + \omega_a^2} \quad (8)$$

となる。

(8) 式で、フィードバックゲイン  $K_f$  により分母の多項式の  $s$  の 1 次の項の係数が大きくなるので、共振特性がダンピングされることが証明できる。

40

図 8 において、速度指令から負荷速度までの速度制御系の外側にフルクローズの位置制御系を構成すると(図示せず)、位置指令から負荷位置までの伝達関数は、

【数 9】

$$G(s) = \frac{K_P \omega_a^2}{s^3 + (2\zeta_a \omega_a + K_f) s^2 + \omega_a^2 s + K_P \omega_a^2} \quad (9)$$

となる。

50

( 9 ) 式において、ラウスフルビッツの安定条件を求めると、  
【数 1 0】

$$K_P < 2 \zeta_a \omega_a + K_f \quad (10)$$

となるので、本実施の形態によれば、フィードバックゲイン  $K_f$  によって、位置ループゲイン  $K_p$  の上限が回復し、これにより振動の再発無しに位置ループゲイン  $K_p$  を上げられることが実証される。

これにより、フルクローズで実質的な位置ループゲインが上げられない問題（課題 2）が解決できる。

また、上述のようにモータ速度から直動位置信号までは、機構の積分特性により、モータ速度の高周波成分が十分に減衰する。速度指令は位置指令と直動位置信号との差から作られ、さらに積分処理後に速度指令にフィードバックするので、本発明の構成は速度ループの安定性に殆ど影響しないと考えられ、速度ループとは独立して位置ループゲインを上げることができる。

このような考察に基づいているため、本発明では、位置ループの振動を低減したときに速度ループの振動が発生する従来技術の問題（課題 3）が解決できる。

【 0 0 1 2 】

次に、全体の制御系の構成について図 1 を参照して説明する。

先ず、リニアスケール（図示していない）が出力する直動位置信号をフィードバックして位置制御系を構成し、位置指令と直動位置信号の差に位置ループゲイン（ $K_p$ ）11 を掛けて、第 1 の速度指令とする。速度制御系 10 の安定化補償器 12 は、後述の第 2 の速度指令と電動機（図示していない）の角速度信号との差を入力し、電動機と電動機のトルクを制御する手段（図示していない）からなるトルク制御装置（図示していない）にトルク指令信号を出力する。破線で示す電動機の制御部により制御が行われる。

第 1 の速度指令信号と、比例ゲイン手段（ $K_f$ ）1 からの制振信号を入力する加算手段の出力を第 2 の速度指令とする。微分演算手段 2 は直動位置信号を微分演算して直動速度信号を出力する。直動速度信号と第 2 の速度指令との差信号を積分手段 3 により積分した後、比例ゲイン手段 1 に入力する。比例ゲイン手段 1 は適切なゲイン  $K_f$  を掛けて制振信号を出力する。これによって安定な状態で位置ループゲインを上げることができる。

【 0 0 1 3 】

次に、本発明の第 2 の実施の形態について図を参照して説明する。

図 9 は本発明の第 2 の実施の形態に係る電動機の位置制御装置のブロック図である。

図 10 は図 9 に示す位置ループ安定化補償部のブロック図である。

図 9 に示す第 2 の実施の形態は、図 13 の従来例に、新たに位置ループ安定化補償部 18 を組合わせたフルクローズ制御系であり、構成上で図 13 と異なる点は速度指令補正信号  $V_{r_h}$  を出力する位置ループ安定化補償部 18 と、速度指令基本信号  $V_{r_b}$  と速度指令補正信号  $V_{r_h}$  を合成する加算手段 19 が追加されたことである。その他の図 13 と同一構成には同一符号を付して重複する説明は省略する。

つぎに動作について説明する。

図 10 は図 9 に示す位置ループ安定化補償部 18 の詳細ブロック図であり、30 は位相調節手段の 2 次ローパスフィルタである。速度指令  $V_r$  と負荷位置信号  $Y_L$  を微分回路 301 で微分演算した負荷速度  $V_L$  との差を減算回路 308 で取り、それをローパスフィルタ 30 に入力する。発振周波数においてローパスフィルタ 30 の出力信号が入力信号より 90° 位相遅れとなるようにローパスフィルタ 30 のパラメータを設定し、ローパスフィルタ 30 の出力信号を適切な補償ゲイン  $K_f'$  を掛けて速度指令補正信号  $V_{r_h}$  とし、加算器 19 により速度指令基本信号  $V_{r_b}$  に加算する。

このような、第 2 の実施の形態によれば、速度指令基本信号  $V_{r_b}$  に含まれる位置ループ

10

20

30

40

50

の共振信号に対して、速度指令補正信号  $V_{r_h}$  で打ち消すため、位置ループゲイン  $K_p$  を上げられる。また、積分項も含まないため定常偏差が残らないので、高精度位置決めが可能になる。

#### 【0014】

次に、本発明の第3の実施の形態について図を参照して説明する。

図11は本発明の第3の実施の形態に係る位置ループ安定化補償部のブロック図である。図11が、図10と異なる点はローパスフィルタ30の替わりに、2次ローパスフィルタと1次ハイパスフィルタで構成するバンドパスフィルタ40に代えたことである。その他の図10と同一構成には同一符号を付し重複する説明は省略する。なお、図9は共通に使用する。

10

つぎに動作について説明する。

速度指令  $V_r$  と負荷位置信号  $Y_L$  を微分処理部301で微分して求めた負荷速度  $V_L$  との差をバンドパスフィルタ40に入力する。発振周波数においてバンドパスフィルタ40の出力信号が入力信号より90°位相遅れとなるようにバンドパスフィルタ40のパラメータを設定し、バンドパスフィルタ40の出力信号を適切な補償ゲインを掛けて速度指令補正信号  $V_{r_h}$  とする。

このように、第3の実施の形態では、この補償方式によれば、図10の場合に比較して制振効果の他に、ハイパスフィルタが増えた分、ベース揺れなどの負荷位置信号に現れる低周波数の外乱信号の影響を小さくすることができる。

#### 【0015】

20

次に、本発明の第4の実施の形態について図を参照して説明する。

図12は本発明の第4の実施の形態に係る位置ループ安定化補償部のブロック図である。図12と図10との相違点は、速度指令  $V_r$  の積分処理部56を設け、バンドパスフィルタ57は1次ローパスフィルタ、1次ハイパスフィルタの構成とした点である。その他の図11と同一構成には同一符号を付して重複する説明は省略する。

つぎに動作について説明する。

速度指令  $V_r$  を積分処理部56で積分演算した信号と負荷位置信号  $Y_L$  の差をバンドパスフィルタ57へ入力する。59は減算手段である。発振周波数においてバンドパスフィルタ57の出力信号が入力信号と同じ位相となるようにバンドパスフィルタ57のパラメータを設定し、バンドパスフィルタ57の出力信号を適切な補償ゲイン  $K_f'$  を掛けて速度指令補正信号  $V_{r_h}$  とする。

30

このように、第4の実施の形態によれば、この場合は図11と比較して同じ効果が得られるが、ローパスフィルタが1次であるため補償器の構成とパラメータの調節が簡単になる。

#### 【0016】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、フルクローズ制御系の位置制御において、フィードバックゲイン  $K_f$  の効果によって位置ループゲイン  $K_p$  を、振動の再発無しにセミクローズ制御系と同等な値まで回復できるという効果がある。

また、速度指令基本信号に含まれる位置ループの共振信号に対して、ローパスフィルタ、バンドパスフィルタ等の位相調整手段を用いて調整した速度補正信号によって打消すことができるので、位置ループゲインを上げることができると共に、積分項を含まないので定常偏差が残るようなことがなく、短時間に高精度な位置決めを行うことが可能になるという効果がある。

40

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る電動機の位置制御装置のブロック線図である。

【図2】図1に示した電動機の加速度から負荷の直動速度までのブロック線図である。

【図3】図2に示すモデルによって構成したフルクローズ制御系のブロック線図である。

【図4】図3に示す位置制御系内での速度制御系を簡略化した図である。

【図5】図4に示す位置制御系の振動現象を示す図である。

50



【図 6】図 5 に示す位置制御系の簡略化図である。

【図 7】図 6 に示す速度指令と負荷速度の差速度を示す図である。

【図 8】図 1 に示す比例ゲイン手段による速度指令補正を示す図である。

【図 9】本発明の第 2 の実施の形態に係る電動機の位置制御装置のブロック図である。

【図 10】図 9 に示す位置ループ安定化補償部のブロック図である。

【図 11】本発明の第 3 の実施の形態に係る位置ループ安定化補償部のブロック図である。

【図 12】本発明の第 4 の実施の形態に係る位置ループ安定化補償部のブロック図である。

【図 13】従来のフルクローズ制御系のブロック線図である。

10

#### 【符号の説明】

1 比例ゲイン手段

2 微分演算手段

3 積分手段

4、5 9、3 0 8 減算手段

1 0 速度制御系

1 1 位置ループゲイン

1 8 位置ループ安定化補償部

1 9 加算手段

3 0 ローパスフィルタ

4 0、5 7 バンドパスフィルタ

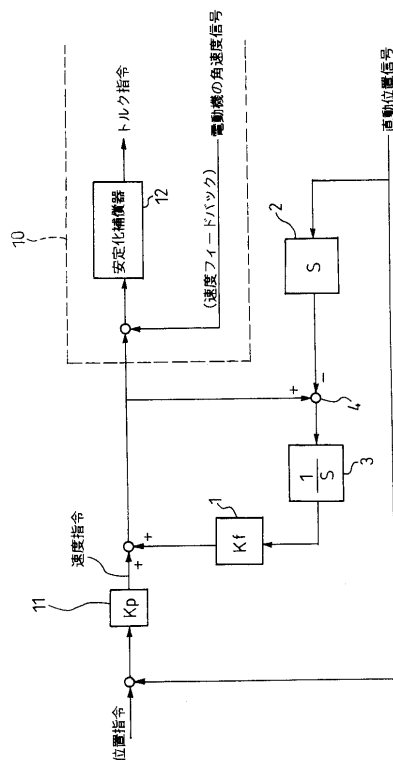
5 6 積分処理部

3 0 1 微分処理部

3 0 2 補償ゲイン

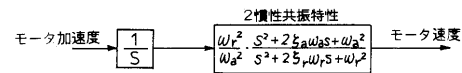
20

【図 1】

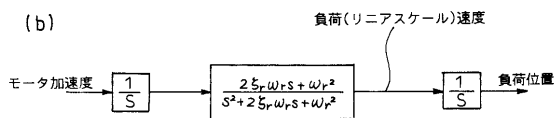


【図 2】

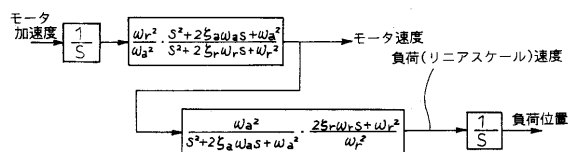
(a)



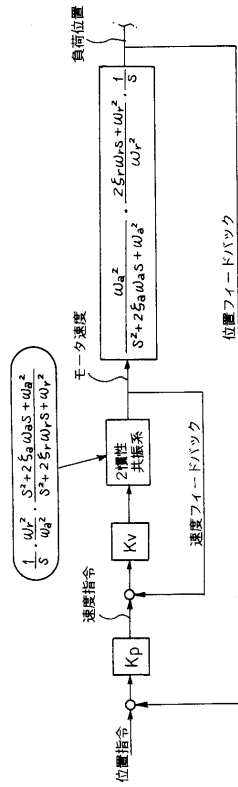
(b)



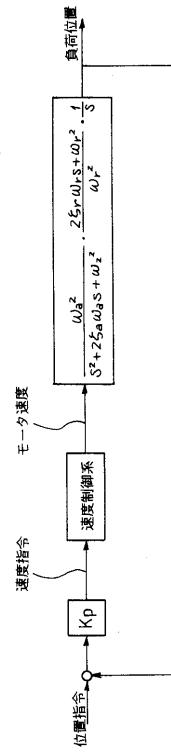
(c)



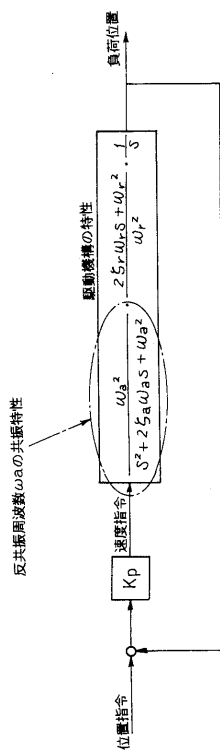
【図 3】



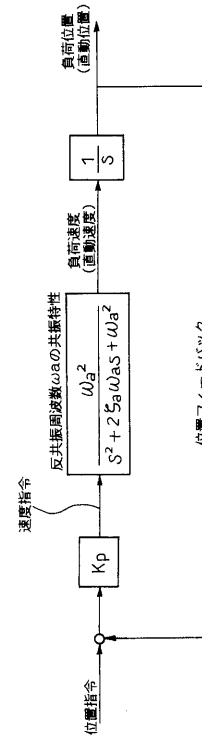
【図 4】



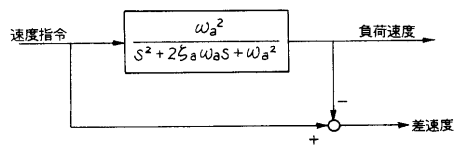
【図 5】



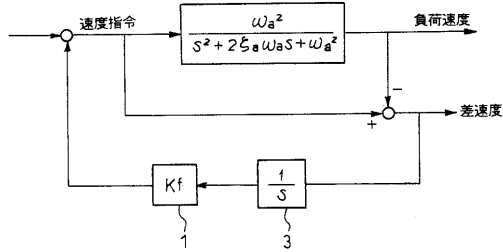
【図 6】



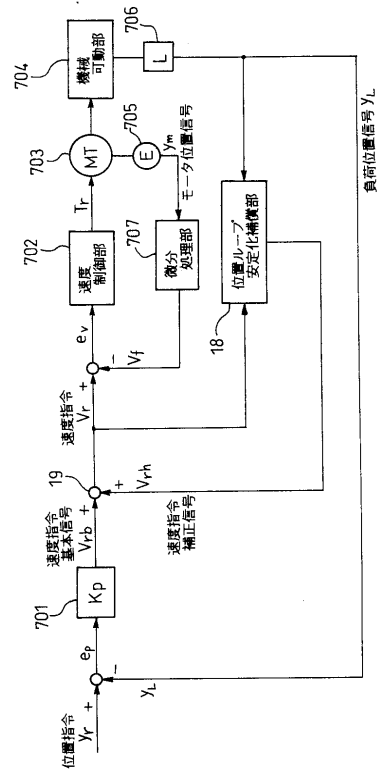
【図 7】



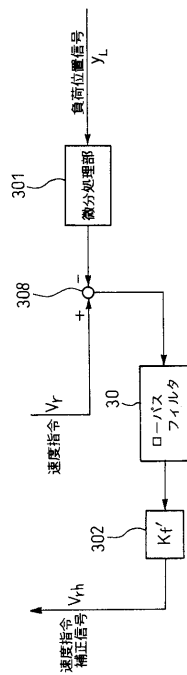
【図 8】



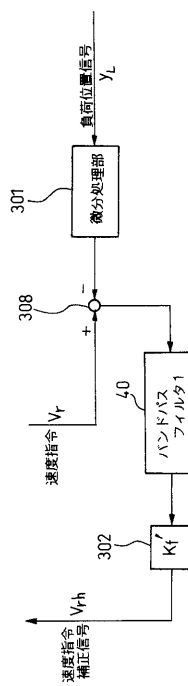
【図 9】



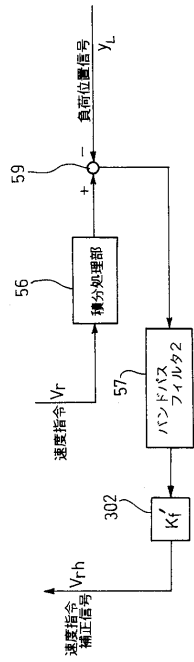
【図 10】



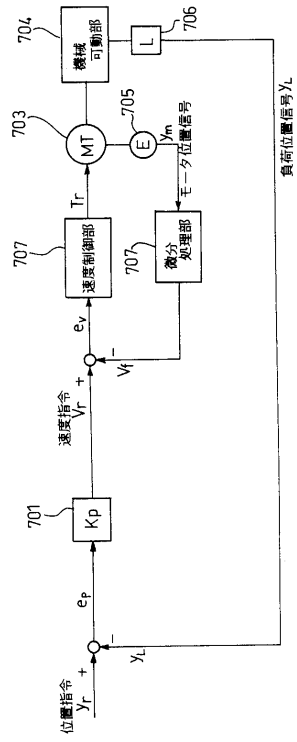
【図 11】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 張 文農

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内

審査官 槻木澤 昌司

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 0 0 5 9 0 0 ( J P , A )

特開平 0 6 - 1 6 5 5 5 0 ( J P , A )

特開平 1 0 - 0 0 4 6 9 2 ( J P , A )

特開平 1 0 - 2 5 4 5 5 0 ( J P , A )

特開平 1 0 - 3 2 6 1 1 4 ( J P , A )

特開平 0 9 - 1 7 9 6 3 2 ( J P , A )

特開平 0 9 - 1 9 1 6 7 9 ( J P , A )

米国特許第 0 5 1 3 4 3 5 4 ( U S , A )

特開平 0 3 - 0 2 2 1 1 4 ( J P , A )

特開平 0 3 - 1 0 7 3 8 5 ( J P , A )

特開平 0 6 - 3 1 8 1 1 5 ( J P , A )

特開平 0 6 - 0 9 5 7 4 4 ( J P , A )

特開平 0 3 - 0 3 2 5 5 0 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H02P 29/00

G05D 3/12