

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5711493号
(P5711493)

(45) 発行日 平成27年4月30日(2015.4.30)

(24) 登録日 平成27年3月13日(2015.3.13)

(51) Int.Cl. F I
 H O 2 P 25/06 (2006.01) H O 2 P 5/00 I O 1 B
 H O 2 K 41/03 (2006.01) H O 2 K 41/03 A

請求項の数 2 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2010-220726 (P2010-220726)	(73) 特許権者	390029805 T H K 株式会社 東京都品川区西五反田3丁目11番6号
(22) 出願日	平成22年9月30日(2010.9.30)	(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
(65) 公開番号	特開2012-80605 (P2012-80605A)	(74) 代理人	100108578 弁理士 高橋 詔男
(43) 公開日	平成24年4月19日(2012.4.19)	(74) 代理人	100094400 弁理士 鈴木 三義
審査請求日	平成25年9月11日(2013.9.11)	(72) 発明者	井上 正史 東京都品川区西五反田3丁目11番6号 T H K 株式会社内
		審査官	マキロイ 寛清

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リニアモータの制御装置、及びリニアモータ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

N極とS極とが交互に一系列に配列されている複数の駆動用磁石を有する磁石部と、複数のコイルを有する電機子とを備え、前記電機子又は前記磁石部のいずれか一方が可動子であり、前記電機子が有している複数のコイルに電流を流して生じる磁界と、前記磁石部が有している複数の駆動用磁石より生じる磁界とにより前記駆動用磁石の配列されている配列方向に沿って前記可動子が移動するリニアモータの制御装置であって、

前記電機子が有している磁気センサであって前記駆動用磁石より生じる磁界の方向に応じた信号を出力する磁気センサから出力される信号の変化に基づいて前記可動子の位置を検出する位置検出部と、

前記位置検出部が検出した前記可動子の位置と、外部より入力される位置指令値とに基づいて速度指令値を算出する位置制御部と、

前記リニアモータに備えられている複数のコイルに流れる電流値から前記可動子が移動する速度を推定する推定部であって、前記複数のコイルに印加される電圧と前記可動子が移動する速度を推定した推定速度と前記リニアモータのモータ定数とに基づいて、前記複数のコイルに流れる電流値を算出するモータモデル部と、前記複数のコイルに流れる電流値から前記モータモデル部が算出した電流値を減算した電流偏差を用いて前記推定速度を算出する速度推定部と、前記速度推定部が算出した推定速度から高周波の脈動成分を除去するローパスフィルタ部とを有している推定部と、

前記位置制御部が算出する速度指令値と、前記推定部が推定する前記可動子が移動する

速度とに基づいて電流指令値を算出する速度制御部と、

前記速度制御部が算出した電流指令値に応じて前記複数のコイルに電力を供給する電力変換器と、

前記位置検出部が検出した前記可動子の位置の変化から前記可動子が移動する速度を算出する速度算出部と、

前記複数のコイルに流れる電流値が予め定められたしきい値より小さい場合、前記速度算出部が算出した速度を選択し、前記電流値が前記しきい値以上の場合、前記推定速度を選択する速度選択部と

を備え、

前記速度制御部は、前記位置制御部が算出する速度指令値と、前記速度選択部が選択した速度とに基づいて前記電流指令値を算出する

ことを特徴とするリニアモータの制御装置。

【請求項 2】

N極とS極とが交互に一行に配列されている複数の駆動用磁石を有する磁石部と、複数のコイルを有する電機子とを備え、前記電機子又は前記磁石部のいずれか一方が可動子であり、前記電機子が有している複数のコイルに電流を流して生じる磁界と、前記磁石部が有している複数の駆動用磁石より生じる磁界とにより前記駆動用磁石の配列されている配列方向に沿って前記可動子が移動するリニアモータと、

前記電機子が有している磁気センサであって前記駆動用磁石より生じる磁界の方向に応じた信号を出力する磁気センサから出力される信号の変化に基づいて前記可動子の位置を検出する位置検出部と、前記位置検出部が検出した前記可動子の位置と外部より入力される位置指令値とに基づいて速度指令値を算出する位置制御部と、前記リニアモータに備えられている複数のコイルに流れる電流値から前記可動子が移動する速度を推定する推定部であって、前記複数のコイルに印加される電圧と前記可動子が移動する速度を推定した推定速度と前記リニアモータのモータ定数とに基づいて、前記複数のコイルに流れる電流値を算出するモータモデル部と、前記複数のコイルに流れる電流値から前記モータモデル部が算出した電流値を減算した電流偏差を用いて前記推定速度を算出する速度推定部と、前記速度推定部が算出した推定速度から高周波の脈動成分を除去するローパスフィルタ部とを有している推定部と、前記位置制御部が算出する速度指令値と前記推定部が推定する前記可動子が移動する速度とに基づいて電流指令値を算出する速度制御部と、前記速度制御部が算出した電流指令値に応じて前記複数のコイルに電力を供給する電力変換器と、前記位置検出部が検出した前記可動子の位置の変化から前記可動子が移動する速度を算出する速度算出部と、前記複数のコイルに流れる電流値が予め定められたしきい値より小さい場合、前記速度算出部が算出した速度を選択し、前記電流値が前記しきい値以上の場合、前記推定速度を選択する速度選択部とを備えている制御装置と

を具備し、

前記速度制御部は、前記位置制御部が算出する速度指令値と、前記速度選択部が選択した速度とに基づいて前記電流指令値を算出する

ことを特徴とするリニアモータ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、リニアモータの制御装置、及びリニアモータ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

リニアモータの位置決め制御にリニアスケールを用いて位置決め精度を高めているものがある。しかし、リニアモータの可動子が長尺な可動域を有する場合、リニアスケールを長くしなければならず、ゆがみの少ないリニアスケールを用いる必要があった。そのため、リニアモータの製造コストが高くなってしまっていた。

【0003】

10

20

30

40

50

そこで、位置決め制御が必要になる可動域にのみリニアスケールを設けて、製造コストの削減が行われている（特許文献1）。

また、可動子に取り付けられたMRセンサを用いてリニアモータの駆動用マグネットの磁気を検出し、検出した磁気の強さから可動子の位置を算出することにより、位置決め制御を行うことが行われている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2004-023936号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載の技術では、全ての可動域において位置決め制御が必要になる場合、結局全ての可動域にリニアスケールを設けることになり、コストの削減が図れないという問題がある。

また、MRセンサを用いて駆動用マグネットの磁気を検出して可動子の位置を算出する場合、MRセンサの取り付け誤差や、駆動用マグネットの取り付け誤差などがあるため、算出される位置に誤差が含まれることがあり、算出した位置より算出する速度に基づく制御の精度が低下し、位置決め制御の精度が悪くなってしまいう問題があった。

【0006】

20

本発明は、上記問題を解決すべくなされたもので、その目的は、リニアスケールを用いずにリニアモータの位置決め精度を改善することができるリニアモータの制御装置、及びリニアモータ装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記問題を解決するために、本発明は、N極とS極とが交互に一直列に配列されている複数の駆動用磁石を有する磁石部と、複数のコイルを有する電機子とを備え、前記電機子又は前記磁石部のいずれか一方が可動子であり、前記電機子が有している複数のコイルに電流を流して生じる磁界と、前記磁石部が有している複数の駆動用磁石より生じる磁界とにより前記駆動用磁石の配列されている配列方向に沿って前記可動子が移動するリニアモータの制御装置であって、前記電機子が有している磁気センサであって前記駆動用磁石より生じる磁界の方向に応じた信号を出力する磁気センサから出力される信号の変化に基づいて前記可動子の位置を検出する位置検出部と、前記位置検出部が検出した前記可動子の位置と、外部より入力される位置指令値とに基づいて速度指令値を算出する位置制御部と、前記リニアモータに備えられている複数のコイルに流れる電流値から前記可動子が移動する速度を推定する推定部であって、前記複数のコイルに印加される電圧と前記可動子が移動する速度を推定した推定速度と前記リニアモータのモータ定数とに基づいて、前記複数のコイルに流れる電流値を算出するモータモデル部と、前記複数のコイルに流れる電流値から前記モータモデル部が算出した電流値を減算した電流偏差を用いて前記推定速度を算出する速度推定部と、前記速度推定部が算出した推定速度から高周波の脈動成分を除去するローパスフィルタ部とを有している推定部と、前記位置制御部が算出する速度指令値と、前記推定部が推定する前記可動子が移動する速度とに基づいて電流指令値を算出する速度制御部と、前記速度制御部が算出した電流指令値に応じて前記複数のコイルに電力を供給する電力変換器と、前記位置検出部が検出した前記可動子の位置の変化から前記可動子が移動する速度を算出する速度算出部と、前記複数のコイルに流れる電流値が予め定められたしきい値より小さい場合、前記速度算出部が算出した速度を選択し、前記電流値が前記しきい値以上の場合、前記推定速度を選択する速度選択部とを備え、前記速度制御部は、前記位置制御部が算出する速度指令値と、前記速度選択部が選択した速度とに基づいて前記電流指令値を算出することを特徴とするリニアモータの制御装置である。

30

40

【発明の効果】

50

【 0 0 0 8 】

この発明によれば、リニアスケールを用いずにリニアモータの位置決め精度を改善することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 第 1 実施形態におけるリニアモータ装置 1 を示す概略図である。

【 図 2 】 同実施形態における MR センサ 2 7 の原理を示す斜視図である。

【 図 3 】 同実施形態におけるリニアモータ 2 0 の斜視図である。

【 図 4 】 同実施形態におけるリニアモータ 2 0 の正面図である。

【 図 5 】 同実施形態における可動子 2 5 の移動方向に沿った断面図を示す図である。

10

【 図 6 】 同実施形態における MR センサ 2 7 及びコイル 2 8 u、2 8 v、2 8 w と、駆動用磁石 2 4 との相対的な位置との相対的な位置を示す模式図である。

【 図 7 】 同実施形態におけるリニアモータ 2 0 の制御装置 1 0 の構成を示す概略ブロック図である。

【 図 8 】 第 2 実施形態におけるリニアモータ 2 0 の制御装置 1 1 の構成を示す概略ブロック図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 0 】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態におけるリニアモータの制御装置を説明する。

20

【 0 0 1 1 】

(第 1 実施形態)

図 1 は、第 1 実施形態におけるリニアモータ装置 1 を示す概略図である。同図に示すように、リニアモータ装置 1 は、制御装置 1 0 と、リニアモータ 2 0 とを具備している。制御装置 1 0 は、リニアモータ 2 0 を駆動させる制御をする装置である。リニアモータ 2 0 は、長尺の固定子 2 1 と、固定子 2 1 上を移動する可動子 2 5 と、固定子 2 1 及び可動子 2 5 を組み付ける一対の案内装置 2 2、2 2 を備えている。

【 0 0 1 2 】

案内装置 2 2 は、例えば、ボールを介して組みつけられた軌道レール 2 3 及びスライドブロック 2 6 から構成されている。案内装置 2 2 の軌道レール 2 3 は、固定子 2 1 が有するベース 5 4 に固定され、案内装置 2 2 のスライドブロック 2 6 は、可動子 2 5 に固定されている。これにより、可動子 2 5 は、固定子 2 1 上を軌道レール 2 3 に沿って自在に案内されるようになっている。

30

【 0 0 1 3 】

また、固定子 2 1 は、一対の軌道レール 2 3、2 3 の間に並べられた複数の駆動用磁石 2 4 を備えている。複数の駆動用磁石 2 4 は、可動子 2 5 が移動する方向（以下、移動方向という）において、N 極及び S 極の磁極が交互になるように並べられている。また、各駆動用磁石 2 4 は、移動方向において、同じ長さを有しており、可動子 2 5 の位置に関わらず一定の推力が得られるようになっている。

【 0 0 1 4 】

可動子 2 5 は、複数のコイルを有する電機子 6 0 と、移動対象を取り付けるテーブル 5 3 と、MR (Magnetoresistive Elements; 磁気抵抗素子) センサ 2 7 とを備えている。

MR センサ 2 7 は、磁気センサの一種であり、固定子 2 1 に配列されている駆動用磁石 2 4 が生じさせる磁界の磁束線の方向に応じた信号を制御装置 1 0 に出力する。

40

【 0 0 1 5 】

図 2 は、本実施形態における MR センサ 2 7 の原理を示す斜視図である。同図に示すように、シリコン (Si) 又はガラス基板 2 7 1 と、その上に形成されたニッケル (Ni)、鉄 (Fe) などの強磁性金属を主成分とする合金の強磁性薄膜金属で形成される磁気抵抗素子 2 7 2 とを有する。磁気抵抗素子 2 7 2 は、電流の流れる方向 (Y 軸方向) に対して、磁気抵抗素子 2 7 2 を通過する磁束の方向がなす角度に応じて、抵抗値が変化する。

50

【 0 0 1 6 】

M R センサ 2 7 は、複数の磁気抵抗素子 2 7 2 を組み合わせて構成された 2 つのフルブリッジ回路を有し、当該 2 つのフルブリッジ回路が 9 0 ° の位相差を有する 2 つの信号(余弦波信号、正弦波信号)を出力するように配置されている。このように、特定の磁界方向で抵抗値が変化する素子を、A M R (Anisotropic Magneto-Resistance ; 異方性磁気抵抗素子) センサという(参考文献:「垂直タイプ M R センサ技術資料」、[online]、2 0 0 5 年 1 0 月 1 日、浜松光電株式会社、「2 0 1 0 年 8 月 3 0 日検索」、インターネット < U R L ; <http://www.hkd.co.jp/technique/img/amr-note1.pdf> >)。

【 0 0 1 7 】

図 1 に戻って、制御装置 1 0 は、M R センサ 2 7 が出力する信号に基づいて、固定子 2 1 上における可動子 2 5 の位置及び移動する速度を算出する。また、制御装置 1 0 は、算出した可動子 2 5 の位置及び速度と、上位の制御装置より入力される位置指令値とに応じて、電機子 6 0 が有している複数のコイルに電流を流す。

これにより、複数のコイルに生じる磁界と、固定子 2 1 に配置されている駆動用磁石 2 4 により生じる磁界との作用により、可動子 2 5 を軌道レール 2 3 に沿って駆動させる。

【 0 0 1 8 】

図 3、図 4 を用いて、本実施形態におけるリニアモータ 2 0 の構成を説明する。

図 3 は、本実施形態におけるリニアモータ 2 0 の斜視図(テーブル 5 3 の断面を含む)である。図 4 は、本実施形態におけるリニアモータ 2 0 の正面図である。

【 0 0 1 9 】

リニアモータ 2 0 は、上述のように、固定子 2 1 が、N 極又は S 極が着磁されている面を可動子 2 5 に向けて配列されている複数の板状の駆動用磁石 2 4 を備え、可動子 2 5 が、固定子 2 1 に対して相対的に直線運動をするフラットタイプのリニアモータである。可動子 2 5 に備えられている電機子 6 0 は、駆動用磁石 2 4 とすきま g を介して対向している。

【 0 0 2 0 】

固定子 2 1 が有する細長く伸びているベース 5 4 上には、上述の複数の駆動用磁石 2 4 が、移動方向に一例に配列されている。ベース 5 4 は、底壁部 5 4 a と、底壁部 5 4 a の幅方向の両側に設けられている一对の側壁部 5 4 b とから構成されている。底壁部 5 4 a には、上述の複数の駆動用磁石 2 4 が取り付けられている。

【 0 0 2 1 】

各駆動用磁石 2 4 には、移動方向と直交する方向(図 4 において上下方向)の両端面に N 極及び S 極が形成されている。複数の駆動用磁石 2 4 は、それぞれが隣接する一对の駆動用磁石 2 4 に対して磁極を反転させた状態で並べられている。

これにより、可動子 2 5 に取り付けられている M R センサ 2 7 に対し、可動子 2 5 が移動した際に、駆動用磁石 2 4 の N 極と S 極との磁極が交互に対向するようになっている。

【 0 0 2 2 】

ベース 5 4 の側壁部 5 4 b の上面には、案内装置 2 2 の軌道レール 2 3 が取り付けられている。軌道レール 2 3 には、上述したように、スライドブロック 2 6 がスライド可能に組み付けられている。軌道レール 2 3 と、スライドブロック 2 6 との間には、転がり運動可能に複数のボールが介在されている(図示せず)。

【 0 0 2 3 】

スライドブロック 2 6 には、複数のボールを循環させるためのトラック状のボール循環経路が設けられている。軌道レール 2 3 に対して、スライドブロック 2 6 がスライドすると、複数のボールがこれらの間を転がり運動し、また複数のボールがボール循環経路を循環する。これにより、スライドブロック 2 6 の円滑な直線運動が可能になる。

【 0 0 2 4 】

案内装置 2 2 のスライドブロック 2 6 の上面には、可動子 2 5 のテーブル 5 3 が取り付けられている。テーブル 5 3 は、例えば、アルミニウムなどの非磁性素材からなり、移動対象が取り付けられる。テーブル 5 3 の下面には、電機子 6 0 が吊り下げられている。図

10

20

30

40

50

4の正面図に示されるように、駆動用磁石24と電機子60の間には、すきまgが設けられている。案内装置22は、電機子60が駆動用磁石24に対して相対的に移動するときも、このすきまgを一定に維持する。

【0025】

図5は、本実施形態における可動子25の移動方向に沿った断面図を示す図である。

テーブル53の下面には、断熱材63を介して電機子60が取り付けられている。電機子60は、珪素鋼などの磁性素材からなるコア64と、上述した複数のコイルであり、コア64の突極64u、64v、64wに巻かれるコイル28u、28v、28wとを有している。

【0026】

コイル28u、28v、28wそれぞれには、位相差を有する三相交流が制御装置10から供給される。突極64u、64v、64wに3つのコイル28u、28v、28wを巻いた後、3つのコイル28u、28v、28wは、樹脂封止される。

また、テーブル53の下面には、電機子60を挟んで一对の補助コア67が取り付けられている。補助コア67は、リニアモータ20に発生するコギングを低減するために設けられている。

【0027】

図6は、本実施形態におけるMRセンサ27及びコイル28u、28v、28wと、駆動用磁石24との相対的な位置との相対的な位置を示す模式図である。

固定子21には、上述したように、ベース54の底壁部54a上に、駆動用磁石24が等間隔に、かつ一列に配列されている。より詳細には、MRセンサ27に対しN極を向けて配置されている駆動用磁石24Nと、MRセンサ27に対しS極を向けて配置されている駆動用磁石24Sとが、交互に配列されている。

【0028】

可動子25において、コイル28u、28v、28wは、固定子21に配置された駆動用磁石24の中心を通過し、移動方向に対し平行な直線上を通過に配列されている。また、MRセンサ27は、コイル28u、28v、28wと同様に、各駆動用磁石24の中心を通過し、移動方向に対し平行な直線上を通過する位置に取り付けられている。これにより、MRセンサ27を駆動用磁石24が生じさせる磁界の最も強い位置を通過させることができる。

【0029】

図7は、本実施形態におけるリニアモータ20の制御装置10の構成を示す概略ブロック図である。同図に示すように、制御装置10は、減算器101、位置制御部102、減算器103、速度制御部104、電流制御部105、電力変換器106、変流器107、位置検出部108、推定部150を備えている。

【0030】

減算器101は、不図示の上位の制御装置から入力される位置指令値 r_m から、位置検出部108から入力される検出位置 r を減算して、位置偏差を算出する。ここで、検出位置 r は、予め定められた位置を原点とした場合におけるリニアモータ20の可動子25の位置を示す。

位置制御部102は、減算器101が算出した位置偏差に基づいて、リニアモータ20の可動子25を位置指令値 r_m により示される位置に移動させる速度指令値 v_m を算出する。

【0031】

減算器103は、位置制御部102が算出した速度指令値 v_m から、推定部150から入力される可動子25の推定速度 M_0 を減算し、減算結果である速度偏差を算出する。ここで、推定速度 M_0 は、推定部150が、リニアモータ20に印加する電圧と、リニアモータ20に流れる電流とから推定する可動子25の移動速度である。

【0032】

速度制御部104は、減算器103が算出した速度偏差に基づいて、リニアモータ20

10

20

30

40

50

の可動子 25 の移動速度が速度指令値 r_m と同一値となるように、リニアモータ 20 のコイル 28 u、28 v、28 w に流す電流値を示す電流指令値を算出する。すなわち、速度制御部 104 は、速度偏差を「0」にするように電流指令値を算出する。例えば、速度制御部 104 は、PI 制御又は PID 制御などにより、可動子 25 の移動速度が速度指令値 r_m と同一値になるように電流指令値を算出する。なお、速度制御部 104 は、ベクトル制御を行うことにより、速度指令値から回転座標系における d 軸と q 軸との 2 つの電流値を含む電流指令値を出力する。

【0033】

電流制御部 105 は、速度制御部 104 が算出した電流指令値に対して 2 相 3 相変換を行い、リニアモータ 20 のコイル 28 u、28 v、28 w に印加する電圧値を算出する。

電力変換器 106 は、外部から供給される電圧を、電流制御部 105 が算出した電圧値に変換する。また、電力変換器 106 は、変換した電圧をリニアモータ 20 のコイル 28 u、28 v、28 w に印加してリニアモータ 20 を駆動させるとともに、変換した電圧を推定部 150 に印加する。例えば、電力変換器 106 は、リニアモータ 20 のコイル 28 u、28 v、28 w の数に応じて設けられている上アーム及び下アームであって、スイッチング素子を有する上アーム及び下アームを有している。このとき、電力変換器 106 は、電流制御部 105 より入力される電圧に応じて、スイッチング素子のオン・オフを切り替える PWM 制御により、スイッチング素子を介して電機子 60 に備えられているコイル 28 u、28 v、28 w に電力を供給して、可動子 25 を駆動する。スイッチング素子は、例えば、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor; 絶縁ゲートバイポーラトランジスタ) などの半導体素子が用いられる。

【0034】

変流器 107 は、電力変換器 106 と、リニアモータ 20 とを接続する電力線に取り付けられ、リニアモータ 20 に流れる電流の電流値 i を検出する。

位置検出部 108 は、リニアモータ 20 に備えられている磁気センサ 27 が出力する 2 つの信号(余弦波信号及び正弦波信号)から可動子 25 の位置を検出し、検出した位置を示す検出位置 を減算器 101 に出力する。

【0035】

推定部 150 は、モータモデル部 151、減算器 152、速度推定部 153、ローパスフィルタ部 154 を有している。

モータモデル部 151 は、電力変換器 106 がリニアモータ 20 に印加している電圧と、速度推定部 153 が推定する可動子 25 の推定移動速度と、予め設定されているリニアモータ 20 のモータ定数とに基づいて、リニアモータ 20 に流れる推定電流値 i_M を算出する。ここで、モータ定数は、例えば、リニアモータ 20 の抵抗値、d 軸のインダクタンス値、q 軸のインダクタンス値、誘起電圧係数などである。

【0036】

減算器 152 は、変流器 107 が検出した電流値 i から、モータモデル部 151 が算出した推定電流値 i_M を減算して電流偏差 i を算出する。

速度推定部 153 は、減算器 152 が算出した電流偏差 i から、リニアモータ 20 の可動子 25 の推定移動速度を算出し、算出した推定移動速度を示す信号をモータモデル部 151 とローパスフィルタ部 154 とに出力する。

【0037】

ローパスフィルタ部 154 は、速度推定部 153 が算出した推定移動速度に含まれる高周波の脈動成分を除去し、脈動成分を除去した推定移動速度である推定速度 M_0 を減算器 103 に出力する。

上述の構成により、推定部 150 は、リニアモータ 20 に印加する電圧値と、リニアモータ 20 に流れる電流値 i とに基づいて、リニアモータ 20 の可動子 25 が移動する速度の推定値である推定移動速度を算出する(参考文献: 武田洋次、松井信行、森本茂雄、本田幸夫著、「埋込磁石同期モータの設計と制御」、第 1 版第 3 刷、株式会社オーム社、平成 16 年 7 月、p. 111 - p. 115)。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

上述のように、リニアモータ装置 1 は、MR センサ 2 7 により検出した検出位置 を用いて速度指令値を算出する位置制御を行う位置制御部 1 0 2 と、推定部 1 5 0 により推定した推定速度 M_0 を用いて電流指令値を算出する速度制御を行う速度制御部 1 0 4 とを備えることにより、検出位置 に誤差が含まれる場合においても、推定速度 M_0 を用いることにより当該誤差が電流指令値に与える影響を低減させることができる。すなわち、本実施形態のリニアモータ装置 1 は、検出位置 の変化量のみから可動子 2 5 の速度を算出する場合に比べ、電流指令値の算出における検出位置 の誤差の影響を低減させることができる。

これにより、リニアスケールを用いずにリニアモータ 2 0 を制御する精度を向上させ、リニアモータ 2 0 の可動子 2 5 の正確な繰返し位置決め制御を行うことができ、位置決め精度を改善することができる。

10

【 0 0 3 9 】

また、制御装置 1 0 は、MR センサ 2 7 により検出した検出位置 を用いて速度指令値を算出する位置制御と、推定部 1 5 0 により推定した推定速度 M_0 を用いて電流指令値を算出する速度制御とを並行して行うため、特許文献 1 に記載の技術のように制御を切り替える必要がないので、可動子 2 5 の移動速度のムラを減らすことができ、滑らかにリニアモータ 2 0 を制御することができる。

【 0 0 4 0 】

(第 2 実施形態)

20

図 8 は、第 2 実施形態におけるリニアモータ 2 0 の制御装置 1 1 の構成を示す概略ブロック図である。本実施形態の制御装置 1 1 は、速度算出部 1 1 1 と、速度選択部 1 1 2 とを備えている点が、第 1 実施形態の制御装置 1 0 と異なる。以下、速度算出部 1 1 1 と、速度選択部 1 1 2 とについて説明する。また、第 1 実施形態と同じ他の構成については、同じ符号を付してその説明を省略する。

【 0 0 4 1 】

速度算出部 1 1 1 は、位置検出部 1 0 8 が検出する検出位置 の単位時間当たりの変化から可動子 2 5 の移動速度を算出する。

速度選択部 1 1 2 は、変流器 1 0 7 が検出する電流値 i の大きさに基づいて、推定部 1 5 0 のローパスフィルタ部 1 5 4 から出力される推定速度 M_0 と、速度算出部 1 1 1 が算出する移動速度とのいずれか一方の速度を選択して、減算器 1 0 3 に出力する。すなわち、減算器 1 0 3 は、位置制御部 1 0 2 が算出した速度指令値 r_m から、速度選択部 1 1 2 が選択した速度を減算し、減算結果を速度偏差として速度制御部 1 0 4 に出力する。

30

【 0 0 4 2 】

具体的には、速度選択部 1 1 2 は、変流器 1 0 7 が検出した電流値 i が、予め定められた電流値であるしきい値より小さい場合、速度算出部 1 1 1 が算出した移動速度を選択し、電流値 i がしきい値以上の場合、推定部 1 5 0 が算出した推定速度 M_0 を選択する。

【 0 0 4 3 】

上述の構成により、本実施形態のリニアモータ装置は、第 1 実施形態のリニアモータ装置 1 と同様に、MR センサ 2 7 により検出した検出位置 を用いて速度指令値を算出する位置制御を行う位置制御部 1 0 2 と、推定部 1 5 0 により推定した推定速度 M_0 を用いて電流指令値を算出する速度制御を行う速度制御部 1 0 4 とを備えることにより、検出位置 に誤差が含まれる場合においても、推定速度 M_0 を用いることにより当該誤差が電流指令値に与える影響を低減させることができる。

40

【 0 0 4 4 】

また、本実施形態のリニアモータ装置は、制御装置 1 1 が、変流器 1 0 7 が検出した電流値 i の大きさに基づいて、推定部 1 5 0 が推定した推定速度 M_0 と、磁気センサ 2 7 が出力する信号に基づいて算出された移動速度とのいずれか一方の速度を選択し、選択した速度を用いた速度制御を行うようにした。具体的には、変流器 1 0 7 が検出した電流値 i がしきい値より小さい場合は、推定部 1 5 0 が算出する推定速度 M_0 の推定誤差が大

50

きくなりやすいので、速度算出部 1 1 1 が算出する移動速度を用いてリニアモータ 2 0 を制御する。一方、変流器 1 0 7 が検出した電流値 i がしきい値以上の場合は、推定部 1 5 0 が算出する推定速度 M_0 の推定誤差が大きくなりやすいので、推定速度 M_0 を用いてリニアモータ 2 0 を制御する。

【 0 0 4 5 】

これにより、推定速度 M_0 の推定誤差が大きくなり易いリニアモータ 2 0 に流れる電流値 i が小さいときは、磁気センサ 2 7 が出力する信号に基づく速度を用いて速度制御を行うことにより、リニアモータ 2 0 の制御精度の低下を防ぐことができ、位置決め精度を改善することができる。

【 0 0 4 6 】

なお、上述の第 1 及び第 2 実施形態において、制御装置 1 0 (1 1) は、電機子 6 0 を備えた可動子 2 5 が、駆動用磁石 2 4 を備えた固定子 2 1 に対して、相対的に直線運動をするフラットタイプのリニアモータ 2 0 を制御する構成を説明した。しかし、これに限らず、制御装置 1 0 は、ロッドタイプの駆動用磁石を備えた可動子が、電機子 (コイル) を備えた固定子に対して相対的に直線運動をするロッドタイプのリニアモータに適用するようにしてもよい。

また、上述の第 1 及び第 2 実施形態において、駆動用磁石 2 4 は、直線上に一列に配列されている構成について説明したが、これに限らず、リニアモータ 2 0 の用途に応じてカーブ状に一列に配列されていてもよい。

【 0 0 4 7 】

上述の第 1 及び第 2 実施形態における制御装置 1 0 (1 1) は内部に、コンピュータシステムを有していてもよい。その場合、上述した減算器、位置制御部、速度制御部、電流制御部、推定部、位置検出部、速度算出部、速度選択部の各処理の過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されており、このプログラムをコンピュータが読み出して実行することによって、上記処理が行われることになる。ここでコンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等をいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしてもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 8 】

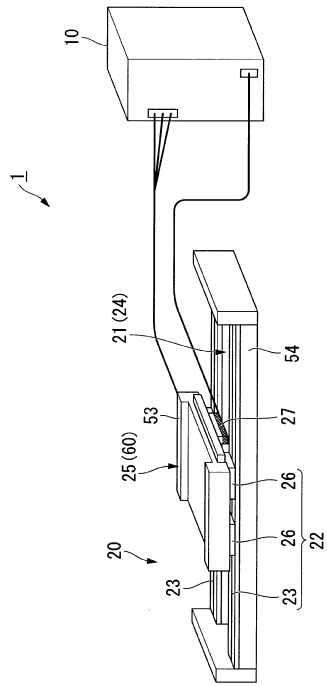
1 ... リニアモータ装置, 1 0 , 1 1 ... 制御装置, 2 0 ... リニアモータ, 2 1 ... 固定子, 2 4 , 2 4 N , 2 4 S ... 駆動用磁石, 2 5 ... 可動子, 2 7 ... MR センサ (磁気センサ), 1 0 1 , 1 0 3 , 1 5 2 ... 減算器, 1 0 2 ... 位置制御部, 1 0 4 ... 速度制御部, 1 0 5 ... 電流制御部, 1 0 6 ... 電力変換器, 1 0 7 ... 変流器, 1 0 8 ... 位置検出部, 1 1 1 ... 速度算出部, 1 1 2 ... 速度選択部, 1 5 0 ... 推定部, 1 5 1 ... モータモデル部, 1 5 2 ... 減算器, 1 5 3 ... 速度推定部, 1 5 4 ... ローパスフィルタ部

10

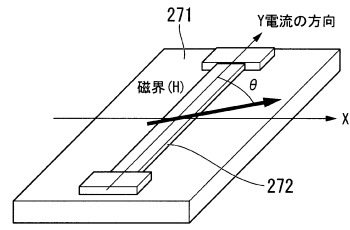
20

30

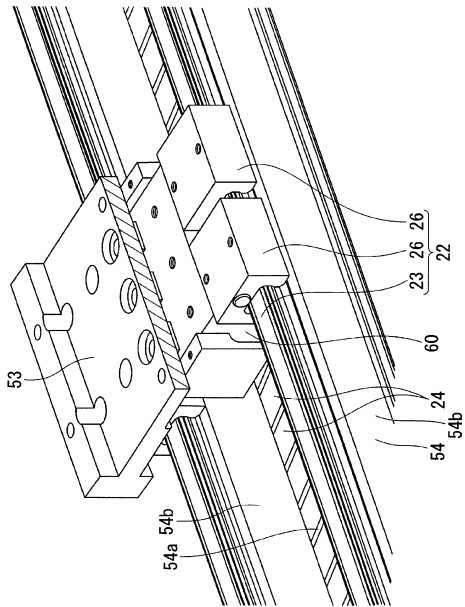
【図 1】



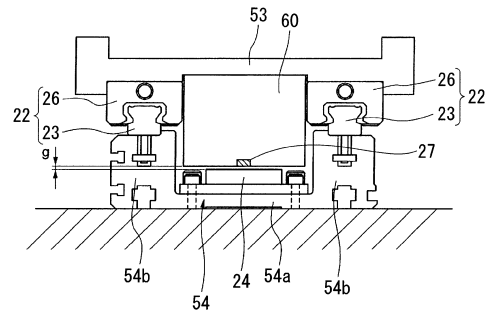
【図 2】



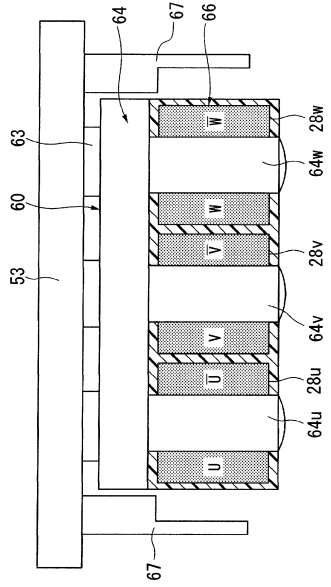
【図 3】



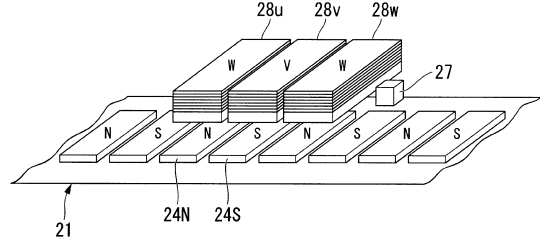
【図 4】



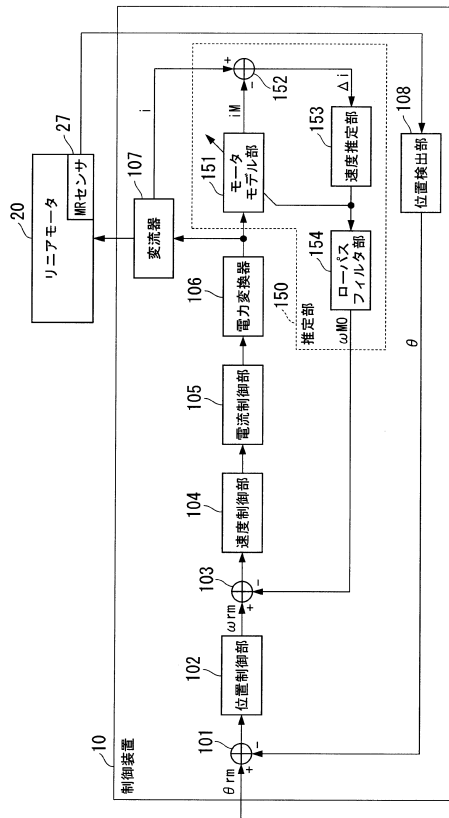
【図5】



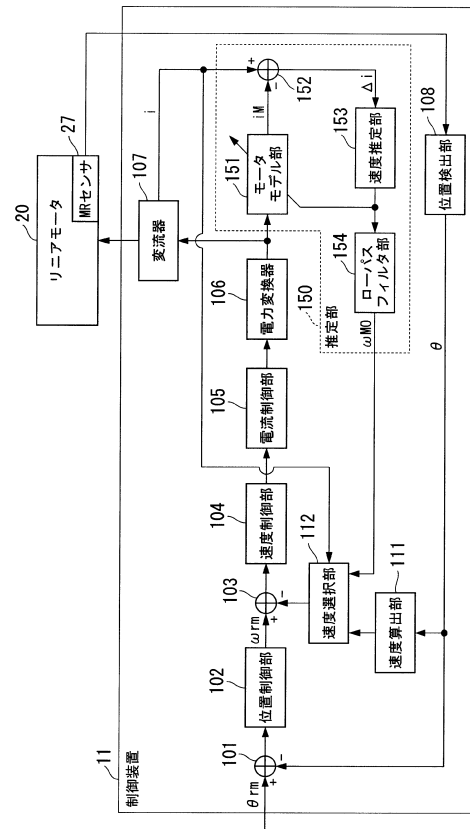
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-087178(JP,A)
特開2009-071930(JP,A)
特開2004-166326(JP,A)
特開2007-89336(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02P 25/06
H02K 41/03