

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

位置センサを有する永久磁石型同期モータを電力変換器により制御する制御装置であって、

前記位置センサの出力からモータの速度を演算する速度演算手段と、

前記位置センサの出力からモータの磁極位置を演算する磁極位置演算手段と、

前記位置センサの出力の異常を検出する位置センサ異常検出手段と、

前記速度演算手段により求めた速度検出値を速度指令値に追従させるように、前記磁極位置を用いて電力変換器に対する電圧指令値を生成する第 1 の制御手段と、

を備えた永久磁石型同期モータの制御装置において、

前記速度指令値に応じた大きさ及び位相を有する電圧指令値を、前記速度指令値に応じた周波数から求めた磁極位置を用いて生成する第 2 の制御手段と、

第 1 の制御手段または第 2 の制御手段の何れかを選択して当該制御手段により生成された電圧指令値を電力変換器に与えるための切換手段と、

を備え、

前記位置センサ異常検出手段により前記位置センサの出力が正常と判断された時には、前記切換手段により第 1 の制御手段からの電圧指令値を電力変換器に与えると共に、前記位置センサ異常検出手段により前記位置センサの出力が異常と判断された時には、前記切換手段により第 2 の制御手段からの電圧指令値を電力変換器に与えることを特徴とする永久磁石型同期モータの制御装置。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載した永久磁石型同期モータの制御装置において、

前記モータはドアを開閉駆動するモータであり、

位置センサの出力が正常と判断された時には、ドアが完全に開いた状態及び閉じた状態でモータへの電力供給を停止し、

位置センサの出力が異常と判断された時には、ドアが完全に閉じた状態以外ではモータへの電力供給を継続することを特徴とする永久磁石型同期モータの制御装置。

## 【請求項 3】

請求項 1 に記載した永久磁石型同期モータの制御装置において、

前記モータはドアを開閉駆動するモータであり、

前記ドアが完全に閉まったことを検知する検知手段と、

位置センサの出力が正常と判断され、かつ、前記検知手段によりドアが完全に閉まったことを検知した際のドア位置を記憶する記憶手段と、を備え、

位置センサの出力が異常と判断され、かつ、前記検知手段によりドアが完全に閉まったことを検知した時には、前記記憶手段に記憶されたドア位置を用いて前記モータによりドアを開閉駆動することを特徴とする永久磁石型同期モータの制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、位置センサを備えた永久磁石型同期モータを可変速駆動するための制御装置に関し、特に、リニアモータを用いて電車等のドアの開閉を行う用途に使用して好適な永久磁石型同期モータの制御装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

図 3 は、この種の制御装置の従来技術を示すブロック図である。その構成を動作と共に説明すると、1 はドア 2 を開閉駆動するリニアモータ等の三相の永久磁石型同期モータであり、インバータ等の電力変換器 3 から電力が供給されている。また、4 は電力変換器 3 に接続された直流電源である。

6 は、ドア 2 が完全に閉まって閉位置にあることを検出する閉位置検知センサであり、その検知信号は速度指令演算器 10 に入力されている。この速度指令演算器 10 は、ドア

10

20

30

40

50

開閉指令に基づいてモータ 1 の速度（ドア 2 の移動速度に比例する）指令値を演算するものである。

【 0 0 0 3 】

一方、5 はモータ 1 の磁極位置等を求めるための位置センサであり、その出力信号は速度演算器 1 1 及び位置演算器 1 5 に入力されている。この位置演算器 1 5 により磁極位置と共に演算されたドア位置信号は、前記速度指令演算器 1 0 に入力される。

【 0 0 0 4 】

1 2 は、速度指令演算器 1 0 から出力された速度指令値と速度演算器 1 1 により求められた速度検出値との偏差を算出する減算器、1 3 は上記偏差を零にするような推力を演算する速度調節器、1 4 は速度調節器 1 3 から出力される推力指令値に基づいて d - q 座標上の d 軸，q 軸電流指令値を演算する電流指令演算器である。 10

また、7 は電力変換器 3 からモータ 1 に供給される電流を検出する電流検出器、1 6 は電流検出値と位置演算器 1 5 から出力されたモータ 1 の磁極位置とに基づいて d - q 座標上の電流を演算する座標変換器、1 7，1 8 は電流指令演算器 1 4 により演算された d 軸電流指令値、q 軸電流指令値と、座標変換器 1 6 から出力された d 軸電流検出値、q 軸電流検出値との偏差をそれぞれ演算する減算器である。

【 0 0 0 5 】

減算器 1 7，1 8 により演算された偏差は d 軸電流調節器 1 9 及び q 軸電流調節器 2 0 にそれぞれ入力され、各偏差を零にするような d 軸電圧指令値、q 軸電圧指令値がそれぞれ演算される。 20

これらの d 軸電圧指令値、q 軸電圧指令値は極座標変換器 2 1 に入力され、電圧指令ベクトルの大きさ及び位相が演算されて電圧指令演算器 2 2 に与えられる。

電圧指令演算器 2 2 では、極座標変換器 2 1 から出力された電圧指令ベクトルと位置演算器 1 5 から出力された磁極位置とに基づいて電力変換器 3 に与える三相各相の電圧指令値を演算する。

なお、2 3 は、位置センサ 5 の出力の正常、異常を判断し、異常時には電力変換器 3 によるモータ 1 への電力供給を停止したり適宜な警報動作を行うための位置センサ異常判断器である。

【 0 0 0 6 】

上記構成において、ドア 2 を閉める場合には、ドア 2 の閉指令が入力された速度指令演算器 1 0 により、ドア 2 を閉める方向の速度指令値が演算される。前述の如く、ドア 2 の移動速度はドア 2 を駆動するモータ 1 の速度に比例しているため、モータ 1 の磁極位置や速度を求めるための位置センサ 5 の出力から速度演算器 1 1 が速度を演算し、速度指令値と速度検出値との偏差が無くなるように速度調節器 1 3 にて推力指令値が演算される。 30

この推力指令値に基づき、電流指令演算器 1 4、減算器 1 7，1 8、d 軸，q 軸電流調節器 1 9，2 0 を介して d 軸，q 軸電圧指令値が演算され、極座標変換器 2 1 を経て電圧指令ベクトルが生成される。この電圧指令ベクトルは、磁極位置が入力されている電圧指令演算器 2 2 により三相各相の電圧指令に変換され、電力変換器 3 に与えられてモータ 1 を駆動することとなる。

【 0 0 0 7 】

モータ 1 は、速度指令演算器 1 0 から出力される速度指令値に追従して回転し、ドア 2 を閉方向に駆動する。そして、閉位置検知センサ 6 によりドア 2 が閉位置に到達したことが検出されると、閉位置検知信号が速度指令演算器 1 0 に入力され、速度指令値がゼロになる。 40

これにより、電力変換器 3 からモータ 1 への電力供給が停止され、ドア 2 は閉位置で停止することとなる。

【 0 0 0 8 】

また、ドア 2 を開く場合には、ドア開指令が入力される速度指令演算器 1 0 により、ドア 2 を開く方向の速度指令値が演算され、前記同様の動作によってモータ 1 が駆動される。そして、位置演算器 1 5 により演算されたドア位置が全開位置に達した場合に、速度指 50

令演算器 10 にて速度指令値をゼロとし、電力変換器 3 からモータ 1 への電力供給が停止されてドア 2 は全開位置で停止することとなる。

【0009】

上述したドア 2 の開閉動作の途中において、位置センサ異常判断器 23 により位置センサ 5 の出力が異常と判断された場合には、位置センサ 5 の出力を用いている速度演算器 11 及び位置演算器 15 が正確な速度検出値や磁極位置を求めることができなくなって制御精度が低下するため、位置センサ異常判断器 23 から出力される異常検出信号を用いて、電力変換器 3 からモータ 1 への電力供給を停止している。

【0010】

なお、上記従来技術とほぼ同様に構成されたコントローラが、下記の非特許文献 1 に「5. コントローラ」として記載されている。 10

【0011】

【非特許文献 1】佐藤芳彦、外 3 名、「通勤電車用リニアモータ駆動ドアシステムの開発」、平成 11 年電気学会産業応用部門大会論文集（論文 NO.114）、社団法人電気学会、平成 11 年、p. 359 ~ 362

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

上記従来技術では、位置センサ異常判断器 23 により位置センサ 5 の異常を検出した場合にモータ 1 の駆動を停止している。このため、従来技術を電車の側引戸に適用した場合にはドアの開閉動作が途中で中断されることになり、ドアが閉まっていないために電車の運行遅延が生じる等の弊害が発生していた。 20

このため、位置センサが異常の場合でもドアを継続的に開閉動作できるシステムの実現が要望されている。

そこで本発明は、位置センサの異常を検出した後でも、継続してドアを開閉制御可能な制御装置を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記課題を解決するため、請求項 1 記載の発明は、位置センサを有する永久磁石型同期モータを電力変換器により制御する制御装置であって、 30

前記位置センサの出力からモータの速度を演算する速度演算手段と、

前記位置センサの出力からモータの磁極位置を演算する磁極位置演算手段と、

前記位置センサの出力の異常を検出する位置センサ異常検出手段と、

前記速度演算手段により求めた速度検出値を速度指令値に追従させるように、前記磁極位置を用いて電力変換器に対する電圧指令値を生成する第 1 の制御手段と、

を備えた永久磁石型同期モータの制御装置において、

前記速度指令値に応じた大きさ及び位相を有する電圧指令値を、前記速度指令値に応じた周波数から求めた磁極位置を用いて生成する第 2 の制御手段と、

第 1 の制御手段または第 2 の制御手段の何れかを選択して当該制御手段により生成された電圧指令値を電力変換器に与えるための切換手段と、 40

を備え、

前記位置センサ異常検出手段により前記位置センサの出力が正常と判断された時には、前記切換手段により第 1 の制御手段からの電圧指令値を電力変換器に与えると共に、前記位置センサ異常検出手段により前記位置センサの出力が異常と判断された時には、前記切換手段により第 2 の制御手段からの電圧指令値を電力変換器に与えるものである。

【0014】

また、請求項 2 記載の発明は、請求項 1 に記載した永久磁石型同期モータの制御装置において、

前記モータはドアを開閉駆動するモータであり、

位置センサの出力が正常と判断された時には、ドアが完全に開いた状態及び閉じた状態 50

でモータへの電力供給を停止し、

位置センサの出力が異常と判断された時には、ドアが完全に閉じた状態以外ではモータへの電力供給を継続するものである。

【0015】

請求項3記載の発明は、請求項1に記載した永久磁石型同期モータの制御装置において

、前記モータはドアを開閉駆動するモータであり、

前記ドアが完全に閉まったことを検知する検知手段と、

位置センサの出力が正常と判断され、かつ、前記検知手段によりドアが完全に閉まったことを検知した際のドア位置を記憶する記憶手段と、を備え、

位置センサの出力が異常と判断され、かつ、前記検知手段によりドアが完全に閉まったことを検知した時には、前記記憶手段に記憶されたドア位置を用いて前記モータによりドアを開閉駆動するものである。

【発明の効果】

【0016】

請求項1の発明によれば、位置センサの出力が異常となった場合でも、第2の制御手段により所定の速度指令値に応じてモータを継続的に駆動することができる。

また、請求項2の発明によれば、位置センサの出力が正常な場合にはドア全開時における電力節減が可能であり、また、位置センサの出力が異常な場合には、ドア全開時に速度指令値をゼロにしながらモータへの電力供給を継続することで、悪戯等により外力により

ドアが動かされる場合に抗力を発生させてドアの移動を防止することができる。

更に、請求項3の発明によれば、速度指令値を積分して求めたドアの位置情報と実際のドア位置との誤差を無くすことができ、位置センサが異常の場合でも安定したドアの開閉制御を行うことが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、図に沿って本発明の実施形態を説明する。

まず、図1は請求項1の発明に相当する本発明の第1実施形態を示すブロック図である。図3と同一の構成要素には同一の参照符号を付して説明を省略し、以下では異なる部分を中心に説明する。

【0018】

図1において、図3と異なる主な部分は、 $f/V$ 演算器24、積分器25、制御切換判断器26及び切換器27が追加されている点である。

$f/V$ 演算器24には、速度指令演算器10から出力される速度指令値が入力され、 $f/V$ 演算器24は、速度指令値に対応した電圧指令値の大きさ及び位相を演算して $d-q$ 座標上の $d$ 軸電圧指令値と $q$ 軸電圧指令値とを生成する。これらの $d$ 軸電圧指令値及び $q$ 軸電圧指令値は、切換器27の常開接点 $a_1$ 、 $a_2$ を介して極座標変換器21に入力可能となっている。

また、前記 $d$ 軸電流調節器19及び $q$ 軸電流調節器20の出力側は、それぞれ常閉接点 $b_1$ 、 $b_2$ を介して極座標変換器21に入力されている。

【0019】

一方、積分器25は、速度指令演算器10から出力される速度指令値に応じた周波数を積分してドア2の位置とモータ1の磁極位置とを求めるものであり、ドア位置信号は速度指令演算器10に入力されると共に、磁極位置は常開接点 $a_3$ を介して電圧指令演算器22及び座標変換器16に入力可能となっている。更に、位置演算器15から出力される磁極位置は、常閉接点 $b_3$ を介して電圧指令演算器22及び座標変換器16に入力されている。

なお、常開接点 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 及び常閉接点 $b_1$ 、 $b_2$ 、 $b_3$ は、制御切換判断器26から出力される制御切換信号により連動して動作するものである。

また、位置センサ異常判断器23から出力される位置センサ異常検出信号は、制御切換

10

20

30

40

50

判断器 26 に入力されており、制御切換判断器 26 は、位置センサ異常検出信号が入力されたときに制御切換信号を出力するように構成されている。

【0020】

なお、図 1 の構成において、速度指令演算器 10、減算器 12、電流指令演算器 14、減算器 17、18、d 軸、q 軸電流調節器 19、20、接点  $b_1$ 、 $b_2$ 、極座標変換器 21、電圧指令演算器 22 等からなる部分（広義には、位置センサ 5、速度演算器 11、位置演算器 15、接点  $b_3$ 、電流検出器 7、座標変換器 16 をも含む）が、本発明における第 1 の制御手段に相当する。

また、 $f/V$  演算器 24、接点  $a_1$ 、 $a_2$ 、極座標変換器 21、電圧指令演算器 22、積分器 25、接点  $a_3$  等からなる部分が、本発明における第 2 の制御手段に相当する。

10

【0021】

次に、この実施形態の動作を説明する。

位置センサ 5 の出力が正常である場合、切換器 27 の各接点  $a_1 \sim a_3$ 、 $b_1 \sim b_3$  は図示の状態になっているため、図 1 の回路全体は図 3 と実質的に同様になる。

位置センサ 5 の出力が異常になると、位置センサ異常判断器 23 から位置センサ異常検出信号が出力され、この信号は制御切換判断器 26 に入力される。これにより、制御切換判断器 26 から制御切換信号が出力され、切換器 27 の接点  $a_1 \sim a_3$  を閉じると共に、接点  $b_1 \sim b_3$  を開く。

【0022】

このため、極座標変換器 21 に入力される d 軸電圧指令値及び q 軸電圧指令値には  $f/V$  演算器 24 の出力が用いられることになり、異常である位置センサ 5 の出力に基づいて速度演算器 11 が演算した速度検出値が反映されることはない。

20

また、電圧指令演算器 22 に入力されるモータ 1 の磁極位置には積分器 25 の出力が用いられることになり、位置センサ 5 の出力に基づいて位置演算器 15 が演算した磁極位置が反映されることはない。

従って、位置センサ 5 が異常であっても、速度指令値に応じた電圧指令値を電圧指令演算器 22 により演算し、この電圧指令値に従い電力変換器 3 を継続的に運転してモータ 1 を駆動することが可能になり、電力変換器 3 の運転停止によりドア 2 の開閉動作が途中で中断されるおそれもなくなる。

【0023】

30

なお、位置センサを用いずに永久磁石型同期モータを駆動する従来技術として、例えば特開 2000-287494 号公報に記載された制御装置が知られているが、この制御装置では、いわゆる位置センサレス制御を前提としている点、及び、モータの速度に応じて低速用、高速用の d 軸、q 軸電圧指令値を切り換えることにより主として低速運転時の安定性の向上、トルク上限の拡大等を図る点で、本実施形態とは根本的に異なるものである。

【0024】

次に、請求項 2 に記載した発明の実施形態を説明する。

前述したように、位置センサ 5 の出力が異常である場合、ドア 2 の位置は速度指令値に対応した周波数を積分器 25 にて積分することにより求めることができる。しかし、ドア 2 が全開になった時に速度指令演算器 10 の出力である速度指令値をゼロとし、また、電力変換器 3 からモータ 1 への電力供給を停止すると、ドア 2 が悪戯等により外力で動かされた場合に、動かされたことを検出する手段が無い場合積分器 25 の出力であるドア位置と実際のドア位置とがずれてしまい、脱調してモータ 1 を動かすことができなくなる場合がある。

40

【0025】

このため本実施形態では、ドア 2 が開いた後でドア 2 を静止状態にする場合に、位置センサ 5 の出力が正常な場合には速度指令演算器 10 の出力である速度指令値をゼロとし、同時に電力変換器 3 からモータ 1 への電力供給を停止して電力消費を抑制すると共に、位置センサ 5 の出力が異常である場合には前記速度指令値をゼロとする一方で、電力変換器

50

3 からモータ 1 への電力供給を継続し、ドア 2 が悪戯等の外力により容易に動かないようにすることとした。

【0026】

これにより、位置センサ 5 の出力が正常な場合には、ドア 2 の全開時に電力供給を停止して電力を節約することができる。また、位置センサ 5 の出力が異常な場合には、ドア 2 の全開時に速度ゼロの指令を与えつつモータ 1 に電力を供給することにより、悪戯等によって外力でドア 2 が動かされる場合に抗力を発生させる。これによってドア 2 の移動を防ぎ、速度指令値を積分して求めたドア位置情報と実際のドア 2 の位置との間に誤差が発生するのを防止することができる。

【0027】

次に、図 2 は請求項 3 の発明に相当する本発明の第 2 実施形態を示すブロック図である。この実施形態は、図 1 に示した第 1 実施形態の構成に、ドア 2 が閉まった時の位置を記憶するための閉位置記憶部 28 が追加されている。この閉位置記憶部 28 は、位置演算器 15 により演算される閉状態のドア位置（閉位置）を記憶するものである。

【0028】

この実施形態の動作を説明する。

位置センサ異常判断器 23 の出力である位置センサ異常検出信号（異常時に“H”レベル、正常時に“L”レベル）が“L”（正常）であり、閉位置検知センサ 6 の出力である閉位置検知信号（閉状態検知時に“H”レベル、その他では“L”レベル）が“H”（閉状態）である場合に、位置演算器 15 の出力であるドア 2 の位置を閉位置として閉位置記憶部 28 が記憶する。

【0029】

また、位置センサ異常検出信号が“H”（異常）であって閉位置検知信号が“H”（閉状態）である場合に、積分器 25 の初期値として、閉位置記憶部 28 に記憶されているドア 2 の位置（すなわち、本来の閉位置）を代入する。

これにより、位置センサ 5 の出力が異常になった場合でも、閉位置記憶部 28 には位置センサ 5 が正常であるときの本来の閉位置が記憶されているので、ドア 2 が閉状態になる度に、実際のドア 2 の位置と積分器 25 により演算されるドア 2 の位置との誤差をなくす校正動作を行うことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図 1】本発明の第 1 実施形態を示すブロック図である。

【図 2】本発明の第 2 実施形態を示すブロック図である。

【図 3】従来技術を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0031】

- 1：永久磁石型同期モータ
- 2：ドア
- 3：電力変換器
- 4：直流電源
- 5：位置センサ
- 6：閉位置検知センサ
- 7：電流検出器
- 10：速度指令演算器
- 11：速度演算器
- 12, 17, 18：減算器
- 13：速度調節器
- 14：電流指令演算器
- 15：位置演算器
- 16：座標変換器

10

20

30

40

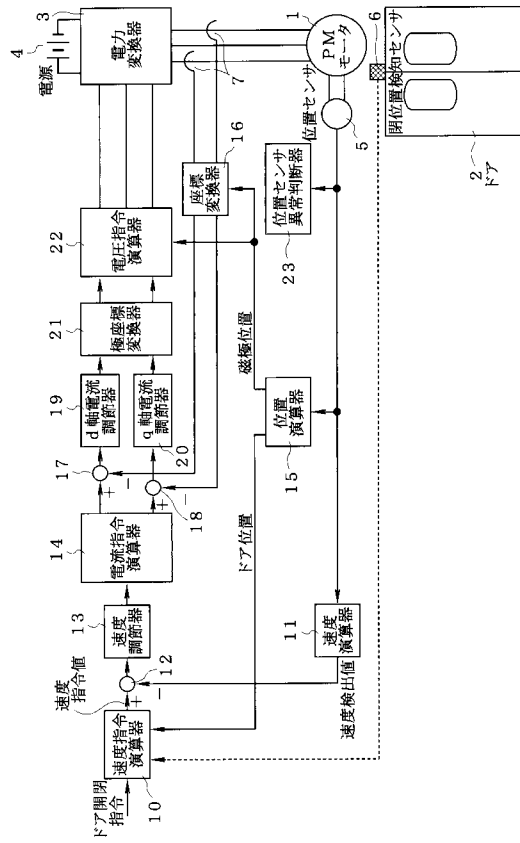
50

- 10

[illegible][illegible]



【図 3】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup> F I テーマコード(参考)

B 6 1 D	19/02	V
H 0 2 P	5/41	3 0 3 Z
H 0 2 P	6/02	3 2 1 N

F ターム(参考) 5H560 AA08 BB04 BB12 DA00 DA18 DB20 DC12 EB01 JJ01 JJ17  
RR10 SS01 TT11 XA02 XA13  
5H576 AA01 BB06 CC01 DD07 EE01 EE04 GG04 GG07 HB01 JJ02  
JJ17 LL01 LL22 LL41 LL57 MM01 MM11