

(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2004-180458

(P2004-180458A)

(43) 公開日 平成16年6月24日(2004.6.24)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H02P 5/41

F I

H02P 5/41 303K

テーマコード(参考)

5H576

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2002-345921 (P2002-345921)	(71) 出願人	591083244 富士電機システムズ株式会社 東京都千代田区三番町6番地17
(22) 出願日	平成14年11月28日(2002.11.28)	(74) 代理人	100091281 弁理士 森田 雄一
		(72) 発明者	佐藤 芳信 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
		Fターム(参考)	5H576 AA15 AA17 BB06 DD07 GG02 GG06 LL07 LL41

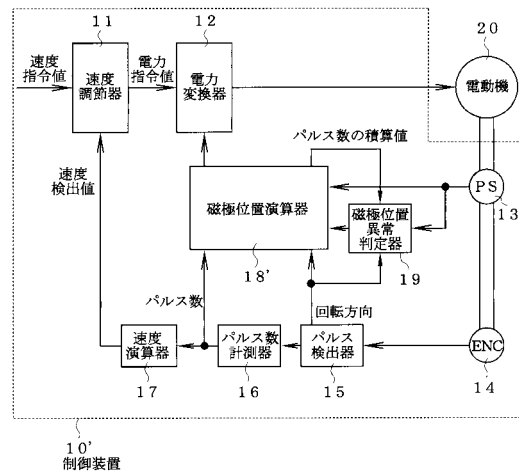
(54) 【発明の名称】 永久磁石型同期電動機の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 磁極位置センサを二重化することなく、磁極位置センサの異常時にも永久磁石型同期電動機を継続的に運転可能とする。

【解決手段】 永久磁石型同期電動機20と、エンコーダ14と、パルス検出器15と、パルス数計測器16と、速度演算器17と、磁極位置センサ13と、この磁極位置センサ13の出力パルス状態から異常を判定する磁極位置異常判定器19と、前記出力パルス状態及び回転方向から求めた基準量とパルス数とを用いて磁極位置を演算する磁極位置演算器18'と、電力指令値を求める速度調節器11と、前記電力指令値に応じて電動機20に電力を供給する電力変換器12と、を備える。磁極位置演算器18'は、前記出力パルス状態に応じて回転方向ごとに磁極位置センサ13の正常時及び異常時における前記基準量を予め保持し、異常判定時には、異常時の基準量を用いて磁極位置を演算する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

永久磁石型同期電動機と、電動機の回転速度検出用のエンコーダと、このエンコーダの出力パルスから電動機の回転方向を判別するパルス検出器と、前記エンコーダのパルス数を回転方向を考慮して計測するパルス数計測器と、このパルス数計測器により計測されたパルス数から電動機の回転速度を演算する速度演算器と、電動機の永久磁石回転子の磁極位置を検出して各相ごとに180度の期間、パルスを出力する磁極位置センサと、この磁極位置センサの出力パルス状態から前記磁極位置センサの異常を判定する磁極位置異常判定器と、前記磁極位置センサの出力パルス状態及び回転方向から磁極位置の基準量を求め、この基準量と前記パルス数計測器により計測されたパルス数とに基づいて前記磁極位置を演算する磁極位置演算器と、前記速度演算器から出力される速度検出値と速度指令値とから電力指令値を求める速度調節器と、この速度調節器から出力される電力指令値に応じて電動機に電力を供給する電力変換器と、を備え、

10

前記磁極位置演算器は、前記磁極位置センサの出力パルス状態に応じて、電動機の回転方向ごとに磁極位置センサの正常時及び異常時における前記基準量を予め保持しており、前記磁極位置異常判定器による異常判定時に、異常時における基準量を用いて前記磁極位置を演算することを特徴とする永久磁石型同期電動機の制御装置。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載した永久磁石型同期電動機の制御装置において、前記磁極位置センサの出力パルス状態の前回値が異常であるときに、前記出力パルス状態の今回値に応じた異常時における前記基準量を用いて前記磁極位置を演算することを特徴とする永久磁石型同期電動機の制御装置。

20

## 【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載した永久磁石型同期電動機の制御装置において、前記磁極位置センサの出力パルス状態の今回値が異常であるときに、前記電動機の回転方向及び前記出力パルス状態の前回値に応じて異常が発生した相を特定することを特徴とする永久磁石型同期電動機の制御装置。

## 【請求項 4】

請求項 3 に記載した永久磁石型同期電動機の制御装置において、前記パルス数計測器により計測されたパルス数の積算値が一定値を超えた際に前記磁極位置センサの異常を判定することを特徴とする永久磁石型同期電動機の制御装置。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、永久磁石型同期電動機に取り付けた磁極位置センサ及びエンコーダにより永久磁石回転子の磁極位置及び回転速度を検出して永久磁石型同期電動機を可変速制御するための制御装置に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

図 4 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。  
図 4 に示す制御装置 10 は、永久磁石型同期電動機 20 の速度指令値に対して速度検出値を追従させるように電力指令値を演算する速度調節器 11 と、この速度調節器 11 から出力される電力指令値に応じた電力を、永久磁石回転子の磁極位置を考慮しながら電動機 20 に供給する電力変換器 12 と、電動機 20 の回転速度を検出するためのエンコーダ 14 と、永久磁石回転子の磁極位置を検出するための磁極位置センサ 13 と、エンコーダ 14 の出力パルスから回転方向を判別するパルス検出器 15 と、前記回転方向を考慮しながらエンコーダ 14 の出力パルスを計数するパルス数計測器 16 と、このパルス数計測器 16 の出力から電動機 20 の回転速度を演算し、速度検出値を速度調節器 11 に向けて出力する速度演算器 17 と、磁極位置センサ 13 の出力パルスとパルス検出器 15 からの回転方向とパルス数計測器 16 からのパルス数とに基づき磁極の初期位置や基準量を求めて磁極

40

50

位置を演算する磁極位置演算器 18 とから構成されており、この演算器 18 により求めた磁極位置が電力変換器 12 に入力されている。

【0003】

ここで、図5は磁極位置センサ13の出力及び磁極位置信号の様子を示すものである。磁極位置センサ13は三相の各相毎にそれぞれ180度の期間、パルスを出力し、これらのパルスの各相間の位相差は120度となっている。回転子の磁極位置は0度から360度の間で繰り返し変化するので、その推移は三角波状の波形となる。

【0004】

以下の表1は、磁極位置演算器18が演算に用いる磁極位置センサ13の出力パルス状態と、磁極の初期位置及び位置演算のための基準量との関係を示している。この表1のパルス状態における丸付き数字“1”，“2”，“3”，…は、図5の上段に示した丸付き数字“1”，“2”，“3”，…に対応して正常時のパルス状態を示しており、表1のパルス状態の数字“0”，“7”は、それぞれ全相のパルスがLowレベル(L)、Highレベル(H)となる異常時のパルス状態を示している。

10

【0005】

【表1】

パルス状態				初期位置	基準量	
番号	U相	V相	W相		正転	逆転
①	H	L	H	30度	0度	60度
②	H	L	L	90度	60度	120度
③	H	H	L	150度	120度	180度
④	L	H	L	210度	180度	240度
⑤	L	H	H	270度	240度	300度
⑥	L	L	H	330度	300度	0度
0	L	L	L	—	—	—
7	H	H	H	—	—	—

20

30

【0006】

図5に示す如く、電動機20の正転時には、パルス状態が“1”から“2”，“3”，…と変化して磁極位置の角度が増加し、また、逆転時には、パルス状態が“6”から“5”，“4”，…と変化して角度が減少していく。なお、表1における初期位置は、電源投入時のように磁極位置の状態が不明のときに用いるデータであり、誤差幅が±30度となるように設定してある。更に、表1における基準量は、電源投入後に磁極位置センサ13の出力パルスが変化した場合に用いるデータである。

また、図5の磁極位置の三角波上にある丸印は、磁極位置センサ13の出力パルス状態が変化するときの正しい基準量を示しており、例えば、正転時にパルス状態が“1”から“2”に変化する場合の図5における基準量(三角波上にある丸印)は60度であり、表1のパルス状態“2”における正転時の基準量(60度)と一致している。

40

【0007】

次に、磁極位置演算器18による演算アルゴリズムを、図6のフローチャートに示す。磁極位置演算器18は、磁極位置センサ13の出力パルスから表1のパルス状態を読み取り(S1)、パルス状態の今回値が前回値と同じであるか否かを判断する(S2)。両者が同じであってパルス状態が変化していない場合には下記の数式1の磁極位置演算により磁極位置を求めると共に(S4)、パルス状態が変化して今回値が前回値と異なる場合には、磁極位置演算用のパルス数の積算値をゼロクリアしてから(S3)、数式1の演算により磁極位置を求める(S4)。その後、今回のパルス状態を前回値として保存する(S5)。

50

このようにして、一定周期ごとにパルス状態の変化の有無を検出しながら磁極位置演算を行っている。

【0008】

[数1]

$= K_1 \times \text{エンコーダパルス計測数} + \text{初期位置または基準量}$

( $K_1$  : エンコーダ出力パルスの1パルス当たりの角度)

【0009】

次いで、図4に示した制御装置10の全体的な動作を説明する。この制御装置10では、速度指令値に対し速度検出値が追従するように速度調節器11によって電力指令値が演算され、この電力指令値に応じた電力を電動機20に供給するように電力変換器12が動作する。その際、電力変換器12では、磁極位置演算器18によって上述の如く演算された磁極位置を考慮しながら電動機20への供給電力を決定している。

10

【0010】

電動機20の回転速度は、エンコーダ14の出力パルスをパルス検出器15により検出して回転方向を判断し、パルス数計測器16が回転方向を考慮しながらパルス数を計測すると共に、このパルス数に基づいて速度演算器17が演算している。

また、磁極位置については、磁極位置演算器18が、表1におけるパルス状態に応じて、電源投入直後は初期位置を用い、その後パルス状態が変化した場合には基準量を用いて数式1の演算により求めている。

【0011】

なお、上述した従来技術のようにエンコーダ及び磁極位置センサを用いて永久磁石型同期電動機20の速度制御を行う制御装置は、例えば以下の特許文献1, 2に記載されている。

このうち、特許文献2に記載された制御装置は、磁極位置センサの取付位置の誤差に起因する磁極位置検出誤差をなくすために、電源投入後にインバータと電動機との間に設けられたコンタクトを開放して電動機20の誘起電圧波形を検出し、この誘起電圧波形と磁極位置センサの出力信号との位相差である磁極位置検出誤差を求めて磁極位置検出値を補正するようにしたものである。

20

【0012】

【特許文献1】

特開平11-206198号公報

30

【特許文献2】

特開平9-47066号公報

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

図7及び図8は、電動機20の正転時において、磁極位置センサ13から出力されるU相信号に異常が発生した場合の磁極位置センサ13の出力及び磁極位置信号を示している。図7では、正常であったU相パルスが途中からLowレベルで固定となり、図8では、正常であったU相パルスが途中からHighレベルで固定となっている。このため、図7ではパルス状態が“0”、図8ではパルス状態が“7”となる期間が発生し、正常時にはあり得ない異常な状態が発生している。

40

【0014】

また、図7におけるパルス状態“0”の次のパルス状態は“4”となっているが、正常時にパルス状態が“3”から“4”に変わるときの正しい基準量は180度(図5、表1参照)であるのに対して、図7では“0”から“4”に変わるときの基準量が120度となっており、正常時に比べて60度遅れている。

同様に、図8におけるパルス状態“7”の次のパルス状態は“1”となっているが、正常時にパルス状態が“6”から“1”に変わるときの正しい基準量は0度(図5、表1参照)であるのに対して、図8では“7”から“1”に変わるときの基準量が300度となっており、このケースでも正常な場合に比べて60度遅れている。

【0015】

50

なお、図 7、図 8 には示されていないが、電動機 20 の逆転時において、異常時のパルス状態“0”または“7”が発生した場合、次のパルス状態における基準量は正常時に比べて60度進む。

すなわち、異常時のパルス状態“0”または“7”が発生すると、次のパルス状態における基準量は、正転時、逆転時の何れの場合も正常時に比べて60度の誤差を持つことになる。

#### 【0016】

このような異常時であるにも関わらず、表 1 に示した正常時の初期位置や基準量を用いて磁極位置演算を行うと、磁極位置を誤認することになり、場合によっては脱調を起こして電動機 20 を継続的に駆動することが困難になる。このため、磁極位置演算器 18 が異常時のパルス状態“0”または“7”を検出した場合には、直ちに電動機 20 を停止する保護動作が必要となる。

10

#### 【0017】

しかし、プラント等の産業用機械においては、予め決められた動作が終了するまで、また、電動機が車両等の駆動部に用いられている場合には、車両等が安全な場所に移動するまで、電動機の運転を継続することが要求されている。

一方、前述したような磁極位置センサの異常時の対策としては、センサを二重化することが考えられるが、センサ取付場所の確保が困難であったり、システムの複雑化やコストの上昇を招くといった問題がある。

#### 【0018】

更に、前述した特許文献 2 に記載された制御装置は、電動機の誘起電圧と磁極位置検出信号との位相差から磁極位置検出誤差を求め、この誤差を用いて磁極位置を補正するものであるが、図 7 や図 8 に示したようにある相の出力パルスが主として電気的要因により Low レベルまたは High レベルに固定されるような異常事態を想定したものではないと共に、磁極位置検出誤差を求めるためにコンタクトを開放する等の煩雑な処理を要するものであった。

20

#### 【0019】

そこで本発明は、磁極位置センサを二重化したり煩雑な処理を要することなく、磁極位置センサの出力信号に異常が発生した場合でも永久磁石型同期電動機を何ら支障なく継続的に運転できるようにした制御装置を提供しようとするものである。

30

#### 【0020】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、請求項 1 記載の発明は、永久磁石型同期電動機と、電動機の回転速度検出用のエンコーダと、このエンコーダの出力パルスから電動機の回転方向を判別するパルス検出器と、前記エンコーダのパルス数を回転方向を考慮して計測するパルス数計測器と、このパルス数計測器により計測されたパルス数から電動機の回転速度を演算する速度演算器と、電動機の永久磁石回転子の磁極位置を検出して各相ごとに180度の期間、パルスを出力する磁極位置センサと、この磁極位置センサの出力パルス状態から前記磁極位置センサの異常を判定する磁極位置異常判定器と、前記磁極位置センサの出力パルス状態及び回転方向から磁極位置の基準量を求め、この基準量と前記パルス数計測器により計測されたパルス数とに基づいて前記磁極位置を演算する磁極位置演算器と、前記速度演算器から出力される速度検出値と速度指令値とから電力指令値を求める速度調節器と、この速度調節器から出力される電力指令値に応じて電動機に電力を供給する電力変換器と、を備え、

40

前記磁極位置演算器は、前記磁極位置センサの出力パルス状態に応じて、電動機の回転方向ごとに磁極位置センサの正常時及び異常時における前記基準量を予め保持しており、前記磁極位置異常判定器による異常判定時に、異常時における基準量を用いて前記磁極位置を演算するものである。

#### 【0021】

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電動機の制御装置において、

50

前記磁極位置センサの出力パルス状態の前回値が異常であるときに、前記出力パルス状態の今回値に応じた異常時における前記基準量を用いて前記磁極位置を演算するものである。

【0022】

請求項3記載の発明は、請求項1または2に記載した永久磁石型同期電動機の制御装置において、

前記磁極位置センサの出力パルス状態の今回値が異常であるときに、前記電動機の回転方向及び前記出力パルス状態の前回値に応じて異常が発生した相を特定するものである。

【0023】

請求項4記載の発明は、請求項3に記載した永久磁石型同期電動機の制御装置において、前記パルス数計測器により計測されたパルス数の積算値が一定値を超えた際に前記磁極位置センサの異常を判定するものである。

10

【0024】

【発明の実施の形態】

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、本発明の第1実施形態を示すブロック図であり、請求項1, 2に記載した発明の実施形態に相当する。

図1において、図4の従来技術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。

【0025】

まず、この第1実施形態が図4と異なるのは、磁極位置センサ13の出力信号の異常を検出するための磁極位置異常判定器19が追加され、磁極位置演算器18'が、磁極位置異常判定器19の出力(異常判定信号)によって磁極位置演算に用いる基準量を決定するようにした点である。

20

なお、磁極位置異常判定器19には、パルス検出器15からの回転方向と磁極位置演算器18'からのパルス数の積算値とが入力されているが、これらの入力信号は、後述する第2実施形態において磁極位置の異常判定を行うために入力されており、第1実施形態では必要不可欠なものではない。

【0026】

次に、第1実施形態の動作を説明する。

まず、磁極位置異常判定器19により、磁極位置センサ13の出力パルス状態の前回値が表1に示した“0”や“7”のように異常と判断された場合には、磁極位置異常判定器19から磁極位置演算器18'に異常判定信号を送出する。

30

磁極位置演算器18'では、以下の表2に示すように、各パルス状態の今回値について、前回値の異常時を考慮した磁極位置の基準量を用い、図2に示すフローチャートに従って今回値における磁極位置を演算する。

【0027】

【表2】

パルス状態				初期 位置	基準量			
					正転		逆転	
番号	U相	V相	W相		正常	異常	正常	異常
①	H	L	H	30度	0度	300度	60度	120度
②	H	L	L	90度	60度	0度	120度	180度
③	H	H	L	150度	120度	60度	180度	240度
④	L	H	L	210度	180度	120度	240度	300度
⑤	L	H	H	270度	240度	180度	300度	0度
⑥	L	L	H	330度	300度	240度	0度	60度
0	L	L	L	—	—	—	—	—
7	H	H	H	—	—	—	—	—

10

## 【0028】

この表2が表1と異なるのは、各パルス状態の今回値における正転時、逆転時の基準量について、前回値が異常であった場合の角度を表1にそれぞれ追加した点である。

表2の見方としては、正転時において、例えば前回、異常が検出された後にパルス状態が“1”となった場合には、前述した60度の誤差を考慮して、正常時の基準量0度に対して60度遅れた300度を今回値に対する基準量とし、以下同様に、前回、異常が検出された後にパルス状態が“2”となった場合には、前述した60度の誤差を考慮して、正常時の基準量60度に対して60度遅れた0度を今回値に対する基準量とすることを示している。

20

## 【0029】

また、逆転時には、例えば前回、異常が検出された後にパルス状態が“1”となった場合には、前述した60度の誤差を考慮して、正常時の基準量60度に対して60度進んだ120度を今回値に対する基準量とし、以下同様に、前回、異常が検出された後にパルス状態が“2”となった場合には、前述した60度の誤差を考慮して、正常時の基準量120度に対して60度進んだ180度を今回値に対する基準量とすることを示している。

30

## 【0030】

このように、磁極位置異常判定器19が磁極位置センサ13の出力パルスから異常を検出して異常判定信号が磁極位置演算器18'に入力された場合には、磁極位置演算器18'が表2に示す異常時（パルス状態の前回値の異常時）の基準量を用いて数式1の演算を行うことにより、パルス状態の今回値における正しい磁極位置を求めることが可能になる。

## 【0031】

なお、図7、図8に示したように、異常時のパルス状態“0”と“7”が検出される前は、U相において正常時には60度毎に検出されていたパルス変化が120度の期間なくなり（図7におけるパルス状態“6”、及び、図8におけるパルス状態“3”を参照）、磁極位置の演算誤差を生じるが、従来技術によれば、その期間は図6におけるパルス数積算値のゼロクリア（S3）が行われなため、このパルス数積算値（数式1におけるエンコーダパルス計測数の積算値）により、演算誤差は緩和される。

40

しかし、従来技術において、異常時のパルス状態“0”または“7”の検出後の次のパルス状態では、前述したように基準量が正常時に対して60度の誤差を持ち、更に、図6によりパルス数の積算値がゼロクリアされるので、上述したような演算誤差の緩和は期待できない。

## 【0032】

これらの点を考慮し、本実施形態では、磁極位置演算器18'によりパルス状態前回値の異常時を考慮しながら今回値における磁極位置演算を行うこととし、そのために、表2に

50

示した異常時の基準量を予め設定しておいて数式 1 による磁極位置演算を行うこととしたものである。

【0033】

図 2 は、この実施形態における磁極位置演算器 18' の演算アルゴリズムを示している。磁極位置演算器 18' は、磁極位置センサ 13 の出力パルスからパルス状態を逐次読み取り (S11)、パルス状態の前回値が正常 (パルス状態が “ 1 ” ~ “ 6 ” の何れか) であるか否かを判断する (S12)。前回値が正常である場合には、表 2 における正常時の基準量を用い (S13)、前回値が異常である場合、すなわちパルス状態が “ 0 ” または “ 7 ” の場合には、表 2 における異常時の基準量を用いることを決定する (S14)。

10

【0034】

以後のステップ S15 ~ S19 は、パルス状態の前回値が正常であって正常時の基準量を用いる場合 (S13) と、パルス状態の前回値が異常であって異常時の基準量を用いる場合 (S14) とのそれぞれについて適用されるが、磁極位置演算のステップ (S18) において数式 1 の演算に使用される基準量が正常時と異常時とで異なっている。

【0035】

ステップ S15 以降の処理としては、まず、パルス状態の今回値が前回値と同じであるか否かを判断し (S15)、両者が同じ場合には、数式 1 の磁極位置演算を行って磁極位置を求め (S18)、その後、今回の磁極位置のパルス状態を前回値として保存する (S19)。

20

また、パルス状態が変化して今回値が前回値と異なる場合には、今回のパルス状態が正常か否かを判断する (S16)。その際、パルス状態の今回値が正常であれば、磁極位置演算用パルス数の積算値をゼロクリアしてから (S17)、ステップ S18 の磁極位置演算に移行する。また、パルス状態の今回値が異常であれば、磁極位置演算用パルス数の積算値をゼロクリアすることなくステップ S18 の磁極位置演算に移行する。

【0036】

このような処理を行うことにより、例えば、パルス状態前回値が “ 0 ” または “ 7 ” の異常時から変化して今回値が正常になった場合には、図 2 における S12 S14 S15 S16 S17 S18 の経路によって異常時の基準量を用いた磁極位置演算が行われることになる。

30

具体的には、図 7 において正転時に前回の異常なパルス状態 “ 0 ” から今回の正常なパルス状態 “ 4 ” に変化した場合には、基準量として表 2 における異常時の 120 度を用いて数式 1 の磁極位置演算を行うことにより、今回のパルス状態 “ 4 ” における磁極位置が正確に演算される。その結果、磁極位置センサ 13 の出力パルスが異常であるにも関わらず、脱調等の不具合を起こすことなく、電動機 20 の速度を制御しながら継続して運転することが可能となる。

【0037】

なお、パルス状態の今回値が異常な場合には磁極位置演算用パルス数の積算値をゼロクリアしないようにし (S16)、この積算値を数式 1 のエンコーダパルス計測数として用いることで演算誤差の緩和を図っている。

40

【0038】

また、本発明は、図 9 に示すように電動機 20 の逆転時において磁極位置センサ 13 に異常が生じた場合にも、対応することができる。すなわち、図 9 は、電動機 20 の逆転時において、正常であった U 相パルスが途中から Low レベルで固定となった例であり、この場合には、表 2 における逆転時かつ異常時の基準量を数式 1 の磁極位置演算に使用すればよい。

【0039】

更に、本発明は、図 10 に示すように磁極位置センサ 13 の二相以上で異常が発生した場合にも対応可能である。この図 10 は、電動機 20 の正転時において、正常であった U 相パルスが途中から Low レベルで固定となり、その後、正常であった V 相パルスも途中か

50



らLowレベルで固定となった例である。このような場合にも、表2における正転時かつ異常時の基準量を磁極位置演算に使用すればよい。

【0040】

次に、本発明の第2実施形態を説明する。この実施形態は、請求項3, 4に記載した発明の実施形態に相当する。

この第2実施形態では、図1の磁極位置異常判定器19において、図3に示すフローチャートに従って磁極位置センサ13の異常な相及びその状態を検出する。

【0041】

磁極位置異常判定器19が読み取った磁極位置のパルス状態の今回値が正常な場合には、数式1に用いているパルス数の積算値(エンコーダパルス計測数)が回転子の回転角180度相当値未満(パルス数の積算値と角度 $K_1$ との積が180度未満)である場合には正常と判断し、処理を終了する(S21~S24)。なお、ステップS24においてパルス数の積算値が180度相当値以上ある場合には、磁極位置センサ13の出力パルスが変化していないことから磁極位置信号が異常であると判断する(S25)。

【0042】

パルス状態の今回値が異常な場合には、回転方向及びパルス状態の前回値に基づいて、以下のように異常相の状態を特定することができる。

すなわち、パルス状態が異常と判断されると(S26)、磁極位置異常判定器19では、パルス検出器15の出力から回転方向を判断する(S27)。正転の場合、前回のパルス状態を調べ(S30)、正常時(前回のパルス状態が“1”~“6”)と異常時(前回のパルス状態が“0”または“7”)とで、図示するようにU, V, W相のどの相がどのような状態で今回、異常になったか(H異常: Highレベルで固定, L異常: Lowレベルで固定)を決定して(S31)、ステップS24に移行する。逆転の場合も、同様に前回のパルス状態を調べ(S28)、正常時と異常時とで、U, V, W相のどの相がどのような状態で今回、異常になったかを決定して(S29)、ステップS24に移行する。

【0043】

ステップS31(正転時)またはS29(逆転時)における異常相及びその状態の特定は、以下のようにして行われる。

一例として、ステップS31において前回のパルス状態が“3”であった場合に、“U相H異常”(磁極位置センサ13のU相がHighレベルで固定)と判定され、また、前回のパルス状態が“6”であった場合に、“U相L異常”(磁極位置センサ13のU相がLowレベルで固定)と判定される理由を以下に説明する。正常時には、パルス状態は常に1~6の6つのパターンのうちの何れかになるが(図5参照)、パルス状態の今回値が異常(“0”または“7”)と判定される場合、そのパルス状態の前回値は、常に本来の今回値の2つ前のパルス状態となる。具体的には、例えば図7に示す正転時においてパルス状態の今回値(“0”)が発生した位置は、本来であればパルス状態2の位置であり、その前回値は1となるはずであるが、U相信号の異常(U相L異常)によって、本来の今回値である2の2つ前の6となっている。

同様に、図8に示す正転時においてパルス状態の今回値(“7”)が発生した位置は、本来であればパルス状態5の位置であり、その前回値は4となるはずであるが、U相信号の異常(U相H異常)によって、本来の今回値である5の2つ前の3となっている。

このように、正転時にパルス状態の今回値が異常である場合、その前回値のパルス状態を調べることにより、これが“3”であれば“U相H異常”であり、“6”であれば“U相L異常”と判定することができる。

他のV相、W相についても、残りのパルス状態前回値である2, 5, 4, 1がそれぞれ“V相L異常”、“V相H異常”、“W相L異常”、“W相H異常”に一対一で対応するので、ステップS31の判定が可能になる。

また、逆転時に関するステップS29についても、同様の原理でパルス状態の前回値を調

10

20

30

40

50

べることにより、異常な相及びその状態を検出することができる。

【0044】

なお、ステップS29またはS31を得た場合のステップS24では、磁極位置センサ13の出力パルス状態が2相以上おかしくなった場合には、異常なパルス状態が180度以上継続するため、磁極位置演算器18'において数式1に用いているパルス数の積算値が180度相当値以上になった場合に2相以上の異常と判断する(S25)。

【0045】

このように異常な相及びその状態を特定できることにより、例えば、始動時においてU相がLowレベルで固定されていて異常なパルス状態“0”と判定された場合、表2によれば、正常な磁極位置のパルス状態はU相がHighレベルになる2の状態であると判断できるため、正しい初期位置すなわち90度を求めることが可能となり、異常検出後の再起動も可能となる。

10

【0046】

【発明の効果】

以上のように請求項1, 2に記載した発明によれば、磁極位置センサの出力パルスが異常であると判断した場合に、磁極位置演算器において異常を考慮した基準量を用いて磁極位置演算を行うことにより、新たなセンサを追加することなく、永久磁石型同期電動機を速度制御しながら継続して運転することができる。

【0047】

また、請求項3, 4に記載した発明によれば、磁極位置センサの異常な相とその状態を特定できるため、磁極位置センサの速やかな修理を可能とし、更に磁極位置センサの2相以上の異常も容易に検出することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【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】第1実施形態における磁極位置演算アルゴリズムを示すフローチャートである。

【図3】本発明の第2実施形態における磁極位置演算アルゴリズムを示すフローチャートである。

【図4】従来技術を示すブロック図である。

【図5】従来技術における磁極位置センサの出力例を示す図である。

【図6】従来技術における磁極位置演算アルゴリズムを示すフローチャートである。

30

【図7】磁極位置センサの出力例を示す図である。

【図8】磁極位置センサの出力例を示す図である。

【図9】磁極位置センサの出力例を示す図である。

【図10】磁極位置センサの出力例を示す図である。

【符号の説明】

10' : 制御装置

11 : 速度調節器

12 : 電力変換器

13 : 磁極位置センサ

14 : エンコーダ

40

15 : パルス検出器

16 : パルス数計測器

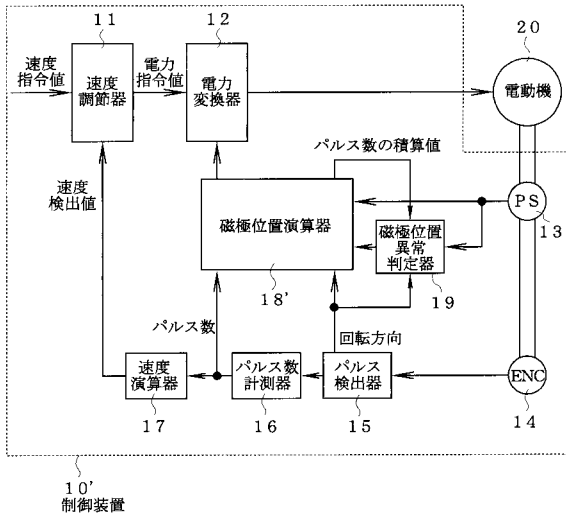
17 : 速度演算器

18' : 磁極位置演算器

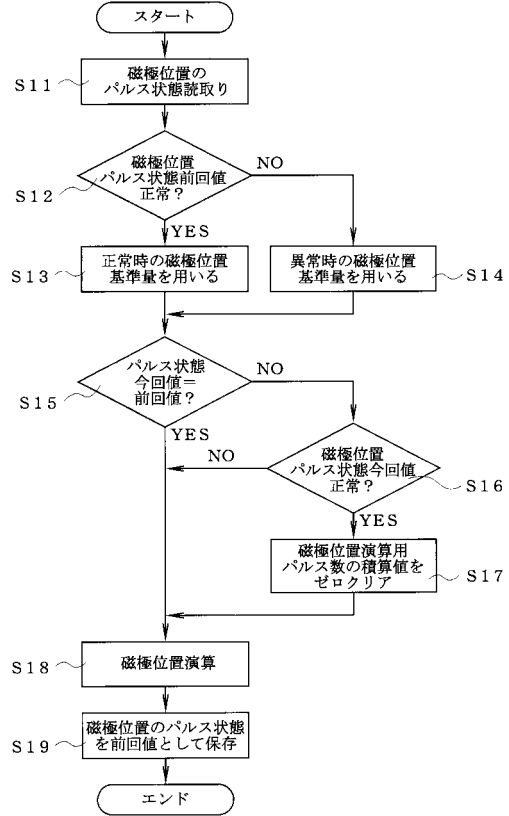
19 : 磁極位置異常判定器

20 : 永久磁石型同期電動機

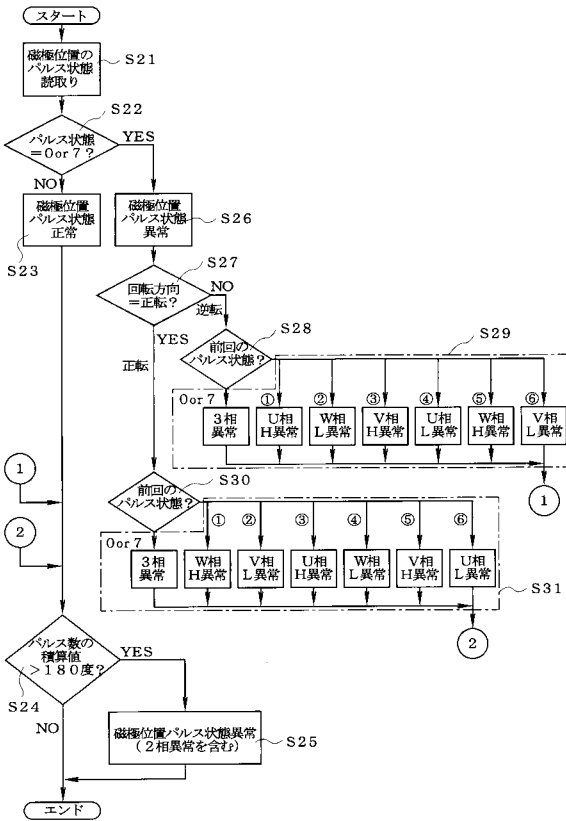
【図1】



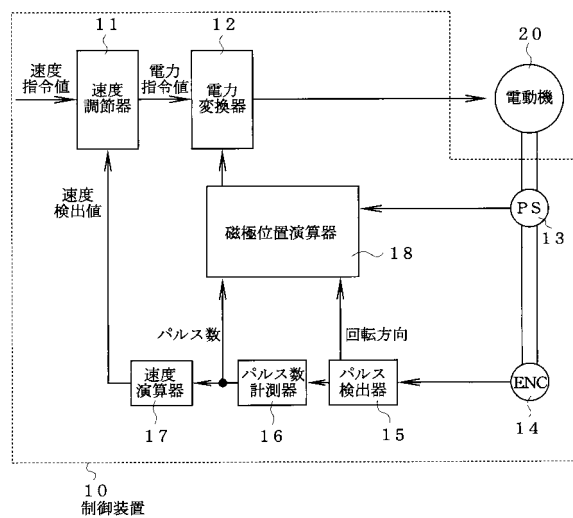
【図2】



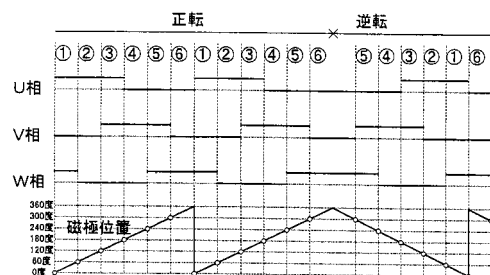
【図3】



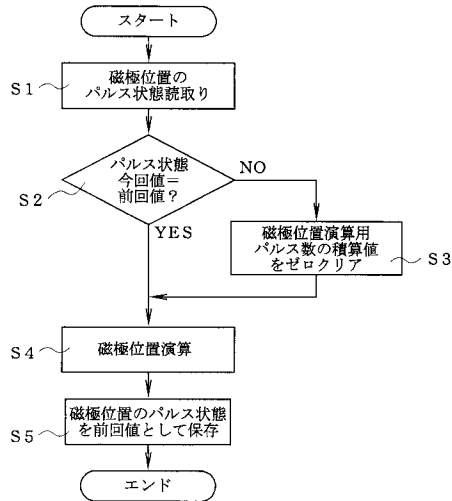
【図4】



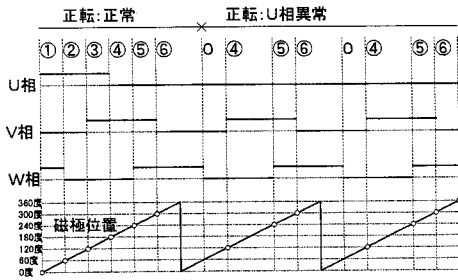
【図5】



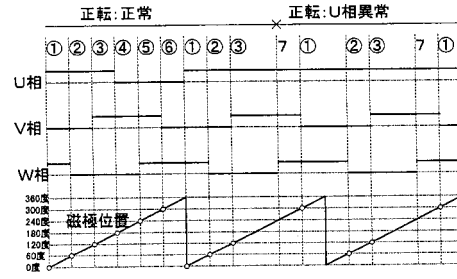
【 図 6 】



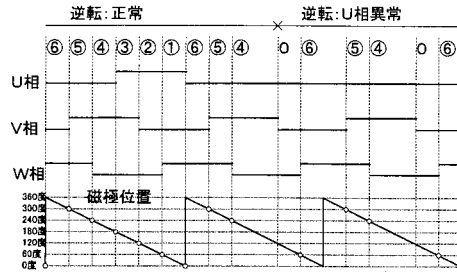
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】

