

(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2011-151889

(P2011-151889A)

(43) 公開日 平成23年8月4日(2011.8.4)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
<b>H02P 1/46 (2006.01)</b>		H02P 1/46	5H001
<b>H02P 6/20 (2006.01)</b>		H02P 6/02 371B	5H560

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2010-9190 (P2010-9190)  
 (22) 出願日 平成22年1月19日 (2010.1.19)

(71) 出願人 507201119  
 スタンダード電気株式会社  
 東京都千代田区外神田3丁目5番12号  
 (74) 代理人 110000121  
 アイアット国際特許業務法人  
 (72) 発明者 佐藤 芳春  
 東京都千代田区外神田3丁目5番12号  
 聖公会神田ビル9F内  
 (72) 発明者 宮澤 直也  
 東京都千代田区外神田3丁目5番12号  
 聖公会神田ビル9F内  
 (72) 発明者 谷口 幸一  
 東京都千代田区外神田3丁目5番12号  
 聖公会神田ビル9F内  
 Fターム(参考) 5H001 AA01 AB01 AB08 AC04 AE04  
 最終頁に続く

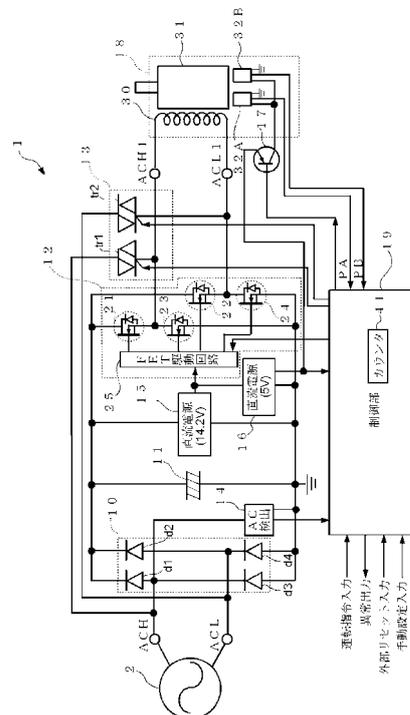
(54) 【発明の名称】 単相交流同期モータおよびその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 特許文献1のような特殊なモータをさらに改良し、モータの利用効率または稼働率を上げること。

【解決手段】 制御部19は、ロック停止、回転速度の過不足または逆転の少なくとも1つまたは複数を検出可能とされ、制御部19のカウンタ41は、その検出回数をカウントし、カウント数が所定の複数回以下ときは、起動運転を再開し、所定の複数回を超えときは運転を停止する制御を行う単相交流同期モータ1を構成する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

単相交流電源に接続されるモータコイルに、当該単相交流電源より通電される交流電圧を直流電圧に変換し、永久磁石ロータの磁極位置を検出するセンサからの検出信号により起動用スイッチング手段をスイッチングしてモータ電圧の通電の向きを切換えて通電することにより、直流ブラシレスモータとして起動運転する起動運転用回路と、

交流電圧を上記モータコイルに通電して交流同期モータとして同期運転する同期運転用回路と、

上記起動運転用回路から上記同期運転用回路へ切換えて同期運転に移行するよう制御する制御手段と、

を有する単相交流同期モータにおいて、

上記制御手段は、ロック停止、回転速度の過不足または逆転の少なくとも1つまたは複数を検出可能とされ、上記制御手段は、その検出回数をカウントし、カウント数が所定の複数回以下のときは、起動運転を再開し、所定の複数回を超えるとときは運転を停止する制御を行う、

ことを特徴とする単相交流同期モータ。

**【請求項 2】**

単相交流電源に接続されるモータコイルに、当該単相交流電源より通電される交流電圧を直流電圧に変換し、永久磁石ロータの磁極位置を検出するセンサからの検出信号により起動用スイッチング手段をスイッチングしてモータ電圧の通電の向きを切換えて通電することにより、直流ブラシレスモータとして起動運転する起動運転用回路と、

交流電圧を上記モータコイルに通電して交流同期モータとして同期運転する同期運転用回路と、

上記起動運転用回路から上記同期運転用回路へ切換えて同期運転に移行するよう制御する制御手段と、

を有する単相交流同期モータにおいて、

上記制御手段は、起動運転の際、初期には少なくともロック停止を検出し、その検出回数をカウントし、後期には、ロック停止、回転速度の過不足および逆転を検出し、合計カウント数が所定の複数回以下のときは、起動運転を再開し、所定の所定回を超えるとときは運転を停止する制御を行う、

ことを特徴とする単相交流同期モータ。

**【請求項 3】**

単相交流電源に接続されるモータコイルに、当該単相交流電源より通電される交流電圧を直流電圧に変換し、永久磁石ロータの磁極位置を検出するセンサからの検出信号により起動用スイッチング手段をスイッチングしてモータ電圧の通電の向きを切換えて通電することにより、直流ブラシレスモータとして起動運転する起動運転用回路と、

交流電圧を上記モータコイルに通電して交流同期モータとして同期運転する同期運転用回路と、

上記起動運転用回路から上記同期運転用回路へ切換えて同期運転に移行するよう制御する制御手段と、

を有する単相交流同期モータにおいて、

上記制御手段は、異常の回数をカウントするカウンタを有し、そのカウント数が所定の複数回以下のときは起動運転を再開し、所定の複数回を超えるとときは運転を停止する制御を行うと共に、同期運転に移行する前の起動運転の際および同期運転の際、ロック停止、回転速度の過不足および逆転のいずれか1つを検出した場合、その検出を異常とし、上記カウンタに通知する制御を行う、

ことを特徴とする単相交流同期モータ。

**【請求項 4】**

請求項 3 記載の単相交流同期モータであって、

前記制御手段は、ロック停止、回転速度の過不足、逆転に対し重み付けを行い、前記力

10

20

30

40

50

ウンタに対してはロック停止、回転速度の過不足または逆転が1回発生するとロック停止、回転速度の過不足または逆転にそれぞれ付された重み付けを乗じた値を通知する制御を行う、

ことを特徴とする単相交流同期モータ。

【請求項5】

請求項1から4のいずれか1項記載の単相交流同期モータであって、

前記制御手段は、起動運転の初期は、ロック停止を検出し、後期にはロック停止、回転速度の過不足、逆転の全てを検出する、

ことを特徴とする単相交流同期モータ。

【請求項6】

単相交流電源に接続されるモータコイルに、当該単相交流電源より通電される交流電圧を直流電圧に変換し、永久磁石ロータの磁極位置を検出するセンサからの検出信号により起動用スイッチング手段をスイッチングしてモータ電圧の通電の向きを切換えて通電することにより、直流ブラシレスモータとして起動運転する起動運転用回路と、

交流電圧を上記モータコイルに通電して交流同期モータとして同期運転する同期運転用回路と、

上記起動運転用回路から上記同期運転用回路へ切換えて同期運転に移行するよう制御する制御手段と、

を有する単相交流同期モータにおいて、

上記制御手段は、上記センサの検出信号にしたがって上記起動用スイッチング手段をスイッチング制御すると共に上記モータコイルに通電する電圧のデューティを徐々に上げて通電電圧を徐々に上げていく起動運転を行う際に、ロック停止、回転速度の過不足または逆転の少なくとも1つまたは複数を検出可能とされ、上記制御手段は、その検出回数をカウントし、カウント数が所定の複数回以下のときは、起動運転を再開し、所定の複数回を超えるときは運転を停止する制御を行う、

ことを特徴とする単相交流同期モータ。

【請求項7】

請求項6記載の単相交流同期モータであって、

前記制御手段は、永久磁石ロータの回転速度が同期回転速度近傍の所定回転速度に到達すると前記センサの検出信号に代えて予め取得した前記単相交流電源の周波数の情報に基づき生成された内部同期信号にしたがって前記起動スイッチング手段をスイッチング制御する起動運転をし、その後、同期運転へ移行する際に、ロック停止、回転速度の過不足または逆転の少なくとも1つまたは複数を検出可能とされ、前記制御手段は、その検出回数をカウントし、カウント数が所定の複数回以下のときは、起動運転を再開し、所定の複数回を超えるときは運転を停止する制御を行う、

ことを特徴とする単相交流同期モータ。

【請求項8】

請求項1から7のいずれか1項記載の単相交流同期モータであって、

前記制御手段は、運転再開するときには、単相交流電源の周波数の測定から行う、

ことを特徴とする単相交流同期モータ。

【請求項9】

請求項1から8のいずれか1項記載の単相交流同期モータであって、

前記起動運転に要する時間を計時するタイマを有し、

前記制御手段は、上記タイマの計時時間が所定時間以上または超えるときには、起動運転を停止させ、前記カウンタのカウント数を増加させる、

ことを特徴とする単相交流同期モータ。

【請求項10】

請求項1から9のいずれか1項記載の単相交流同期モータであって、

前記制御手段は、ロック停止、回転速度の過不足または逆転の検出に加え、前記単相交流電源の異常についても検出する、

10

20

30

40

50

ことを特徴とする単相交流同期モータ。

【請求項 1 1】

単相交流電源に接続されるモータコイルに、当該単相交流電源より通電される交流電圧を直流電圧に変換し、永久磁石ロータの磁極位置を検出するセンサからの検出信号により起動用スイッチング手段をスイッチングしてモータ電圧の通電の向きを切換えて通電することにより、直流ブラシレスモータとして起動運転する起動運転ステップと、

上記起動運転ステップから移行し、交流電圧を上記モータコイルに通電して交流同期モータとして同期運転する同期運転ステップとする単相交流同期モータが行う制御方法において、

上記起動運転ステップは、ロック停止、回転速度の過不足または逆転の少なくとも 1 つまたは複数を検出可能とされ、その検出回数をカウントし、カウント数が所定の複数回以下のときは、起動運転を再開し、所定の複数回を超えるとときは運転を停止する制御を行うステップを有する、

ことを特徴とする単相交流同期モータの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、単相交流同期モータおよびその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、起動運転における逆回転トルクの発生を抑えて安定した同期引き込みを行うことができる単相交流同期モータが開示されている。特許文献 1 の単相交流同期モータは、永久磁石ロータの磁極位置を検出する検出センサからの検出信号により起動用スイッチング手段をスイッチングしてモータ電流の向きを切換えて通電する起動運転回路を有する。これにより、単相交流同期モータを直流ブラシレスモータとして起動運転させることができる。

【0003】

また、特許文献 1 の単相交流同期モータは、永久磁石ロータの回転速度が同期回転速度近傍の所定回転数に到達すると検出センサの出力波形より位相が遅れるモータ電流波形を少なくとも当該センサ出力波形のゼロクロス点で通電方向が切り替わるようにモータ電流の通電範囲を抑制しながら起動運転させる。これにより、単相交流同期モータの起動運転における逆回転トルクの発生を抑え安定した同期回転の引き込みを行うことができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 4 0 3 0 5 7 1 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 の単相交流同期モータのように、最初はブラシレスモータのように動き、その後、同期運転となるモータは、単純なモータに比べ制御が難しく、異常が生じ易い。たとえば起動運転中または同期運転中に、何らかの要因によりロック停止、回転速度過不足または逆転などが発生する。しかし、特許文献 1 のモータではその異常を放置したままとなる。これはモータの利用効率や稼働率が落ちることとなり、モータの商品価値が低下する。

【0006】

本発明は、特許文献 1 のような特殊なモータをさらに改良するものであって、モータの利用効率または稼働率を上げることができる単相交流同期モータおよびその制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

## 【0007】

本発明の1つの観点は、単相交流同期モータとしての観点である。すなわち、本発明の単相交流同期モータは、単相交流電源に接続されるモータコイルに、当該単相交流電源より通電される交流電圧を直流電圧に変換し、永久磁石ロータの磁極位置を検出するセンサからの検出信号により起動用スイッチング手段をスイッチングしてモータ電圧の通電の向きを切換えて通電することにより、直流ブラシレスモータとして起動運転する起動運転用回路と、交流電圧をモータコイルに通電して交流同期モータとして同期運転する同期運転用回路と、起動運転用回路から同期運転用回路へ切換えて同期運転に移行するよう制御する制御手段と、を有する単相交流同期モータにおいて、制御手段は、ロック停止、回転速度の過不足または逆転の少なくとも1つまたは複数を検出可能とされ、制御手段は、その検出回数をカウントし、カウント数が所定の複数回以下のときは、起動運転を再開し、所定の複数回を超えるときは運転を停止する制御を行うものである。

10

## 【0008】

あるいは、本発明の単相交流同期モータの他の観点は、単相交流電源に接続されるモータコイルに、当該単相交流電源より通電される交流電圧を直流電圧に変換し、永久磁石ロータの磁極位置を検出するセンサからの検出信号により起動用スイッチング手段をスイッチングしてモータ電圧の通電の向きを切換えて通電することにより、直流ブラシレスモータとして起動運転する起動運転用回路と、交流電圧をモータコイルに通電して交流同期モータとして同期運転する同期運転用回路と、起動運転用回路から同期運転用回路へ切換えて同期運転に移行するよう制御する制御手段と、を有する単相交流同期モータにおいて、制御手段は、起動運転の際、初期には少なくともロック停止を検出し、その検出回数をカウントし、後期には、ロック停止、回転速度の過不足および逆転を検出し、合計カウント数が所定の複数回以下のときは、起動運転を再開し、所定の複数回を超えるときは運転を停止する制御を行うものである。

20

## 【0009】

あるいは、本発明の単相交流同期モータのさらなる他の観点は、単相交流電源に接続されるモータコイルに、当該単相交流電源より通電される交流電圧を直流電圧に変換し、永久磁石ロータの磁極位置を検出するセンサからの検出信号により起動用スイッチング手段をスイッチングしてモータ電圧の通電の向きを切換えて通電することにより、直流ブラシレスモータとして起動運転する起動運転用回路と、交流電圧をモータコイルに通電して交流同期モータとして同期運転する同期運転用回路と、起動運転用回路から同期運転用回路へ切換えて同期運転に移行するよう制御する制御手段と、を有する単相交流同期モータにおいて、制御手段は、異常の回数をカウントするカウンタを有し、そのカウント数が所定の複数回以下のときは起動運転を再開し、所定の複数回を超えるときは運転を停止する制御を行うと共に、同期運転に移行する前の起動運転の際および同期運転の際、ロック停止、回転速度の過不足および逆転のいずれか1つを検出した場合、その検出を異常とし、カウンタに通知する制御を行うものである。

30

## 【0010】

さらに、制御手段は、ロック停止、回転速度の過不足、逆転に対し重み付けを行い、カウンタに対してはロック停止、回転速度の過不足または逆転が1回発生するとロック停止、回転速度の過不足または逆転にそれぞれ付された重み付けを乗じた値を通知する制御を行うことができる。

40

## 【0011】

さらに、制御手段は、起動運転の初期は、ロック停止を検出し、後期にはロック停止、回転速度の過不足、逆転の全てを検出することができる。

## 【0012】

本発明の単相交流同期モータのさらなる他の観点は、単相交流電源に接続されるモータコイルに、当該単相交流電源より通電される交流電圧を直流電圧に変換し、永久磁石ロータの磁極位置を検出するセンサからの検出信号により起動用スイッチング手段をスイッチングしてモータ電圧の通電の向きを切換えて通電することにより、直流ブラシレスモータ

50

として起動運転する起動運転用回路と、交流電圧をモータコイルに通電して交流同期モータとして同期運転する同期運転用回路と、起動運転用回路から同期運転用回路へ切換えて同期運転に移行するよう制御する制御手段と、を有する単相交流同期モータにおいて、制御手段は、センサの検出信号にしたがって起動用スイッチング手段をスイッチング制御すると共にモータコイルに通電する電圧のデューティを徐々に上げて通電電圧を徐々に上げていく起動運転を行う際に、ロック停止、回転速度の過不足または逆転の少なくとも1つまたは複数を検出可能とされ、制御手段は、その検出回数をカウントし、カウント数が所定の複数回以下のときは、起動運転を再開し、所定の複数回を超えるときは運転を停止する制御を行うものである。

【0013】

10

また、このときに、制御手段は、永久磁石ロータの回転速度が同期回転速度近傍の所定回転速度に到達するとセンサの検出信号に代えて予め取得した単相交流電源の周波数の情報に基づき生成された内部同期信号にしたがって起動スイッチング手段をスイッチング制御する起動運転をし、その後、同期運転へ移行する際に、ロック停止、回転速度の過不足または逆転の少なくとも1つまたは複数を検出可能とされ、制御手段は、その検出回数をカウントし、カウント数が所定の複数回以下のときは、起動運転を再開し、所定の複数回を超えるときは運転を停止する制御を行うものである。

【0014】

また、制御手段は、運転再開するときには、単相交流電源の周波数の測定から行うことができる。

20

【0015】

また、起動運転に要する時間を計時するタイマを有し、制御手段は、タイマの計時時間が所定時間以上または超えるときには起動運転を停止させ、カウンタのカウント数を増加させるようにしてもよい。

【0016】

また、制御手段は、ロック停止、回転速度の過不足または逆転の検出に加え、単相交流電源の異常についても検出するようにしてもよい。

【0017】

また、本発明の他の観点は、単相交流同期モータの制御方法としての観点である。すなわち、本発明の単相交流同期モータの制御方法は、単相交流電源に接続されるモータコイルに、当該単相交流電源より通電される交流電圧を直流電圧に変換し、永久磁石ロータの磁極位置を検出するセンサからの検出信号により起動用スイッチング手段をスイッチングしてモータ電圧の通電の向きを切換えて通電することにより、直流ブラシレスモータとして起動運転する起動運転ステップと、起動運転ステップから移行し、交流電圧をモータコイルに通電して交流同期モータとして同期運転する同期運転ステップとする単相交流同期モータが行う制御方法において、起動運転ステップは、ロック停止、回転速度の過不足または逆転の少なくとも1つまたは複数を検出可能とされ、その検出回数をカウントし、カウント数が所定の複数回以下のときは、起動運転を再開し、所定の複数回を超えるときは運転を停止する制御を行うステップを有するものである。

30

【発明の効果】

40

【0018】

各発明によれば、特許文献1のような特殊なモータをさらに改良し、モータの利用効率または稼働率を上げることができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の第一の実施の形態に係る単相交流同期モータのブロック構成図である。

【図2】図1に示す制御部が行う単相交流同期モータの制御手順を示すフローチャートである。

【図3】図2のフローチャートのステップS2の動作を説明するための図である。

【図4】図2のフローチャートのステップS3の動作を説明するための図である。

50

【図5】図2のフローチャートのステップS4の動作を説明するための図である。

【図6】図2のフローチャートのステップS4からステップS5へ遷移する際の動作を説明するための図である。

【図7】図2のフローチャートのステップS6の動作を説明するための図である。

【図8】本発明の第二の実施の形態に係る単相交流同期モータを示す図で起動状態の監視手順を有する制御部を備える単相交流同期モータのブロック構成図である。

【図9】図8の制御部の制御手順を示すフローチャートである。

【図10】図1および図9に示す単相交流同期モータの各ステップ中の部材の動作を表にした図である。

【図11】その他の実施の形態に係る単相交流同期モータのブロック構成図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0020】

(本発明の実施の形態に係る単相交流同期モータ1の構成について)

本発明の実施の形態に係る単相交流同期モータ1の構成について図1を参照して説明する。単相交流同期モータ1は、単相交流電源2から電力の供給を受けて駆動する。単相交流同期モータ1は、図1に示すように、整流ブリッジ回路10、平滑フィルタ回路11、Hブリッジ回路12、同期運転回路13、AC(交流)検出回路14、直流電源15、直流電源16、センサ電源スイッチ17、モータ部18、および制御部19により構成される。なお、制御部19は、カウンタ41を有する。

【0021】

20

また、単相交流同期モータ1には、単相交流電源2の端子ACH, ACLから電源が供給される。単相交流電源2は、たとえば100V/50Hz、100V/60Hz、110V/60Hzなどの商用電源を想定しているが、単相交流同期モータに適用できる単相交流電源2の周波数としては、たとえば40Hz~75Hzの範囲内のいずれでも適用可能である。なお、以下の説明では「ACH-ACL」は、端子ACHと端子ACLとの間の端子電圧を表す。

【0022】

起動運転用回路の一部となる整流ブリッジ回路10は、4つのダイオードd1, d2, d3, d4によって構成されている。整流ブリッジ回路10は、単相交流電源2より供給される交流電圧を4つのダイオードd1, d2, d3, d4により全波整流する。

30

【0023】

起動運転用回路の一部となる平滑フィルタ回路11は、1つの電解コンデンサによって構成され、整流ブリッジ回路10から出力される全波整流波形を平滑化した直流電圧を生成する。

【0024】

起動運転用回路の一部となるHブリッジ回路12は、起動用スイッチング素子21~24およびFET(電界効果トランジスタ)駆動回路25を有する。起動用スイッチング素子21~24は、FETとダイオードの4対の組合せによって構成される。これら4つの起動用スイッチング素子21~24を適宜にON/OFF制御することによって、モータ部18のモータコイル30に対して所望する方向に電圧を通電することができる。これにより、制御部19は、モータ部18の永久磁石ロータ31が所定の回転方向に回転を継続するようにモータコイル30の電圧通電方向を制御できる。

40

【0025】

FET駆動回路25は、制御部19の制御にしたがって起動用スイッチング素子21~24のスイッチングを制御し、モータ部18のモータコイル30に通電される電圧のデューティ比を変更する。これにより、制御部19は、モータ部18のモータコイル30に通電される電圧値を制御することができる。

【0026】

同期運転用回路の一部となる同期運転回路13は、2つのトライアックtr1, tr2によって構成されている。この2つのトライアックtr1, tr2は、制御部19からの

50

制御によってON/OFFする。同期運転回路13は、制御部19からの制御によって、モータ部18の起動時には動作せず、モータコイル30へはHブリッジ回路12から電圧が通電される。一方、同期運転時には、制御部19は、Hブリッジ回路12は動作させない。このとき、モータコイル30は同期運転回路13を介して単相交流電源2から電圧が通電される。このため後述する動作説明においては、起動時の駆動方式を「Hブリッジ駆動」と呼び、同期運転時の駆動方式を「トライアック駆動」と呼ぶ。

**【0027】**

AC検出回路14は、単相交流電源2の周波数を検出し、この検出結果を制御部19に伝達する。

**【0028】**

この実施の形態における直流電源15は、平滑フィルタ回路11の出力電圧を14.2Vに変換(たとえば降圧)する。そして、直流電源15は、14.2Vの直流電源を、Hブリッジ回路12のFET駆動回路25に供給する。FET駆動回路25は、直流電源15から直流電源を供給されて稼働する。

**【0029】**

この実施の形態における直流電源16は、直流電源15の14.2Vの出力電圧を5Vに降圧する。そして、直流電源16は、5Vの直流電源を制御部19に供給すると共に、センサ電源スイッチ17を構成するトランジスタを介して5Vの直流電源をセンサ32A, 32Bに供給する。

**【0030】**

センサ電源スイッチ17は、制御部19からの制御によって直流電源16からのセンサ32A, 32Bへの電源の供給をON/OFFする。

**【0031】**

モータ部18は、出力軸と永久磁石を有する永久磁石ロータ31、この永久磁石ロータ31に磁界を与えて回転させるステータ(不図示)、およびセンサ32A, 32Bなどを有する。図1では、モータ部18のステータが有するモータコイル30のみ図示し、他のステータの構成要素の図示は省略してある。永久磁石ロータ31は、この実施の形態ではN極とS極を1つずつ有する2極の永久磁石ロータとなっている。モータコイル30は、この実施の形態では、2極の各ステータに巻回されており、2つの磁極が直列接続され、一方の極がN極に励磁されると、他方の極がS極に励磁される関係となるように接続され、巻回されている。

**【0032】**

モータコイル30は、電圧が通電されることによって磁界を発生する。モータコイル30によって発生した交流磁界によって永久磁石ロータ31を所定方向に回転させることができる。また、モータ部18には、端子ACH1, ACL1から電源が供給される。なお、以下の説明では「ACH1-ACL1」は、端子ACH1と端子ACL1との間の端子電圧を表す。

**【0033】**

また、2つのセンサ32A, 32Bを有することにより、永久磁石ロータ31が正転(時計回り)方向に回転しているか、逆転(反時計回り)方向に回転しているかを検出することができる。すなわち、単相交流同期モータ1は、Hブリッジ回路12がモータコイル30に電圧を通電する方向を制御することによって、正転方向の運転と逆転方向の運転とを自在に切替えることができる。このときに、2つのセンサ32A, 32Bを有することによって、正転運転または逆転運転のいずれの運転方向にも対応することができる。なお、以下の説明では、センサ32A, 32Bを、個々に区別する必要がない場合、単にセンサ32と記す。

**【0034】**

また、センサ32は、たとえばホール素子であり、センサ電源スイッチ17を構成するトランジスタを介して直流電源16から電源(5V)が供給される。センサ32は、永久磁石ロータ31の磁極位置を検出する。これにより、制御部19は、センサ32の出力が

10

20

30

40

50

ら永久磁石ロータ 31 の回転の状況を検出し、モータ部 18 を制御する。たとえば制御部 19 は、永久磁石ロータ 31 が正転時には、センサ 32 A の出力（以下では出力 P A と記す）を基準に制御を行ない、永久磁石ロータ 31 が逆転時には、センサ 32 B の出力（以下では、出力 P B と記す）を基準に制御を行う。

#### 【0035】

制御部 19 は、CPU (Central Processing Unit)、メモリ、入出力ポートなどを有する。なお、CPU の代わりに ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、マイクロプロセッサ（マイクロコンピュータ）、DSP (Digital Signal Processor) などを用いてもよい。この制御部 19 は、起動運転用回路の一部ともなり、また同期運転用回路の一部ともなる。また、この制御部 19 は、起動運転から同期運転への切換えの制御も行う。

10

#### 【0036】

制御部 19 は、Hブリッジ回路 12 の FET 駆動回路 25 を介して起動用スイッチング素子 21 ~ 24 を制御することによって、モータ部 18 のモータコイル 30 に対して所望の通電方向の電圧を通電すると共にそのデューティ比を変更する。すなわち、制御部 19 は、FET 駆動回路 25 を制御することによって、モータコイル 30 に通電される電圧を適宜遮断し、モータコイル 30 に通電される電圧のデューティ比を変え、電圧値を可変することができる。制御部 19 が行うデューティ制御は、PWM (Pulse Width Modulation) のデューティ比を変えるもので、スタート時のデューティ比は 25 % で最大で 96 % まで制御可能となっている。また、デューティ比の切換え時の増減は、0.2 % 単位で実行可能となっている。

20

#### 【0037】

また、制御部 19 は、AC 検出回路 14 の検出結果に基づいて生成した内部同期信号を利用しての起動運転を行う。この際の起動運転は同期運転へ移行する直前の運転方法となる。

#### 【0038】

また、制御部 19 は、Hブリッジ回路 12 をオフし、同期運転回路 13 をオンさせることで同期運転を可能とする。すなわち、制御部 19 は、所定の回転数まで回転数が上がったモータ部 18 に対し、単相交流電源 2 の周波数による同期運転を実施する。

#### 【0039】

ここで内部同期信号とは、AC 検出回路 14 が検出した単相交流電源 2 の周波数にほぼ同期した制御部 19 の内部クロックである。詳細は後述するが、内部同期信号は、単相交流電源 2 の周波数よりも若干低い周波数とする。これにより、単相交流電源 2 の周波数の位相が内部同期信号の周波数の位相と一致するタイミングを作り出し、その一致した時に同期運転へ移行させることができる。

30

#### 【0040】

また、制御部 19 は、運転指令入力、異常出力、外部リセット入力、手動設定入力を入力できる。ユーザは、単相交流電源 2 を単相交流同期モータ 1 に接続した後、制御部 19 に対して運転指令信号を入力することにより、単相交流同期モータ 1 を起動させることができる。また、制御部 19 は、異常発生を異常出力として外部に出力することができる。ユーザは、制御部 19 が出力する異常出力を所定の端末装置などによって受け取ることにより単相交流同期モータ 1 の異常発生を認識することができる。また、制御部 19 は、外部リセット入力を受け付けると制御状態を初期状態に復帰させる。また、制御部 19 は、手動設定入力を受け付けることにより、ユーザが設定する数値または状態を制御部 19 内に設定することもできる。このようなユーザによる設定を用いた実施の形態については、本実施の形態とは直接関係が無いので詳細な説明は省略する。

40

#### 【0041】

また、制御部 19 が有するカウンタ 41 は、後述する制御手順における低速駆動（ステップ S 2）、高速駆動（ステップ S 3）、内部同期信号駆動（ステップ S 4）において、永久磁石ロータ 31 がロック停止した回数をカウントするものである。

50

## 【 0 0 4 2 】

( 単相交流同期モータ 1 の動作について )

次に、単相交流同期モータ 1 の動作について図 1 から図 7 を参照して説明する。図 2 に示すように、制御部 1 9 は、ステップ S 1 ~ S 6 の制御手順によってモータ部 1 8 の起動運転を行ない、その後、起動運転から同期運転へと移行させ、その後、変換効率の高い同期運転を継続させる。

## 【 0 0 4 3 】

START : 制御部 1 9 は、単相交流同期モータ 1 に単相交流電源 2 が接続されるとステップ S 1 の処理へ移行する。

## 【 0 0 4 4 】

ステップ S 1 : 制御部 1 9 は、AC 検出回路 1 4 により単相交流電源 2 の周波数 ( AC 周期 ) を測定し、これによりモータ部 1 8 の同期速度を設定する。この同期速度は、単相交流電源 2 の電源周波数に相当する速度である。制御部 1 9 は、モータ部 1 8 の同期速度の設定を完了するとステップ S 2 の処理へ移行する。

## 【 0 0 4 5 】

ステップ S 2 : 制御部 1 9 は、モータ部 1 8 の低速駆動を開始する。この低速駆動は、第 1 の起動運転の前半に相当する。具体的には、制御部 1 9 は、同期運転回路 1 3 をオフすると共に、Hブリッジ回路 1 2 とモータ部 1 8 のモータコイル 3 0 とを接続させる。そして制御部 1 9 は、Hブリッジ回路 1 2 の起動用スイッチ素子 2 1 ~ 2 4 を F E T 駆動回路 2 5 を介して制御して、永久磁石ロータ 3 1 を正転回転させるための電圧をモータコイル 3 0 に通電させ、そのデューティ比を徐々に上げる。

## 【 0 0 4 6 】

このステップ S 2 における出力 P A、Hブリッジ回路 1 2 の動作期間とデューティ比、およびモータコイル 3 0 の端子電圧 ( A C H 1 - A C L 1 ) の様子を図 3 に示す。図 3 の上段は、センサ 3 2 A の出力 P A の変化を表している。この図ではセンサ 3 2 B の出力 P B を省略している。また、図 3 の中段は、Hブリッジ回路 1 2 の動作期間とモータ部 1 8 に通電される電圧のデューティ比を表している。ここでデューティ比とは、電圧のオンオフの値を示すもので、全期間がオンのときは 1 0 0 %、期間の中で半分がオンのときは 5 0 % となる値である。このためデューティ比は、Hブリッジ回路 1 2 がモータ部 1 8 に通電可能な最大の電圧値に対して何 % をモータ部 1 8 へ通電しているかを示すものとなる。また、図 3 の下段は、モータコイル 3 0 の端子電圧 ( A C H 1 - A C L 1 ) の変化を四角形の高さの変化で表している。すなわち、図 3 の下段では、四角形の高さが高いほどモータコイル 3 0 の端子電圧 ( A C H 1 - A C L 1 ) も高くなる。

## 【 0 0 4 7 】

本実施の形態では、デューティ比は、出力 P A のエッジ毎に切換え、徐々に増加させている。なお、デューティ比の切換えタイミングを出力 P A のエッジ毎とした理由は、エッジであればタイミングが捉え易いためである。したがって、デューティ比の切換えタイミングについては、出力 P A のエッジに限定するものではなく、タイミングが特定できるのであれば出力 P A の任意のタイミングであってもよい。

## 【 0 0 4 8 】

図 3 の上段に示すように、制御部 1 9 は、時計方向回転時には、センサ 3 2 A の出力 P A に同期するようにモータコイル 3 0 に電圧を通電する。なお、回転方向が反時計方向の場合は、センサ 3 2 B の出力 P B に同期させるように電圧を通電することとする。このときに、制御部 1 9 は、図 3 の中段に示すように、起動の初期段階から徐々にモータコイル 3 0 に通電する電圧のデューティ比を大きくして行くソフトスタートを実施する。図 3 の例では、デューティ比は、2 5 % から始まり 4 1 % まで 2 % ずつ上昇している。この例では、出力 P A のエッジを検出する場合にデューティを 2 % 増加させる制御を制御部 1 9 は行っている。図 3 の下段の端子電圧の変化の様子を見ると端子電圧が上がるにしたがって回転速度が上がっている様子がわかる。なお、このステップ S 2 では、全波整流波形の半周期に相当する 1 8 0 度全てを使用している。すなわち、モータコイル 3 0 には、1 8 0

10

20

30

40

50

度周期で交互に通電する方向が逆転する矩形波形状となる電圧が通電されていることとなる。

【0049】

制御部19は、ステップS2において、モータ部18の出力軸の回転速度がステップS1において設定したモータ同期速度の80%以上になるとステップS3の処理へ移行する。このステップS3では、第1の起動運転の後半部を行う。

【0050】

ステップS3：制御部19は、モータ部18の高速駆動を開始する。このステップS3における出力PA、Hブリッジ回路12の動作期間とデューティ比、無効化信号、およびモータコイル30の端子電圧(ACH1-ACL1)の様子を図4に示す。図4の上段は、センサ32Aの出力PAの変化を表している。また、図4の第2段目は、Hブリッジ回路12の動作期間とモータコイル30に通電される電圧のデューティ比(41%~96%)を表している。また、図4の第3段目は、制御部19からHブリッジ回路12へ送出される信号で、Hブリッジ回路12を動作させないようにする無効化信号を表している。また、図4の最下段は、モータコイル30の端子電圧(ACH1-ACL1)の変化を表している。この端子電圧の状態は、理想的なもので、実際は出力PAからわずかに遅れた状態になる。なお、図4には、図3に示した波形の続きを示しており、図3においてa、bが付されている波形と図4においてa、bが付されている波形は同じものである。すなわち、図3と図4とでは縦横の縮尺を変えてある。また、図4のc、dが付されている波形との関係では、 $a < c$ 、 $b < d$ の関係となる。

【0051】

図4に示すように、制御部19は、センサ32Aの出力PAに同期するようにモータコイル30に電圧を通電する。この例でも出力PAのエッジを検出する毎にデューティ比を2%増加させている。このときに、制御部19は、半周期毎に通電方向が切り替わるタイミングの所定時間前のタイミングからモータコイル30に通電される電圧を遮断して起動運転する。その結果、図4の最下段に示すように、モータコイル30の端子電圧(ACH1-ACL1)の波形の終端部がカットされている。なお、図中のハッチング部分がカットされている部分である。この第1の起動運転の後半部において、制御部19がモータコイル30に通電する電圧の終端部をカットする割合は、出力PAの前のエッジ間における速度により今回分の速度を推定し、その速度に応じて変更する。たとえば同期回転時の速度の75%の速度と推定されたら25%をカットする。推定速度が上がるとカットする割合も増加させ最大33.3%(=全体1/3)とする。

【0052】

また、このように制御することにより出力PAのゼロクロス点付近でモータコイル30に通電される電圧の方向が確実に切り替わることとなる。これにより、永久磁石ロータ31に逆転トルクを発生させる要因となるモータ電流をカットすることができる。

【0053】

制御部19は、ステップS3において、永久磁石ロータ31の回転速度がステップS1において設定したモータ同期速度の99%以上になると、ステップS4の処理へ移行する。このステップS4は、第2の起動運転となる。

【0054】

ステップS4：制御部19は、モータ部18の内部同期信号に基づく駆動を開始する。このステップS4における内部同期信号、Hブリッジ回路12の動作期間とデューティ比、無効化信号、およびモータコイル30の端子電圧(ACH1-ACL1)の様子を図5に示す。図5の最上段は、制御部19がステップS1においてAC検出回路14から取得した単相交流電源2の周波数に基づく内部同期信号の変化を表している。この例では、内部同期信号は固定されており変化しない。そして、この内部同期信号は、単相交流電源2の周波数の90%とされている。たとえば単相交流電源2の周波数が60Hzの場合、内部同期信号は54Hzとされる。また、図5の第2段目は、Hブリッジ回路12からモータコイル30に通電される電圧のデューティ比(96%)を表している。この例では、デ

ユーティリティ比は96%に固定されている。また、図5の第3段目は、制御部19からHブリッジ回路12へ送出される信号でHブリッジ回路12を動作させないようにする無効化信号を表している。また、図5の最下段は、モータコイル30の理想的な状態の端子電圧(ACH1-ACL1)の変化を表している。なお、図5には、図4に示した波形の続きを示しており、図4においてc, dが付されている波形と図5においてc, dが付されている波形は同じものであるすなわち、図4と図5とでは縦横の縮尺を変えてある。

#### 【0055】

図5に示すように、制御部19は、内部同期信号に同期するようにモータコイル30に電圧を通电する。このときに、制御部19は、ステップS3と同様に、半周期毎に通電方向が切り替わるタイミングの所定時間前のタイミングからモータコイル30に通電される電圧を遮断して起動運転する。その結果、図5の最下段に示すように、モータコイル30の端子電圧(ACH1-ACL1)の波形の終端部がカットされている。これにより、永久磁石ロータ31に逆転トルクを発生させる要因となるモータ電圧をカットすることができる。

10

#### 【0056】

なお、ステップS4の内部同期信号に基づく駆動では、制御部19は、AC検出回路14により取得した単相交流電源2の周波数よりも若干低い周波数、この例では10%小さい周波数で制御する。そのようにすることにより、AC検出回路14から出力される単相交流電源2の周波数の方が内部同期信号の周波数に比べ大きいいため、単相交流電源2の周波数の周期がより早くなる。この結果、単相交流電源2の周波数の位相は、必ず内部同期信号の周波数の位相に追い付くタイミングを有する。制御部19は、内部同期信号の周波数の位相とAC検出回路14から出力される単相交流電源2の周波数の位相とを比較し、双方の位相差が電気角で12度~15度以内に収まる場合、ステップS5の処理へ移行する。各位相の検出は、内部同期信号の立ち下がり、立ち上がりや単相交流電源2の周波数のゼロクロス点で行っている。

20

#### 【0057】

ステップS5:制御部19は、モータ部18のAC同期駆動を開始する。この起動運転から同期運転への移行における内部同期信号、モータコイル30の端子電圧(ACH1-ACL1)、および単相交流電源2の周波数の様子を図6に示す。図6の最上段は、制御部19がステップS1においてAC検出回路14から取得した単相交流電源2の周波数に基づく内部同期信号の状態を表している。また、図6の内部同期信号の最上段の1つ下の段には、モータコイル30の端子電圧(ACH1-ACL1)の変化を表している。また、図6のさらに下段(最下段)には、内部同期信号の変化のタイミング(立ち上がり点、立ち下がり点)と単相交流電源2の周波数の変化のタイミング(立ち上がり点、立ち下がり点)との関係を示している。

30

#### 【0058】

図6の最下段に示すように、内部同期信号の変化のタイミングと単相交流電源2の周波数の変化のタイミングとがほぼ一致(電気角で12度~15度以内)したときに、制御部19は、同期運転回路13をオンに制御すると共に、Hブリッジ回路12をオフに制御する。具体的には、内部同期信号の立ち下がり点と単相交流電源2の周波数の立ち下がり点のゼロクロス点との差が1ms以内に入った場合にAC同期駆動に切り替えている。これにより、Hブリッジ回路12とモータコイル30との接続を解除すると共に、単相交流電源2とモータコイル30とを直接接続する。この結果、モータ部18はAC同期駆動状態に入る。なお、AC同期駆動の開始を各信号の立ち上がり点がほぼ一致したときに行うようにしてもよい。

40

#### 【0059】

Hブリッジ駆動であるステップS2からステップS4の間は、10秒以下となるように制御部19は制御する。この秒数は4~20秒が好ましく、6~10秒が振動対策やモータ効率の面でさらに好ましい。

#### 【0060】

50

制御部 19 は、モータ部 18 が AC 同期駆動状態に入り、5 秒以上経過するとステップ S 6 の処理へ移行する。この 5 秒という値に代えて、10 秒としたり 3 秒としたりしてもよい。

#### 【0061】

ステップ S 6 : 制御部 19 は、モータ部 18 の省電力駆動を開始する。制御部 19 は、モータ部 18 の省電力駆動を開始すると、センサ 32 を所定の周期で ON / OFF 制御する。このステップ S 6 における単相交流電源 2 の周波数、モータコイル 30 の端子電圧 (ACH1 - ACL1)、およびセンサ電源の様子を図 7 に示す。図 7 に示すように、AC 同期駆動 (S 5) においては継続しているセンサ電源が、省電力駆動 (S 6) においては間欠的であることがわかる。この周期は、たとえば 1 周期の中でセンサ 32 が 0.12 秒間 ON、1 秒間 OFF となるように設定する。0.12 秒間の ON の期間は、後述する逆転検出、ロック検出、低速検出および高速検出が可能となり、1 秒間の OFF の期間は、それらのいずれも動作しないこととなる。

10

#### 【0062】

さらに、制御部 19 は、図 2 に示すように、低速駆動 (ステップ S 2)、高速駆動 (ステップ S 3) および内部同期信号駆動 (ステップ S 4) の各ステップにおいて、永久磁石ロータ 31 がロック停止した場合、その回数をカウンタ 41 によりカウント (これを異常回数カウントという) する。そして、制御部 19 は、カウンタ 41 のカウント数が所定回以下の場合、AC 周期測定 (ステップ S 1) の処理から起動運転を再開する。一方、制御部 19 は、カウンタ 41 のカウント数が所定回を超える場合、運転を停止させる。図 2 の例では、所定回は、“4 回”としてある。

20

#### 【0063】

(制御部 19 の制御手順に係る効果について)

次に、制御部 19 の制御手順に係る効果について説明する。制御部 19 がステップ S 1 の AC 周期測定を行うことにより、単相交流電源 2 の周波数がたとえば 40 Hz ~ 75 Hz の範囲内のいずれの周波数であっても対応可能な単相交流同期モータ 1 を実現できる。この際、制御部 19 は、自動的に AC 検出回路 14 の検出出力によって単相交流電源 2 の周波数を測定できるので、ユーザによる手動設定などの手間を省くことができる。すなわち、ユーザは、電源周波数を正確に確認する必要なく、また、ユーザは、手動により周波数の設定を行う必要なく、単相交流同期モータ 1 を使用できる。

30

#### 【0064】

また、制御部 19 がステップ S 2 の低速駆動においてソフトスタートを行うことにより、同時に多数の単相交流同期モータ 1 を起動させる場合、多数の単相交流同期モータ 1 に電源を供給する電源設備に対する負荷を軽減させることができる。これによれば、同時に多数の単相交流同期モータ 1 が起動することにより電源電圧が低下することを回避し、同時に多数の単相交流同期モータ 1 の起動を可能とすることができる。

#### 【0065】

また、制御部 19 がステップ S 3 の高速駆動において擬似 120 度通電を行うことにより、起動運転における逆回転トルクの発生を抑えることができ回転効率がアップする。これは、特許文献 1 の単相交流同期モータが有する効果と同じであるが、この実施の形態の単相交流同期モータ 1 では、モータ電流波形をセンサ出力波形のゼロクロス点で通電方向が切り替わるように、モータ電流の通電範囲を抑制しながら起動運転するといった複雑な制御を必要としない。この単相交流同期モータ 1 では、擬似 120 度通電という単純な方法で逆回転トルクの発生を抑えている。

40

#### 【0066】

また、制御部 19 がステップ S 4 の内部同期信号駆動を行うことにより、センサ 32 の出力に頼ることなく、内部同期信号によってモータ部 18 を駆動することができる。これによれば、制御部 19 は、AC 検出回路 14 の検出出力により取得する単相交流電源 2 の周波数と Hブリッジ回路 2 を駆動する内部同期信号とを比較することによって同期運転への切換タイミングを認識できる。すなわち、制御部 19 は、周波数が安定しにくいセンサ

50

3 2 の出力波形によって同期運転への切換タイミングを認識するのではなく、安定した周期となり、かつ実際のモータ通電の時期と一致している内部同期信号によって同期運転への切換タイミングを認識できる。このため単相交流同期モータ 1 は、同期運転切換時に発生する脱調の確率をきわめて低く抑えることができる。また、ステップ S 4 では同期信号位相が電圧位相の電気角で 1 2 ~ 1 5 度以内で次のステップ S 5 に切り替わるので、さらに安定した切り替えを行える。

【 0 0 6 7 】

また、制御部 1 9 がステップ S 5 の A C 同期駆動を 5 秒以上行うことにより、同期運転の安定化を図ることができる。この A C 同期駆動は、3 ~ 2 0 秒が好ましく 5 ~ 1 0 秒がさらに好ましい。

【 0 0 6 8 】

また、制御部 1 9 がステップ S 6 の省電力駆動を行うことにより、センサ 3 2 の消費電力を節約することができる。すなわち、A C 同期駆動状態では、センサ 3 2 の役割は、予期せぬ要因によりモータ部 1 8 が停止したり、あるいは、逆転するといった異常事態などを検出するのみである。これらの異常事態は、A C 同期駆動すると生じる確率はきわめて低くなる。したがって、A C 同期駆動状態では、センサ 3 2 を常時 O N 状態にする必要がない。制御部 1 9 は、ステップ S 6 の省電力駆動においてセンサ 3 2 を間欠通電することにより、センサ 3 2 の消費電力を節約することができる。

【 0 0 6 9 】

また、制御部 1 9 がカウンタ 4 1 によってロック停止回数のカウントを行い、ロック停止回数が所定回以下の場合には、起動運転をやり直すことができる。これにより、モータの利用効率または稼働率を高く保つことができる。

【 0 0 7 0 】

( 第二の実施の形態に係る単相交流同期モータ 1 A について )

次に、第二の実施の形態に係る単相交流同期モータ 1 A における起動状態の監視手順を有する制御部 1 9 A について説明する。制御部 1 9 A を有する単相交流同期モータ 1 A のブロック構成を図 8 に示す。単相交流同期モータ 1 A では、制御部 1 9 A の制御手順が単相交流同期モータ 1 の制御部 1 9 とは異なる。その他の点ではこの単相交流同期モータ 1 A は、単相交流同期モータ 1 と同じであるため、同一の部材は同一の符号を用いて説明し、その詳細説明は省略する。

【 0 0 7 1 】

制御部 1 9 A は、ウォッチドックタイマ 4 0 、カウンタ 4 1 およびタイマ 4 2 を有する。ウォッチドックタイマ 4 0 は、制御部 1 9 A が立ち上がりずにハングアップした場合などの異常を検出するためのものである。カウンタ 4 1 は、モータ部 1 8 がロック停止、回転速度不足または逆転した回数を計数するものである。タイマ 4 2 は、低速駆動が開始されてから内部同期信号駆動が終了するまでの時間を計時するタイマである。

【 0 0 7 2 】

制御部 1 9 A の制御手順を図 9 に示す。図 9 において実線の矢印で示す処理の流れは、異常が発生しない場合の処理の流れである。一方、図 9 において破線の矢印で示す処理の流れは、異常が発生した場合の処理の流れである。すなわち、ステップ S 2 A , S 3 A , S 4 A , S 5 A , S 6 A において実線の矢印で示されている R U N / O F F 信号については、単相交流同期モータ 1 A の電源をユーザが O F F にした場合など、単相交流同期モータ 1 A が正常に停止された場合に出力されるものである。一方、「異常出力」から破線矢印で示されている R U N / O F F 信号は、異常回数カウント数が所定数以上である場合に出力されるものである。

【 0 0 7 3 】

なお、ステップ S 1 A ~ ステップ S 6 A の処理については、図 2 のフローチャートにおける S T A R T 、ステップ S 1 ~ ステップ S 6 の処理と基本的に同一であるため、説明を省略または簡略化する。

【 0 0 7 4 】

10

20

30

40

50

ステップ S 1 0 : 制御部 1 9 A は、直流電源 1 6 から直流電圧が通電されると、これを検出してステップ S 1 1 の処理へ移行する。すなわち、リセットの処理はフローを開始する先頭の処理である。また、制御部 1 9 A は、直流電源 1 6 から通電される電圧の低下（たとえば「 $3.6 \pm 0.3V$ 」以下）を検出したときにはリセットの処理を実行する。これはフローが既に進行している場合であっても制御部 1 9 A は、直流電源 1 6 から通電される電圧の低下を検出したときにはリセットの処理を実行する。これにより、制御部 1 9 A が直流電源 1 6 から通電される電圧の低下を検出したときにはフローが先頭の処理へ戻ることになる。その他にも、制御部 1 9 A は、自己の CPU の立ち上げに際し、ウォッチドックタイマ 4 0 がタイムアップすると CPU のハングアップとみなしてリセットの処理を再度実行する。なお、ウォッチドックタイマ 4 0 の設定値は、たとえば約  $525ms$  以上とする。さらに、制御部 1 9 A は、ユーザの手動による外部リセット入力が行われた場合についてもリセットの処理を実行する。

10

**【 0 0 7 5 】**

ステップ S 1 1 : 制御部 1 9 A は、カウンタ 4 1 およびタイマ 4 2 の設定値を初期値（たとえば“ 0 ”）に設定する。その他にも制御部 1 9 A は、自己の有する各ポートに対して入出力の割付けを行う。また、制御部 1 9 A は、上述したカウンタ 4 0 およびタイマ 4 1 の他にも内部設定値（たとえばセンサ 3 2 の出力 P A , P B の値（H または L））を初期値とする。さらに、必要に応じて制御部 1 9 A への外部からのデータの読み込みなどを行う。制御部 1 9 A は、初期設定が完了するとステップ S 1 2 の処理へ移行する。

20

**【 0 0 7 6 】**

ステップ S 1 2 : 前回、単相交流同期モータ 1 が正常に停止した場合、制御部 1 9 A の CPU のレジスタ（不図示）には R U N / O F F のフラグが立っている。このような状況下において、制御部 1 9 A は、運転指令信号が入力されるとステップ S 1 A の処理へ移行する。また、制御部 1 9 A は、レジスタの R U N / O N のフラグが解除されて R U N / O F F のフラグが立つと、次に運転指令信号が入力されるまで以降の処理を停止させる。また、制御部 1 9 A は、レジスタに R U N / O F F のフラグが立って以降の処理が停止された後、運転指令信号が入力されると R U N / O F F のフラグを解除してステップ S 1 A の処理へ移行する。また、このとき制御部 1 9 A は、レジスタに R U N / O N のフラグを立てる。また、このとき制御部 1 9 A は、カウンタ 4 1 の異常回数カウント値をクリアする。

30

**【 0 0 7 7 】**

ステップ S 1 A : 制御部 1 9 A は、図 2 のフローチャートのステップ S 1 で説明した A C 周期測定処理に加え、A C 検出回路 1 4 の検出結果が  $0Hz$  である場合、カウンタ 4 1 の異常回数カウント値を 1 つ繰り上げる。ここで A C 検出回路 1 4 の検出結果が  $0Hz$  である場合とは、単相交流電源 2 の電源が供給されているにも関わらず当該電源の周波数が検出されない状態であり、単相交流電源 2 の異常などを表している。ステップ S 1 A で、A C 検出回路 1 4 の検出結果が  $0Hz$  以外であるとステップ S 2 A の処理へ移行する。

**【 0 0 7 8 】**

ステップ S 2 A : 制御部 1 9 A は、図 2 のフローチャートのステップ S 2 で説明した低速駆動の処理に加え、低速駆動中にモータ部 1 8 がロック停止した際には、カウンタ 4 1 の異常回数カウント値を 1 つ繰り上げる。また、制御部 1 9 A は、ステップ S 2 A の処理の所要時間をタイマ 4 2 により計時する。

40

**【 0 0 7 9 】**

ステップ S 3 A : 制御部 1 9 A は、図 2 のフローチャートのステップ S 3 で説明した高速駆動の処理に加え、高速駆動中にモータ部 1 8 がロック停止した際には、カウンタ 4 1 の異常回数カウント値を 1 つ繰り上げる。また、制御部 1 9 A は、ステップ S 3 A の処理の所要時間をタイマ 4 2 により計時する。

**【 0 0 8 0 】**

ステップ S 4 A : 制御部 1 9 A は、図 2 のフローチャートのステップ S 4 で説明した内部同期信号駆動の処理に加え、内部同期信号駆動中にモータ部 1 8 がロック停止、回転速

50

度の過不足または逆転した際には、カウンタ 4 1 の異常回数カウント値を 1 つ繰り上げる。また、制御部 1 9 A は、ステップ S 4 A の処理の所要時間をタイマ 4 2 により計時する。なお、制御部 1 9 A は、ステップ S 2 A , S 3 A , S 4 A におけるタイマ 4 2 の合計計時時間が所定時間（たとえば 1 0 秒）以上であった場合、起動運転を停止させ、カウンタ 4 1 の異常回数カウント値を 1 つ繰り上げる。

【 0 0 8 1 】

ステップ S 5 A : 制御部 1 9 A は、図 2 のフローチャートのステップ S 5 で説明した A C 同期駆動の処理に加え、A C 同期駆動中にモータ部 1 8 がロック停止、回転速度の過不足または逆転した際には、カウンタ 4 1 の異常回数カウント値を 1 つ繰り上げる。

【 0 0 8 2 】

ステップ S 6 A : ステップ S 5 A から 5 秒以上経過すると、制御部 1 9 A は、図 2 のフローチャートのステップ S 6 で説明した省電力駆動の処理に加え、省電力駆動中にモータ部 1 8 がロック停止、回転速度の過不足または逆転を検出したときには、ステップ S 1 A の処理に戻る。この省電力駆動に入るとセンサ 3 2 の間欠通電に加え、カウンタ 4 1 をクリアする処理を行う。

【 0 0 8 3 】

ステップ S 1 3 : 制御部 1 9 A は、カウンタ 4 1 の異常回数カウントが閾値以下の場合、ステップ S 1 A の A C 周期測定の処理からフローをやり直す。また、制御部 1 9 A は、カウンタ 4 1 の異常回数カウントが閾値を越える場合、異常出力を行って R U N / O F F のフラグを立てステップ S 1 2 の処理へ戻る。なお、ステップ S 1 3 における閾値は、たとえば “ 1 ” ~ “ 1 5 ” の間で設定可能とする。たとえば当該閾値は “ 3 ” である。

【 0 0 8 4 】

また、制御部 1 9 A は、ステップ S 2 A , S 3 A , S 4 A , S 5 A , S 6 A の各処理において、単相交流同期モータ 1 A の運転が正常に停止されるとレジスタに R U N / O F F のフラグを立てる（図 9 の実線の矢印の処理）。この結果、制御部 1 9 A は次の運転指令信号の入力を待つ状態となる。

【 0 0 8 5 】

（単相交流同期モータ 1 A に係る効果について）

これにより、単相交流同期モータ 1 A に電源が投入された後、またはリセットされた後、運転指令信号が入力されると、モータ部 1 8 の起動運転が開始される。このときに、S 1 A の処理において単相交流電源 2 の異常が発生すると、また、各ステップ（S 2 A , S 3 A , S 4 A , S 5 A ）において、ロック停止が発生すると、また、ステップ S 4 A , S 5 A において、回転速度の過不足または逆転が発生すると、その都度、カウンタ 4 1 の異常回数カウントが繰り上げられる。そして、カウンタ 4 1 の異常回数カウントが、たとえば 3 回まではステップ S 1 A からの起動運転が再開される。しかしながら、カウンタ 4 1 の異常回数カウントが、たとえば 4 回以上になると起動運転は停止される。さらに、ステップ S 2 A ~ S 4 A までの処理に要する時間が所定時間（たとえば 1 0 秒）以上または所定時間を超える場合、いったん起動運転が停止され、カウンタ 4 1 の異常回数カウントが繰り上げられる。

【 0 0 8 6 】

すなわち、単相交流同期モータ 1 A は、起動運転中に何らかの原因によって、単相交流電源 2 に異常が発生しても、また、モータ部 1 8 がロック停止、回転速度の過不足または逆転しても、たとえばそれらの合計が 3 回までは起動をやり直すことができる。そして、単相交流同期モータ 1 A は、起動運転中に何らかの原因によって、単相交流電源 2 に異常が発生したり、モータ部 1 8 がロック停止、回転速度の過不足または逆転したり、あるいは起動運転に要する時間がかかり過ぎたりする状態が、たとえば 4 回以上発生すると起動を停止させる。

【 0 0 8 7 】

なお、ステップ S 2 A ~ S 4 A までの処理に要する時間がかかり過ぎる（たとえば 1 0 秒以上）状態が 1 回でも発生すると起動運転はいったん停止されるが、異常回数カウント

10

20

30

40

50

値が所定回数以下または所定回数未満であれば、起動運転は再開される。

【 0 0 8 8 】

これによれば、単相交流同期モータ 1 A は、起動運転中に、単相交流電源 2 が断状態となったり、永久磁石ロータ 3 1 に何らかの要因で外部から力が加わり、ロック停止、回転速度の過不足または逆転しても、あるいは起動運転に時間がかかり過ぎても、その異常発生回数が所定回以下ならば、再度起動運転を再開する。たとえば永久磁石ロータ 3 1 の回転軸にファンが設けられている場合など、当該ファンに軽く障害物が当たったような場合ならば起動を再開する。また、単相交流電源 2 と単相交流同期モータ 1 A とがコンセントなどによって接続されている場合、ユーザがごく短時間コンセントを引き抜き、再びコンセントを差し込むといった動作を行った場合でも起動を再開する。これによりユーザが単相交流同期モータ 1 A に再起動をかけるなどの手間を省くことができるため、ユーザの利便性を向上させることができる。特に、多数の単相交流同期モータ 1 A を使用している場合など、ユーザの利便性を大幅に向上させることができる。すなわち、単相交流同期モータ 1 A の利用効率または稼働率を高く保つことができる。

10

【 0 0 8 9 】

(各部材の動作のまとめ)

以上の各ステップにおける各部材の動作について図 1 0 に表にして示す。この表の中の逆転検出および速度過不足検出は、第一の実施の形態では示されていないが、第二の実施の形態と同様に第一の実施の形態でも動作させるようにしてもよい。

【 0 0 9 0 】

20

(プログラムを用いた実施の形態について)

また、単相交流同期モータ 1 , 1 A の制御部 1 9 , 1 9 A は、所定のプログラムにより動作する汎用の情報処理装置によって構成されてもよい。例えば、汎用の情報処理装置は、メモリ、CPU、入出力ポートなどを有する。汎用の情報処理装置の CPU は、メモリなどから所定のプログラムとして制御プログラムを読み込んで実行する。これにより、汎用の情報処理装置には、制御部 1 9 , 1 9 A の機能が実現される。また、その他の機能についてもソフトウェアにより実現可能な機能については汎用の情報処理装置とプログラムとによって実現することができる。なお、上述した CPU の代わりに ASIC、マイクロプロセッサ(マイクロコンピュータ)、DSP などを用いてもよい。

【 0 0 9 1 】

30

なお、汎用の情報処理装置が実行する制御プログラムは、単相交流同期モータ 1 , 1 A の出荷前に、汎用の情報処理装置のメモリなどに記憶されたものであっても、単相交流同期モータ 1 , 1 A の出荷後に、汎用の情報処理装置のメモリなどに記憶されたものであってもよい。また、制御プログラムの一部が、単相交流同期モータ 1 , 1 A の出荷後に、汎用の情報処理装置のメモリなどに記憶されたものであってもよい。単相交流同期モータ 1 , 1 A の出荷後に、汎用の情報処理装置のメモリなどに記憶される制御プログラムは、例えば、CD-ROM などのコンピュータ読取可能な記録媒体に記憶されているものをインストールしたものであっても、インターネットなどの伝送媒体を介してダウンロードしたものをインストールしたものであってもよい。

【 0 0 9 2 】

40

また、制御プログラムは、汎用の情報処理装置によって直接実行可能なものだけでなく、ハードディスクなどにインストールすることによって実行可能となるものも含む。また、圧縮されたり、暗号化されたりしたものも含む。

【 0 0 9 3 】

このように、汎用の情報処理装置とプログラムによって単相交流同期モータ 1 , 1 A の制御部 1 9 , 1 9 A の機能を実現することにより、大量生産や仕様変更(または設計変更)に対して柔軟に対応可能となる。

【 0 0 9 4 】

(その他の実施の形態)

本発明の実施の形態は、その要旨を逸脱しない限り、様々に変更が可能である。たとえ

50

ば異常回数カウンタの所定回数については、図2のフローチャートにおいて“4”とし、図9のフローチャートでは“3”としたが、この数値は、様々に変更が可能である。たとえば、単相交流同期モータ1, 1Aに頻繁にロック停止が発生する環境下であるがそのロック停止がモータ寿命に大きな影響を与えないような場合には、所定回数は大きくてよい。この一例としては、永久磁石ロータ31の出力軸にファンが取り付けられており、このファンに対して発泡スチロールの小片のようなごく軽量の物体が頻繁に衝突するような環境下においては、ロック停止が頻繁に発生するがモータ寿命にとって大きな問題にはならないので所定回数は大きくてよい。

【0095】

反対に、永久磁石ロータ31の出力軸に歯車を取り付けられており、この歯車に異物が挟まって単相交流同期モータ1, 1Aがロック停止するような環境下であれば、ロック停止がモータ寿命に与える影響は大きいので、所定回数は小さくすることが好ましい。

【0096】

また、センサ32は、2つのセンサ32A, 32Bを備えるとして説明した。これは永久磁石ロータ31の正転、逆転をセンサ32A, 32Bにて検出するためであると説明した。一方、1個のセンサ32Aのみでもモータ部18に加える電圧の位相とセンサ32Aの出力PAの位相とが正転と逆転とでは180度ずれるので、このことを利用して逆転検出は可能であり、1個のセンサとしてもよい。

【0097】

また、図11に示すフローチャートのように、ロック停止、回転速度の過不足、逆転という3つの異常に対し、それぞれ重み付けを行ってもよい。すなわち、図11のフローチャートでは、ロック停止の重み付けは“2”、回転速度の過不足および逆転の重み付けはそれぞれ“1”となっている。これによれば、ロック停止が1回発生すると、制御部19Aは、カウンタ41の異常回数カウンタを2つ増加させる。一方、回転速度の過不足および逆転の発生については、これらが1回発生すると、制御部19Aは、カウンタ41の異常回数カウンタを1つ増加させる。

【0098】

このように異常種別に応じて重み付けを行うことにより、異常出力を比較的早急に行わせる異常種別と異常出力を比較的遅く行わせる異常種別とを分類することができる。たとえば図11の例のように、ロック停止の重み付けが“2”であり、回転速度の過不足および逆転の重み付けが“1”であることにより、制御部19Aは、ロック停止が発生した場合には、回転速度の過不足または逆転が発生した場合と比較して少ない発生回数で異常出力を行って運転を停止させることができる。

【0099】

さらに、同じロック停止であっても高速駆動(ステップS3A)におけるロック停止の重み付けを、低速駆動(ステップS2A)におけるロック停止の重み付けよりも大きくすれば、低速駆動時のロック停止については複数回の再起動を試みるものの高速駆動に入ってからロック停止については即座に運転を停止させるなどのきめ細かい制御を行うことができる。

【0100】

また、図9、図11の例では、制御部19Aは、起動運転の初期では、ロック停止の検出のみを行ない、起動運転の後期では、ロック停止、回転速度の過不足、逆転の全ての検出を行っている。このように、制御部19Aは、各ステップにおいて必要となる異常種別を設定することにより誤検出の確率を低減させることができる。すなわち、低速駆動時または高速駆動時においては、単相交流同期モータ1Aは、ブラシレスモータとして駆動している。このような場合、回転速度は時々刻々変化する状況であるため、回転速度の過不足検出は無用である。また、単相交流同期モータ1Aがブラシレスモータとして駆動している場合、逆転する可能性もほとんど無いので、逆転の検出についても無用である。このように低速駆動時および高速駆動時には無用となる回転速度の過不足の検出および逆転の検出は行わない。これにより制御部19Aは、ノイズなどによる誤検出の確率を排除でき

10

20

30

40

50

る。

【0101】

また、起動運転となる3つのステップS2, S3, S4と3つのステップS2A, S3A, S4Aはその中のいずれか2つのステップのみで起動運転を行うようにしてもよい。また、省電力駆動は行わないようにしてもよい。

【0102】

また、交流電圧を直流電圧に変換する際、整流ブリッジ回路10と平滑フィルタ回路11を利用して行っているが、AC-DCコンバータなど他の変換手段を採用してもよい。また、起動運転と同期運転の切換えは、制御部19, 19Aで行っているが、特許文献1のような運転切換えスイッチを採用してもよい。

10

【0103】

また、図9で説明した制御部19Aの制御手順においては、通常運転モード、メンテナンスモードおよび実験室モードなどの複数のモードを設けてもよい。また、通常運転モードでは、図9で説明した制御手順に加え、モータ同期速度などの設定をユーザが手動で行うことができるようにしてもよい。また、メンテナンスモードでは、たとえば制御部19AのCPUに対して保守者がアクセス可能とし、各種制御内容の変更あるいは設定値の変更を可能としてもよい。

【0104】

また、実験室モードでは、単相交流電源2の異常発生、モータ部18のロック停止、回転速度不足または逆転などの異常の状況およびその発生回数などの異常履歴を制御部19A内に保持しておくようにしてもよい。これによれば、ユーザが制御部19Aに対してモニタ装置(不図示)を接続することによって、異常履歴を閲覧することができることとなる。制御部19Aは、上述した異常履歴をSD(Secure Digital)カードまたはUSB(Universal Serial Bus)メモリなどの可搬形記憶媒体に記録するようにしてもよい。ユーザは、制御部19Aから可搬形記憶媒体を取り出して外部のパーソナル・コンピュータ装置などにこの可搬形記憶媒体を挿入し、異常履歴をパーソナル・コンピュータ装置に取り込むことができる。

20

【0105】

また、直流電源15は、14.2Vの電圧を出力するとして説明したが、たとえば10V~20Vの範囲で適宜設定可能である。それ以外の電圧値であっても直流電源15の電圧値は、起動用スイッチ素子21~24その他の構成部材の規格によって適宜設定可能である。同様に、直流電源16は、5Vの電圧を出力するとして説明したが、それ以外の電圧値であっても直流電源16の電圧値は、制御部19, 19Aおよびセンサ電源スイッチ17の構成部材の規格によって適宜設定可能である。

30

【0106】

また、Hブリッジ回路12は、起動用スイッチ素子21~24は、FETおよびダイオードによって構成されていると説明したが、FETに代えてトランジスタまたはIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)などの他の部材または他の素子を用いてもよい。

【0107】

また、同期運転回路13は、トライアック

40

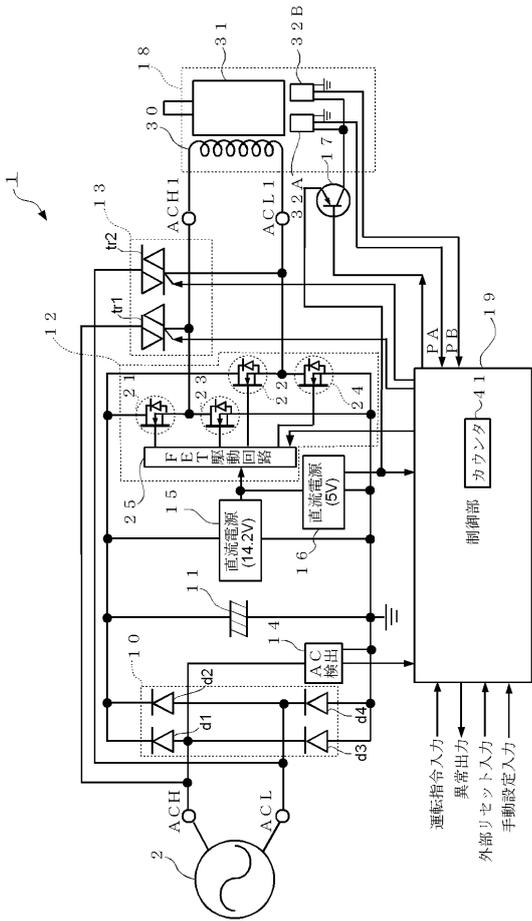
【符号の説明】

【0108】

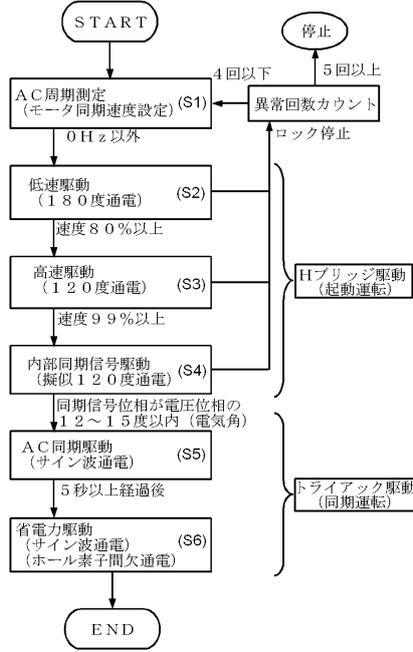
1, 1A...単相交流同期モータ、2...単相交流電源、12...Hブリッジ回路(起動運転用回路の一部)、13...同期運転回路(同期運転用回路の一部)、19, 19A...制御部(起動運転用回路の一部、同期運転用回路の一部、制御手段)、21~24...起動用スイッチング素子(起動用スイッチング手段)、25...FET駆動回路(起動運転用回路の一部、制御手段の一部)、30...モータコイル、31...永久磁石ロータ、32A, 32B...センサ、41...カウンタ(制御手段の一部)、42...タイマ(制御手段の一部)

50

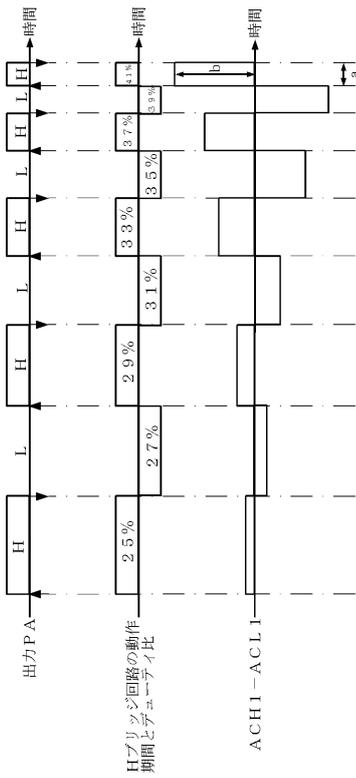
【図1】



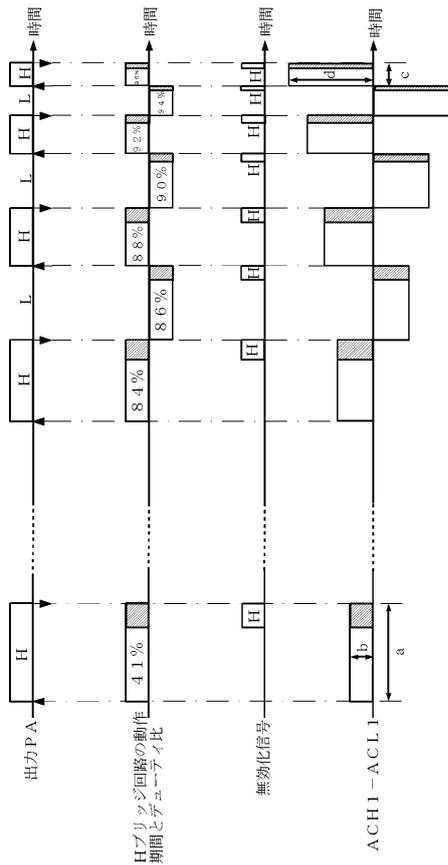
【図2】



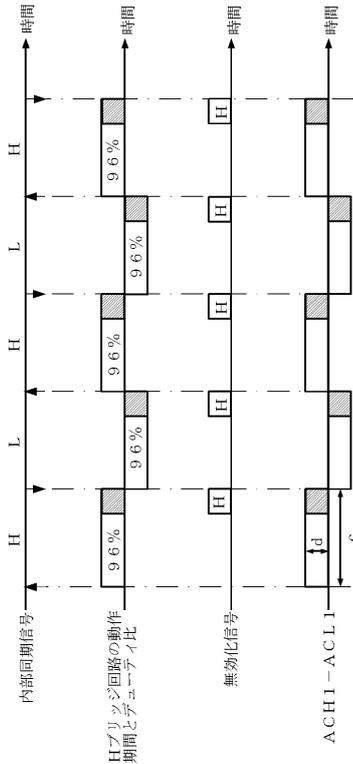
【図3】



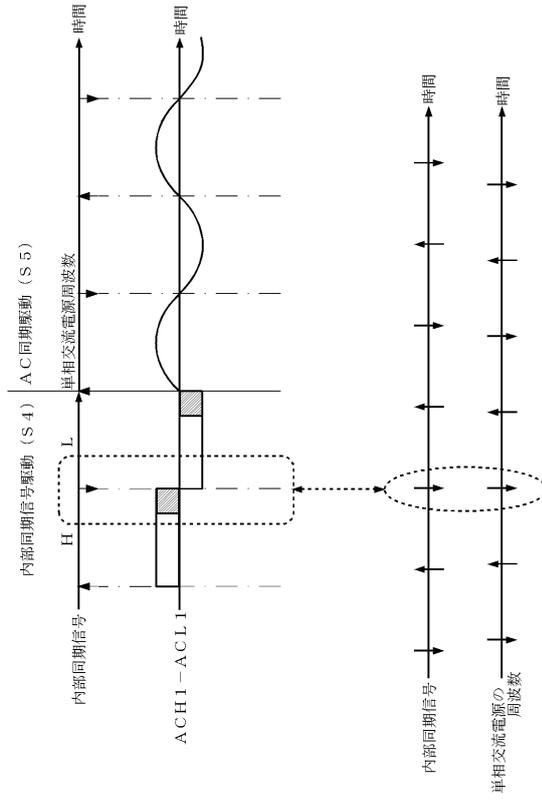
【図4】



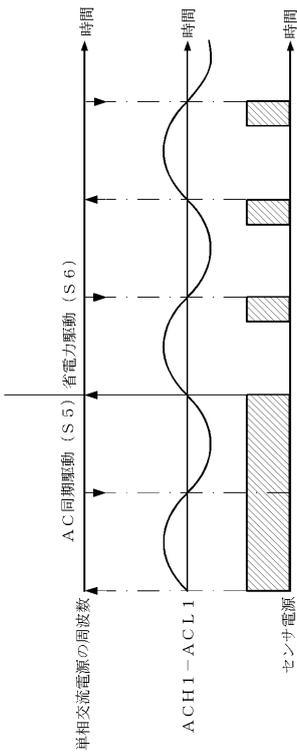
【図 5】



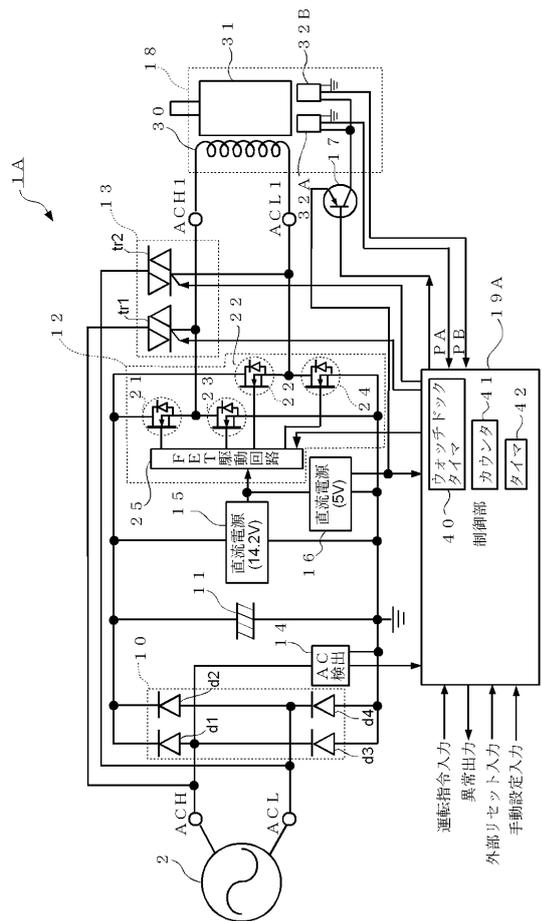
【図 6】



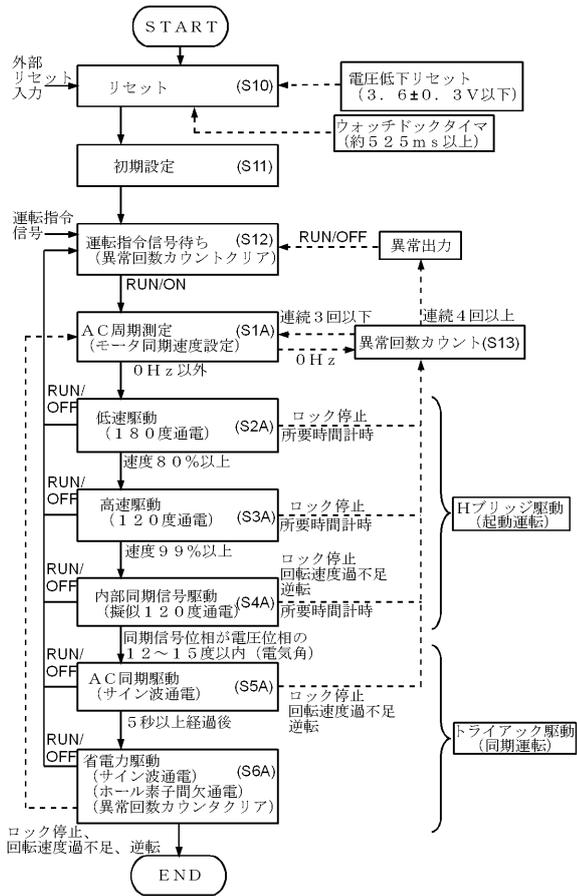
【図 7】



【図 8】



【図9】



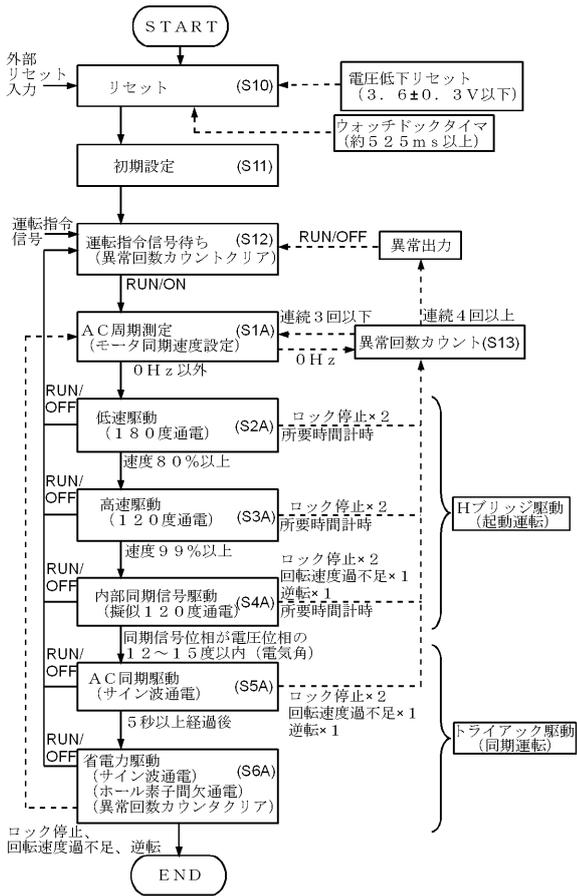
【図10】

通電方式	ステップS2、S2A	ステップS3、S3A	ステップS4、S4A
起動電圧	低速駆動 擬似120度通電	高速駆動 擬似120度通電	内部同期信号駆動 擬似120度通電
同期信号	PA相エッジ毎に更新	PA相エッジ毎に更新	高時速時PA相エッジ毎に更新
同期速度	PA相エッジ	PA相エッジ	高時速時PA相エッジ
逆転検出	RUN/ON、再起動	無効	AC周期の9.9%
速度不足検出	無効	無効	無効
総合駆動時間	1.0秒以下	1.0秒以下	1.0秒以下

通電方式	ステップS4、S4A	ステップS5、S5A	ステップS6、S6A
起動電圧	内部同期信号駆動 擬似120度通電	AC同期駆動 AC100%	省電力駆動 AC100%
同期信号	AC周期の9.9%	Hブリッジ同期と位相合せ	AC100%
同期速度	OFF	常時ON	常時ON
逆転検出	有効	有効	有効
速度不足検出	有効	有効	有効
総合駆動時間	1.0秒以下	1.0秒以下	1.0秒以下

【図11】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5H560 BB02 BB12 DC06 DC13 EB01 GG04 HA04 RR06 SS07 TT11  
TT15 UA05 XA06 XA08 XA12