

(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2016-208708
(P2016-208708A)

(43) 公開日 平成28年12月8日(2016.12.8)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H02P 6/18 (2016.01) H02P 6/02 371S 5H560

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2015-88898(P2015-88898)
(22) 出願日 平成27年4月24日(2015.4.24)

(71) 出願人 314012076
パナソニックIPマネジメント株式会社
大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(74) 代理人 100106116
弁理士 鎌田 健司
(74) 代理人 100170494
弁理士 前田 浩夫
(72) 発明者 竹岡 義典
大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
ソニック株式会社内
(72) 発明者 田中 秀尚
大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
ソニック株式会社内
Fターム(参考) 5H560 AA02 BB04 DA14 DB14 EB01
XA12

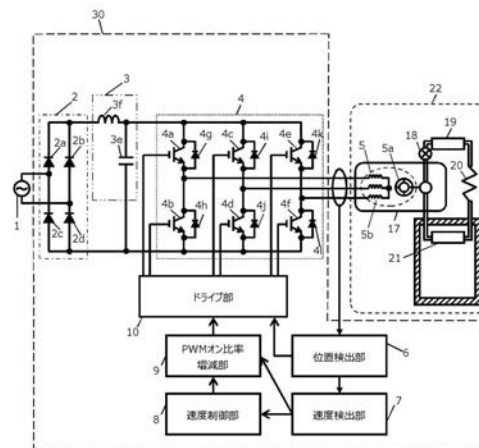
(54) 【発明の名称】 モータ駆動装置およびこれを用いた冷蔵庫

(57) 【要約】

【課題】スパイク電圧幅の変動によって、誘起電圧ゼロクロスが検出できなくなり、正確に位置検出ができないことがあった

【解決手段】位置検出部6はスパイク電圧が消失したことを検出し、消失検出後に誘起電圧から回転子の位置検出をすることにより、スパイク電圧が確実に終了した後に位置検出を行うため、電流の急激な変化に対しても、位置検出とスパイク電圧を分けることができ、モータ位相の遅れやスパイク電圧を誘起電圧と誤検出することなく、正確な位置検出を行うことで安定した電流波形で駆動することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

負荷を駆動するブラシレスDCモータと、前記ブラシレスDCモータをPWM制御するためのPWMオン比率を決定する速度制御部と、所定の速度より遅い区間では前記速度制御部で決定したPWMオン比率以下に設定し、前記所定の速度より速い区間では前記速度制御部で決定したPWMオン比率以上に設定するPWMオン比率増減部と、前記PWMオン比率増減部で決定されたPWMオン比率に従って前記ブラシレスDCモータを駆動するためのPWM制御を行うドライブ部を有するモータ駆動装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のモータ駆動装置が圧縮機、凝縮器、減圧器、蒸発器、前記圧縮機の順に接続された冷凍サイクルの前記圧縮機を駆動し、前記圧縮機の吸入側と吐出側の圧力差が残る状態で起動するとした冷蔵庫。

10

【請求項 3】

前記圧力差は少なくとも 0.05MPa 以上であるとした請求項 2 に記載の冷蔵庫。

【請求項 4】

前記圧縮機と前記凝縮器の間に弁を設け、前記圧縮機停止時に前記弁を閉じ、前記圧縮機運転時は開くとした請求項 2 または 3 に記載の冷蔵庫。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ブラシレスDCモータを駆動するモータ駆動装置およびこれを用いた冷蔵庫に関する。

20

【背景技術】**【0002】**

従来、この種のモータ駆動装置では、モータをPWM制御で駆動しながら、目標速度に対してモータの運転速度が高ければ、PWMのオン時間を低減し、目標速度に対してモータの運転速度が低ければオン時間を増加させている。

【0003】

また、従来、この種のモータ駆動装置を用いて冷却する冷蔵庫において、冷凍サイクル内に四方弁を設け、圧縮機運転時は通常の冷凍サイクルを構成し、圧縮機停止時は高低圧がサイクル上分離し、かつドライヤから圧縮機に高圧冷媒がパスされ、圧縮機吸入/吐出の圧力差を小さくなるよう四方弁を切り換えている。これにより、圧縮機停止時には、高圧側の冷媒が蒸発器に流れ込むことなく、蒸発器の温度は低いまま保持され庫内温度を上昇させないことで冷蔵庫の省エネを図っている（例えば、特許文献 1 参照）。

30

【0004】

図 5 は特許文献 1 に記載された従来、この種のモータ駆動装置を用いた冷蔵庫を示すものである。図 5 に示すように、低圧シェル式の圧縮機 101、コンデンサ（凝縮器）102、ドライヤ 103、毛細管 104、蒸発器 105 の順番で冷凍サイクルが形成され、冷媒は冷凍サイクル内を圧縮機 101 から凝縮器 105 に向けて流れている。四方弁 106 は入り口 A をドライヤ 103 に、出口 B を毛細管 104 に、入り口 C を蒸発器 105 に、出口 D を圧縮機 101 に接続する。圧縮機 101 の運転中は、四方弁 106 の入り口 A と出口 B、入り口 C と出口 D を連通させている。また停止中は四方弁 106 の入り口 A と出口 D、入り口 C と出口 B を連通させる。

40

【0005】

これにより、圧縮機停止中は圧縮機 101、コンデンサ 102、ドライヤ 103 を設けた高圧域の閉回路と、毛細管 104、蒸発器 105 を設けた低圧域の閉回路を構成するようにしている。冷凍サイクル動作中は通常の冷凍サイクルが形成され、通常の冷却運転を行うことができる。また、冷凍サイクル停止時は高低圧がサイクル上分離され、かつドライヤから圧縮機に高圧冷媒がパスされ、圧縮機吸入/吐出の圧力差を小さくし、負荷トルク変動が小さい状態で起動することができる。これらの構成により、冷凍サイクル停止中

50

は、高圧側の冷媒が蒸発器 105 に流れることがなく蒸発器 105 の温度も上昇せず、冷凍サイクルのロスを低減することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開平 10 - 028395 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら上記従来構成は、モータ駆動装置が起動時の大きな負荷トルク変動に対応できず、圧縮機 101 を安定して起動させるには、圧縮機 101 の停止時は四方弁 106 を用いて、圧縮機 101 の吸入と吐出の圧力をバランスさせる必要があるため、システムが複雑になりコストも増加するという課題があった。

10

【0008】

本発明は上記従来課題を解決するもので、負荷トルク変動が大きな状態でも安定して起動するモータ駆動装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

前記従来課題を解決するために、本発明のモータ駆動装置は、負荷を駆動するブラシレス DC モータと、前記ブラシレス DC モータを PWM 制御するための PWM オン比率を決定する速度制御部と、所定の速度より遅い区間では前記速度制御部で決定した PWM オン比率以下に設定し、前記所定の速度より速い区間では前記速度制御部で決定した PWM オン比率以上に設定する PWM オン比率増減部と、前記 PWM オン比率増減部で決定された PWM オン比率に従って前記ブラシレス DC モータを駆動するための PWM 制御を行うドライブ部を有するものである。

20

【0010】

これによって、負荷が重くなる区間で前記ブラシレス DC モータは出力トルクを増加させ、負荷が軽くなる区間では前記ブラシレス DC モータの出力トルクを低減させ駆動する。

【発明の効果】

30

【0011】

本発明のモータ駆動装置は、負荷トルク変動が大きな状態でも安定して起動することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図 1】本発明の実施の形態 1 におけるモータ駆動装置のブロック図

【図 2】同実施の形態における PWM オン比率の変化を示す遷移図

【図 3】同実施の形態における動作の流れを示すフローチャート

【図 4】同実施の形態におけるブラシレス DC モータのゼロクロス検出間隔と負荷トルクの変化を示す遷移図

40

【図 5】従来冷蔵庫の冷凍サイクル図

【発明を実施するための形態】

【0013】

第 1 の発明は、負荷を駆動するブラシレス DC モータと、前記ブラシレス DC モータを PWM 制御するための PWM オン比率を決定する速度制御部と、所定の速度より遅い区間では前記速度制御部で決定した PWM オン比率以下に設定し、前記所定の速度より速い区間では前記速度制御部で決定した PWM オン比率以上に設定する PWM オン比率増減部と、前記 PWM オン比率増減部で決定された PWM オン比率に従って前記ブラシレス DC モータを駆動するための PWM 制御を行うドライブ部を有することにより、必要なトルクが小さい速度の遅い区間では、過剰な出力トルクを抑制することとなり、トルクが不足して

50

いる速度が速い区間では出力トルク大きくすることとなるので、負荷トルク変動が大きい条件であっても速度変化を減少させ、振動を低減しながら起動することができる。

【0014】

また、起動時の振動に関しても、トルクの変動に合わせて印加電圧を変動させ前記ブラシレスDCモータに流れる電流を調整することとなるため、振動を抑制することができる。

【0015】

また、前記ブラシレスDCモータの誘起電圧が低下し電流が流れやすくなる速度が低下する区間でPWMオン比率を低減させ電流の流れにくくし、ピーク電流を抑制することとなり、減磁電流の低い高効率モータの使用による省エネや電流定格の小さい素子の使用によるコストダウンなどが可能となる。

10

【0016】

第2の発明は、特に第1の発明のモータ駆動装置が圧縮機、凝縮器、キャピラリ、蒸発器、前記圧縮機の順に接続された冷凍サイクルの前記圧縮機を駆動し、前記圧縮機の吸入側と吐出側の圧力差が残る状態で起動するとした冷蔵庫としたことにより、圧縮機の吸入と吐出に圧力差がついた状態であっても起動できることとなり、単純なシステム構成で安価に前記蒸発器の温度を上昇させず、冷凍サイクルのロスを低減することができる。

【0017】

また、前記圧縮機が運転中に停電となり、圧縮機の吸入と吐出の圧力がバランスする前に停電から復帰した場合でもすぐに圧縮機を運転開始することが可能となり、停電が頻発するような電源事情の悪い状況であっても即座に冷却することができる。

20

【0018】

第3の発明は、特に第2の発明の前記圧力差が少なくとも0.05MPa以上であることにより、振動の増加による劣化の促進を軽減し、前記圧縮機の信頼性を維持しつつ、冷凍サイクルのロスを低減できる。

【0019】

第4の発明は、特に第2または第3の発明の前記圧縮機と前記凝縮器の間に弁を設け、前記圧縮機停止時に弁を閉じ、前記圧縮機運転時は開くとした前記冷蔵庫の前記圧縮機を駆動するモータ駆動装置としたことにより、前記凝縮器の高温高圧の冷媒が圧縮機に戻らないこととなり、前記蒸発器の温度をより上昇させず、より冷凍サイクルのロスを低減することができる。

30

【0020】

また、四方弁を用いた構成に比べシステムも単純で安価に構成が可能となる。

【0021】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、この実施の形態によって本発明が限定されるものではない。

【0022】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1におけるモータ駆動装置のブロック図である。図1において、交流電源1は一般的な商用電源で、日本においては実効値100Vの50または60Hzの電源である。モータ駆動装置30は、交流電源1に接続され、ブラシレスDCモータ5を駆動する。以下、モータ駆動装置30について説明する。

40

【0023】

整流回路2は、交流電源1を入力として交流電力を直流電力に整流するものであり、ブリッジ接続された4個の整流ダイオード2a~2dで構成される。

【0024】

平滑部3は整流回路2の出力側に接続され、整流回路2の出力を平滑する。平滑コンデンサ3eと、リアクタ3fとから構成される。平滑部3からの出力はインバータ4に入力される。

【0025】

50

また、平滑コンデンサ 3 e とリアクタ 3 f は、共振周波数が交流電源周波数の 40 倍より高い周波数になるように設定される。これによって、共振周波数による電流は電源高調波規制の範囲外となり、高調波電流を低減することができる。また、平滑コンデンサ 3 e をこのような値とすることで、母線電圧は大きなリップル成分を含み、交流電源 1 から平滑コンデンサ 3 e に流れる電流も交流電源 1 の周波数成分に近い電流となるため高調波電流を低減することができる。

【 0 0 2 6 】

なお、リアクタ 3 f は、交流電源 1 とコンデンサ 3 e の間に挿入するため、整流ダイオード 2 a ~ 2 d の前後どちらでも構わない。更にリアクタ 3 f は、高周波除去手段を構成するコモンモードフィルタを回路に設けた場合、高周波除去手段のリアクタンス成分との合成成分を考慮する。

10

【 0 0 2 7 】

インバータ 4 は、平滑部 3 からの電圧に交流電源 1 の電源周期の 2 倍周期で大きなリップル成分を含んだ直流電力を交流電力に変換する。インバータ 4 は、6 個のスイッチング素子 4 a ~ 4 f を 3 相ブリッジ接続して構成される。また、6 個の還流電流用ダイオード 4 g ~ 4 l は、各スイッチング素子 4 a ~ 4 f に、逆方向に接続される。

【 0 0 2 8 】

ブラシレス DC モータ 5 は、永久磁石を有する回転子 5 a と、3 相巻線を有する固定子 5 b とから構成される。ブラシレス DC モータ 5 は、インバータ 4 により作られた 3 相交流電流が固定子 5 b の 3 相巻線に流れることにより、回転子 5 a を回転させる。

20

【 0 0 2 9 】

位置検出部 6 は、固定子 5 b の 3 相巻線に発生する誘起電圧や、固定子 5 b の 3 相巻線に流れる電流と印加電圧などから固定子 5 a の磁極位置を検出する。本実施の形態においてはブラシレス DC モータ 5 の端子電圧を取得し、ブラシレス DC モータ 5 の回転子 5 a の磁極相対位置を検出する。具体的には、位置検出部 6 は、固定子 5 b の 3 相巻線に発生する誘起電圧に基づいて、回転子 5 a の相対的な回転位置を検出している。具体的には誘起電圧と基準となる電圧を比較し、ゼロクロスを検出する。誘起電圧のゼロクロスの基準となる電圧は 3 相分の端子電圧から仮想中点を作っても良いし、直流母線電圧を取得しその電圧としても良い。本実施の形態では仮想中点とする。誘起電圧から検出する方式は構成が簡単でより安価に構成することが可能となる。

30

【 0 0 3 0 】

速度検出部 7 は、位置検出部 6 が検出する位置情報からブラシレス DC モータ 5 の現在の駆動速度と過去一回転の平均速度を計算する。本実施の形態では、誘起電圧のゼロクロス検出からの時間を測定し、この時間から現在の速度として計算を行う。また、誘起電圧ゼロクロスの間隔を区間経過時間として検出し、区間経過時間の過去一回転の和を算出し、結果から一回転の平均速度を算出する。

【 0 0 3 1 】

速度制御部 8 は、速度検出部 7 で検出された一回転の平均速度と目標速度を比較し、目標速度のほうが一回転の平均速度より高ければ、ブラシレス DC モータ 5 への印加電圧を上げるよう設定し、目標速度が一回転の平均速度より低ければ、ブラシレス DC モータ 5 に印加する電圧を下げるよう設定し、一致していれば、ブラシレス DC モータ 5 に印加する電圧を維持するよう設定する。

40

【 0 0 3 2 】

PWM オン比率増減部 9 では、速度検出部 7 で検出された現在の速度があらかじめ決定された所定の速度よりも高ければ、速度制御部 8 で設定されたブラシレス DC モータ 5 への印加電圧を増加させ、現在の速度が所定の速度より低ければ、速度制御部 8 で設定されたブラシレス DC モータ 5 への印加電圧低下させるよう設定する。所定の速度は、固定の値であらかじめ設定しても良いし、母線電圧とデューティ幅の積から決定しても良い。所定の速度は、あらかじめ決めておくことで、処理が非常に簡素化され、安価で低性能なマイコンであっても実現が可能となる。また、母線電圧とデューティ幅の積から決定する場

50

合は、ブラシレスDCモータ5への印加電圧の大きさに応じて変わるため、状態に応じたより安定した駆動が可能となる。本実施の形態では、所定の速度をあらかじめ決めておく方式とする。電圧の増加および低下の幅は、あらかじめ定めた所定の値や前記の所定の速度に応じて変化させるとしても良い。あらかじめ定めた値では、想定される範囲内での起動に対して、簡易な処理および構成となり、安価に実現できる。また、所定の速度に応じて変化させる方式では、運転状態に応じて変化させることとなり、広い負荷範囲に対応が可能となる。本実施の形態ではあらかじめ定めた値とする。

【0033】

ドライブ部10は位置検出部6で検出されるブラシレスDCモータの回転子5aの位置に基づき、インバータ4がブラシレスDCモータ5の3相巻線に供給する電力の供給タイミングとPWM制御するドライブ信号を出力する。具体的にはドライブ信号は、インバータ4のスイッチング素子4a~4fをオンまたはオフ（以下、オン/オフと記す）する。これにより、固定子5bに最適な交流電力が印加され、回転子5aが回転し、ブラシレスDCモータ5が駆動される。駆動波形は矩形波や正弦波などがある。

10

【0034】

また、ドライブ部10ではPWMオン比率増減部9で設定した印加電圧を元にPWMデューティ幅を計算し、出力する。

【0035】

また、どの相に通電するかの決定を位置検出部6からの情報を元に、ドライブ部10で行っており、本実施の形態では120度矩形波で行っているため、上側アームのスイッチング素子4a、4c、4eをそれぞれ120度ずつずらして通電している。下側アームも同様に120度ずつずらして、スイッチング素子4b、4d、4fを通電している。スイッチング素子4aと4b、4cと4d、4eと4fはそれぞれお互いの通電期間の間に60度ずつのオフ期間が存在する。

20

【0036】

次に、本実施の形態におけるモータ駆動装置30を用いた冷蔵庫22について説明する。

【0037】

冷蔵庫22には圧縮機17が搭載されているが、ブラシレスDCモータ5の回転子5aの回転運動は、クランクシャフト（図示せず）により、往復運動に変換される。クランクシャフトに接続されたピストン（図示せず）は、シリンダ（図示せず）内を往復運動することにより、シリンダ内の冷媒を圧縮する。つまり、ブラシレスDCモータ5と、クランクシャフト、ピストン、シリンダにより、圧縮機17が構成される。

30

【0038】

圧縮機17の圧縮方式（機構方式）は、ロータリー型やスクロール型など、任意の方式が用いられる。本実施の形態においては、レシプロ型の場合について説明する。レシプロ型の圧縮機17は吸入と圧縮の工程でのトルク変動が大きく、速度および電流値が大きく変動する。

【0039】

圧縮機17で圧縮された冷媒は、弁18、凝縮器19、減圧器20、蒸発器21を順に通って、再び圧縮機17に戻るような冷凍サイクルを構成する。この時、凝縮器19では放熱を、蒸発器21では吸熱を行うので、冷却や加熱を行うことができる。この冷凍サイクルを搭載して冷蔵庫22が構成される。

40

【0040】

弁18は、通電によって開閉動作が可能な電磁弁などがあり、本実施の形態では弁を用いる。弁18は、圧縮機17が運転中は開状態とし、圧縮機17と凝縮器19を連通させ、冷媒が流れる。一方で圧縮機17が停止中は弁18は閉状態とし、圧縮機17と凝縮器19との間を閉塞させ、冷媒が流れないようにする。

【0041】

以上のように構成されたモータ駆動装置30について、その動作を図2を用いて説明す

50

る。図 2 において、横軸はゼロクロス検出を行ってからの時間を示し、図 2 の A の縦軸は、インバータ 4 を P W M 制御をおこなう際のデューティのオン比率を示し、図 2 の B の縦軸は、ゼロクロスからの平均 P W M オン比率を示している。

【 0 0 4 2 】

R b 1 はブラシレス D C モータ 5 の駆動速度が平均より過去 1 回転の平均より早いときに印加する最大の平均 P W M オン比率を示し R a 1 と等しい。R b 2 は速度制御部で決定した P W M オン比率を示している。R b 3 はブラシレス D C モータ 5 の駆動速度が過去 1 回転の平均速度より遅いときに印加する最小の平均 P W M オン比率を示しており、R a 2 と等しい。R a 3 は位置検出部 6 で回転子 5 a の磁極位置を検出するために最低限必要な P W M オン比率を示している。

10

【 0 0 4 3 】

T 0 はゼロクロス検出のタイミングを示し、T 2 は過去一回転分の平均速度からもとまるゼロクロス検出間隔の平均時間で、例えば本実施の形態の 3 相 4 極モータでは 1 回転で 1 2 回転流し、平均速度が 3 r / s だとすると 1 秒間に 1 2 と 3 の積である 3 6 回転流することとなるため、ゼロクロス検出間隔の平均時間は 1 秒を 3 6 で除算した約 2 7 . 8 m s となる。T 1 は

【 0 0 4 4 】

【 数 1 】

$$T1 = \frac{Rb2 - Ra3}{Ra1 - Ra3} \times T2$$

ただし、 $Ra1 \geq Rb2 > Ra3$

20

【 0 0 4 5 】

であらわされる。具体的には、T 2 のタイミングで平均 P W M オン比率が速度制御部 8 で決定した P W M オン比率 R b 2 になるために、T 0 から P W M オン比率 R a 1 で運転し途中で P W M オン比率を R a 3 に切り換えるタイミングを示す。T 3 は

【 0 0 4 6 】

【 数 2 】

$$T3 = \frac{Rb2 - Ra3}{Rb3 - Ra3} \times T2$$

ただし、 $Rb2 \geq Rb3 > Ra3$

30

【 0 0 4 7 】

であらわされる。具体的には、T 2 のタイミングから P W M オン比率を R a 3 で運転を継続した場合、平均 P W M オン比率が R b 3 になるタイミングを示し、P W M オン比率を R a 3 から R a 2 に切り換えるタイミングとなる。

40

【 0 0 4 8 】

実際の P W M オン比率の変化を示すと図 2 の A に示すように、T 0 から T 1 まで、R a 1 とし、T 1 から T 2 まで R a 3 とすることで、平均以上の速度では速度制御部 8 で決定した P W M オン比率よりも高い P W M オン比率で駆動することとなる。T 2 から T 3 に関しては引き続き R a 3 で駆動し、T 3 以降は R a 2 で駆動すること、平均以下の速度では速度制御部 8 で決定した P W M オン比率以下で駆動することとなる。その際の平均 P W M オン比率の最大は R b 1、最小は R b 3 となる。このとき R b 1、R b 2、R b 3、R a 3 の関係は

$$R b 1 \quad R b 2 \quad R b 3 > R a 3 \quad (3)$$

となる。R a 3 は少なくとも位置検出部 6 で回転子 5 a の磁極位置を検出できる P W M オ

50

ン比率を確保する。

【0049】

詳細な制御方法に関して、図3を用いて説明する。図3はゼロクロス検出が行われた際に呼び出される。まず、STEP201において、ゼロクロス検出が発生したためゼロクロス検出からの経過時間を示す、ゼロクロス検出タイマをクリアし、STEP202に移行する。

【0050】

STEP202では、ゼロクロス検出からの経過時間を計測するため、ゼロクロス検出タイマをスタートし、STEP203に移行する。

【0051】

STEP203では、ゼロクロス検出タイマの経過時間がT1以上かどうかを判定する。T1未満であればSTEP204へ、T1以上であればSTEP206へ移行する。ここでは、ゼロクロス検出タイマはT1未満としてSTEP204へ移行する。

【0052】

STEP204では、ブラシレスDCモータ5をPWM制御する際のインバータ4のオン比率を設定する。ここでのPWMオン比率はRa1としてSTEP205へ移行する。

【0053】

STEP205では、位置検出部6がゼロクロスを検出したかどうかを判定する。ゼロクロスを検出しなかった場合は再びSTEP203へ移行し、ゼロクロスを検出した場合は処理を終了する。

【0054】

一方、STEP203において、ゼロクロス検出タイマがT1以上だったとして、STEP206へ移行する。

【0055】

STEP206では、ゼロクロス検出タイマが、ゼロクロス検出からこれまでの平均PWMオン比率が平均速度よりも遅い場合の最小PWMオン比率と一致するT3以上かどうかを判定する。T3未満であれば、STEP207へ移行し、T3以上であればSTEP208へ移行する。ここではゼロクロス検出タイマがT3未満としてSTEP207へ移行する。

【0056】

STEP207では、ブラシレスDCモータ5をPWM制御する際のインバータ4のオン比率を設定する。ここでのPWMオン比率はRa3としてSTEP205へ移行する。

【0057】

一方、STEP206でゼロクロス検出タイマの経過時間がT3以上だった場合、STEP208に以降する。

【0058】

STEP208では、ブラシレスDCモータ5をPWM制御する際のインバータ4のオン比率を設定する。ここでのPWMオン比率はRa2としてSTEP205へ移行する。

【0059】

STEP205でゼロクロス検出があった場合、処理を終了するが、STEP204からの経路で終了へ移行した場合は現在の平均ゼロクロス検出間隔を表すT2よりも前にゼロクロスを検出したこととなるため、平均速度よりも速い区間ということとなり、その間の平均PWMオン比率は速度制御部8で決定したPWMオン比率Rb2よりも高いRa1を出力することとなる。

【0060】

また、STEP208からの経路で終了へ移行した場合は、現在の平均ゼロクロス検出間隔を表すT2より後にゼロクロスを検出したため、平均より遅い区間ということとなり、その間の平均PWMオン比率は速度制御部8で決定したPWMオン比率Rb2よりも低いRa3を出力することとなる。

【0061】

10

20

30

40

50

また、STEP 207からの経路で終了へ移行した場合は、ゼロクロス検出タイマがT2で、平均PWMオン比率は速度制御部8で決定したPWMオン比率Rb2と一致し、T2より速い場合は、平均PWMオン比率はRb1からRb2の間の速度制御部8で決定したPWMオン比率Rb2より高い値となり、T2より遅い場合は、Rb2からRb3の間のRb2より低い値となる。

【0062】

このフローをゼロクロス検出のタイミングで呼び出すことで、過去1回転の平均速度より速い区間ではPWMオン比率を増加させ、遅い区間ではPWMオン比率を減少させることができる。速度が低いほど、同じ負荷の変化に対して、速度の変化が大きくなるため、起動時に負荷トルクが大きく変動するような場合は、速度の遅い部分ではブラシレスDCモータ5の誘起電圧が特に低くなり、印加電圧が一定では電流が大きくなるため、インバータ4の破壊を防止に大きな容量の素子を用いたり、ブラシレスDCモータの減磁限界電流を大きくするために効率の悪いモータを使用するなどが必要であった。

10

【0063】

ここで、ブラシレスDCモータ5の効率と減磁限界電流の関係を詳しく説明する。固定子5bを巻き数を多くすることで、同じ電流で得られるトルクが大きくなり、必要なトルクを出力するための電流が小さくなるため、効率が良くなるが、回転子5aの中の永久磁石の磁力が不可逆的に低減する減磁の磁力は変わらないため、回転子5aの減磁とならない限界の電流である減磁限界電流は固定子5bの巻き数が多くなるほど小さくなる。つまり大きな電流を流そうとすると大きな減磁限界電流が必要となり効率の悪いモータを使うこととなる。

20

【0064】

また、これらを防ぐための用意された過電流保護によってブラシレスDCモータの駆動が停止することもあった。本実施の形態では速度が遅い部分でPWMオン比率を低減し、印加電圧を減少させることで電流値を抑制することとなるので、インバータ4に比較的小さな容量の素子を採用したり、高効率のモータを採用できることとなる。

【0065】

更に、図4を用いて、速度が速い区間でPWMオン比率を増加させ、速度が遅い区間でPWMオン比率を低減させる効果を示す。図4の横軸はブラシレスDCモータ5の位相を示し、1回転分の位相をプロットしたものである。図4のAの縦軸はゼロクロス検出間隔を示し、図4のBは負荷トルクの変化を示している。図4に示すように、差圧起動を行う場合、負荷トルクとゼロクロス検出間隔は大きく変化するが、負荷トルクの増加と実際のゼロクロス検出間隔の増加のピークは一致せず、負荷トルクに対してゼロクロス検出間隔には応答遅れが存在する。

30

【0066】

これにより、位置検出間隔が長い速度の遅い区間では必要なトルクは小さいため、速度が遅い区間でPWMオン比率を低減することは過剰な出力トルクを抑制することとなり、速度が速い区間でPWMオン比率を増加させることはトルクが不足している部分で出力トルク大きくすることとなるので、負荷トルク変動が大きい条件であっても速度変化を減少させ、振動を低減しながら起動することができる。

40

【0067】

また、速度が速く、負荷トルクが小さい部分も存在するがその区間では、負荷が大きく速度が低下する区間の前に加速することで、回転子5aの回転エネルギーを利用し、速度の低下を低減させることができるので、振動の低減に効果がある。

【0068】

圧縮機17において、吸入と吐出の間の差圧が0.05MPa以上ある状態で、印加電圧を1回転の中で速度に応じて変化させず、加速のために単調に増加させた場合、差圧により負荷トルクの変動が大きく速度変動が大きくなるため、振動が大きくなり、圧縮機17の部品の磨耗による故障の可能性の増加などがあったが、速度が速い区間でPWMオン比率を増加させ、速度が遅い区間でPWMオン比率を低減させることで、従来の印加方式

50

に比べ信頼性を大きく向上できる。

【0069】

次に、本実施の形態のモータ駆動装置30を冷蔵庫22に用いて、圧縮機17を駆動した場合について説明する。

【0070】

圧縮機17を起動と同時に、弁18を開の状態とし、圧縮機17の吐出と凝縮器19を連通させる。弁18は圧縮機17の起動と同時に開にするとしたが、時間的に多少前後しても問題とはならない。圧縮機17の駆動を継続すると凝縮器19は高圧となり、減圧器20で減圧され蒸発器21は低圧となる。このとき、圧縮機17の凝縮器19につながる吐出は高圧に、蒸発器21につながる吸入は低圧となる。ここで、冷蔵庫22の庫内温度が低下し、圧縮機17を停止したとする。弁18が開のままの状態では徐々に凝縮器19と蒸発器21の圧力がバランスしていく。圧縮機17の吸入と吐出の間の圧力差が0.05MPa以下のバランスしたといえる状態になるまで、冷蔵庫のシステムにもよるが10分程度かかる。圧縮機17の停止と同時に弁18を開から閉状態に移行させると凝縮器19と蒸発器21の圧力差はほぼ維持され、圧縮機17の吐出と吸入に圧力差が残る。冷蔵庫22の庫内温度が上昇し、再び圧縮機17を起動する際に、圧縮機17の停止中に弁18を閉め圧力差を保持した状態と、圧力がバランスした状態から起動する場合と比較した場合、弁18を閉め圧力差を保持したほうが、凝縮器19と蒸発器21の間に再び圧力差を設けるための電力が小さくすむため、省エネとなる。また、圧縮機17の停止中も弁18を開のままにする場合や、弁18を設けない場合であっても、停止から圧力がバランスする10分経過前に庫内温度が上昇した場合も従来であれば圧力差が0.05MPa以下でしか起動できなかったため、10分経過することを待っていた。一方、本実施の形態では、0.05MPa以上の差圧でも起動を可能にしているため、庫内温度が上昇し、圧縮機17の運転が必要なタイミングで起動が可能となり、バランスした状態に比べ凝縮器19と蒸発器21との間に圧力差を設けるための電力が減少することとなるため、省エネが可能となる。

10

20

【0071】

以上のように、本実施の形態においては、負荷を駆動するブラシレスDCモータ5と、ブラシレスDCモータ5をPWM制御するためのPWMオン比率を決定する速度制御部8と、所定の速度より遅い区間では速度制御部8で決定したPWMオン比率以下に設定し所定の速度より速い区間では速度制御部8で決定したPWMオン比率以上に設定するPWMオン比率増減部9と、PWMオン比率増減部9で決定されたPWMオン比率に従ってブラシレスDCモータ5を駆動するためのPWM制御を行うドライブ部10を有するとしたことにより、必要なトルクが小さい速度の遅い区間では、過剰な出力トルクを抑制することとなり、トルクが不足している速度が速い区間では出力トルク大きくすることとなるので、負荷トルク変動が大きい条件であっても速度変化を減少させ、振動を低減しながら起動することができる。更に、前記ブラシレスDCモータの誘起電圧が低下し電流が流れやすくなる速度が低下する区間でPWMオン比率を低減させ電流を流れにくくし、ピーク電流を抑制することとなり、減磁電流の低い高効率モータの使用による省エネや電流定格の小さい素子の使用によるコストダウンなどが可能となる。

30

40

【0072】

また、本実施の形態ではモータ駆動装置30が圧縮機17、凝縮器19、減圧器20、蒸発器21、圧縮機17の順に接続された冷凍サイクルの圧縮機17を駆動し、圧縮機17の吸入側と吐出側の圧力差が残る状態で起動することにより、圧縮機の吸入と吐出に圧力差がついた状態であっても起動できることとなり、単純なシステム構成で安価に前記蒸発器の温度を上昇させず、冷凍サイクルのロスを低減することができる。また、前記圧縮機が運転中に停電となり、圧縮機の吸入と吐出の圧力がバランスする前に停電から復帰した場合でもすぐに圧縮機を運転開始することが可能となり、停電が頻発するような電源事情の悪い状況であっても即座に冷却することができる。

【0073】

50

また、本実施の形態では圧縮機 17 の吐出側と吸入側の圧力差は少なくとも 0.05 MPa 以上であることにより、振動の増加による劣化の促進を軽減し、圧縮機 17 の信頼性を維持しつつ、冷凍サイクルのロスを低減できる。

【0074】

また、本実施の形態では圧縮機 17 と凝縮器 19 の間に弁 18 を設け、圧縮機 17 の停止時に弁 18 を閉じ、圧縮機 17 の運転時は開くとした冷蔵庫 22 の圧縮機 17 を駆動することにより、凝縮器 19 の高温高圧の冷媒が圧縮機 17 に戻らないこととなり、蒸発器 21 の温度をより上昇させず、より冷凍サイクルのロスを低減することができる。

【産業上の利用可能性】

【0075】

本発明のモータ駆動装置は、起動時に負荷トルクが変動する状態であっても起動が可能となる。これにより、冷蔵庫のみならず、エアコン、自動販売機やショーケース、ヒートポンプ給湯器における圧縮機に適用できる。

【符号の説明】

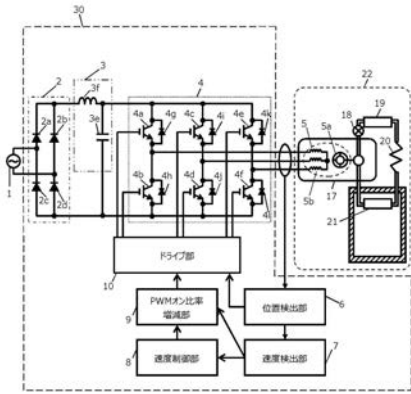
【0076】

- 5 ブラシレス DC モータ
- 8 速度制御部
- 9 PWM オン比率増減部
- 10 ドライブ部
- 17 圧縮機
- 18 弁
- 19 凝縮器
- 20 減圧器
- 21 蒸発器
- 22 冷蔵庫
- 30 モータ駆動装置

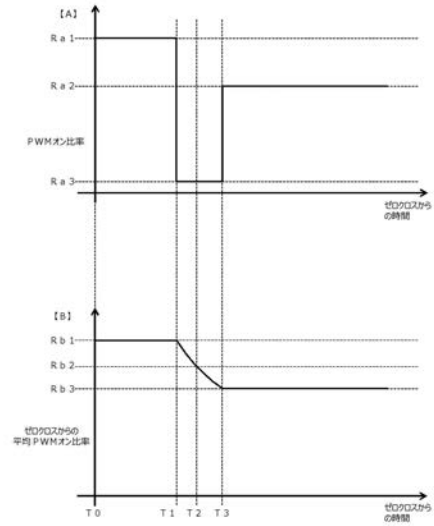
10

20

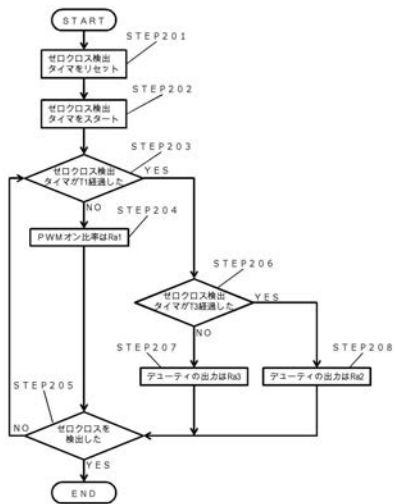
【図1】



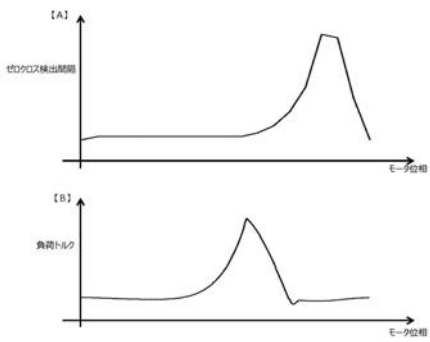
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

