

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7258162号

(P7258162)

(45)発行日 令和5年4月14日(2023.4.14)

(24)登録日 令和5年4月6日(2023.4.6)

(51)国際特許分類

F I

F 0 4 B 49/06 (2006.01)

F 0 4 B 49/06 3 4 1 G

F 0 4 B 49/10 (2006.01)

F 0 4 B 49/10 3 3 1 R

F 2 5 B 1/00 (2006.01)

F 2 5 B 1/00 3 5 1 U

請求項の数 9 (全24頁)

(21)出願番号 特願2021-544984(P2021-544984)

(86)(22)出願日 令和1年9月9日(2019.9.9)

(86)国際出願番号 PCT/JP2019/035357

(87)国際公開番号 WO2021/048895

(87)国際公開日 令和3年3月18日(2021.3.18)

審査請求日 令和3年12月17日(2021.12.17)

(73)特許権者 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号

(74)代理人 100118762

弁理士 高村 順

(72)発明者 小林 貴彦

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号

三菱電機株式会社内

(72)発明者 畠山 和徳

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号

三菱電機株式会社内

審査官 岩田 健一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 圧縮機駆動装置および空気調和装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

電力源に接続され、冷媒を圧縮する圧縮機構と前記圧縮機構を動作させる圧縮機モータとを備える圧縮機を駆動対象とする圧縮機駆動装置であって、

各々が、前記電力源の電力を所望の電圧に変換して前記圧縮機モータに印加する複数のインバータと、

前記複数のインバータを駆動する駆動信号を生成するインバータ制御部と、
を備え、

前記インバータ制御部は、運転待機中の複数の圧縮機の内部の冷媒を加熱する場合、前記複数の圧縮機のうち少なくとも1つの圧縮機が備える圧縮機モータに対して、直流電流を用いた通電である直流通電、または規定された範囲内の運転周波数の低周波電流を用いた通電である低周波通電を実施し、前記複数の圧縮機のうち他の圧縮機が備える圧縮機モータに対して、前記圧縮機モータが追従できない運転周波数の電流であって前記低周波電流よりも高い運転周波数の高周波電流を用いた通電である高周波通電を実施するように制御し、異なる方法で前記複数の圧縮機を同時に加熱する圧縮機駆動装置。

【請求項2】

前記インバータ制御部において、前記直流通電または前記低周波通電における運転周波数は0 Hz以上1 kHz未満とし、前記高周波通電における運転周波数は5 kHz以上とする請求項1に記載の圧縮機駆動装置。

【請求項3】

10

20

前記インバータ制御部は、各圧縮機に対して、前記直流通電または前記低周波通電と、前記高周波通電とを交互に実施するように制御する請求項 1 または 2 に記載の圧縮機駆動装置。

【請求項 4】

前記インバータ制御部は、前記直流通電または前記低周波通電の実施期間が、前記高周波通電の実施期間と同じになるように制御する請求項 3 に記載の圧縮機駆動装置。

【請求項 5】

前記インバータ制御部は、前記直流通電または前記低周波通電の実施期間が、前記高周波通電の実施期間より短くなるように制御する請求項 3 に記載の圧縮機駆動装置。

【請求項 6】

前記圧縮機モータは三相モータであり、

前記インバータ制御部は、前記直流通電を実施する場合、三相のうち二相を通電相とし、残り一相を無通電相とし、前記無通電相になる相を入れ替えながら実施するように制御する請求項 1 から 5 のいずれか 1 つに記載の圧縮機駆動装置。

【請求項 7】

前記複数の圧縮機の数 3 以上であり、

前記インバータ制御部は、前記複数の圧縮機のうち、1 つの圧縮機が備える圧縮機モータに対して前記直流通電または前記低周波通電を実施し、他の 1 つの圧縮機が備える圧縮機モータに対して前記高周波通電を同時に実施し、残りの圧縮機が備える圧縮機モータについては前記電力源から出力される電力に基づいて通電方式を選択する請求項 1 または 2 に記載の圧縮機駆動装置。

【請求項 8】

前記圧縮機モータは独立巻線型モータであり、

前記インバータ制御部は、2 つのインバータを用いて 1 つの圧縮機モータを駆動する請求項 1 から 6 のいずれか 1 つに記載の圧縮機駆動装置。

【請求項 9】

請求項 1 から 8 のいずれか 1 つに記載の圧縮機駆動装置と、

圧縮機モータを備える圧縮機と、

を備え、

前記圧縮機によって冷凍サイクルの冷媒を圧縮する空気調和装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、冷媒を圧縮する圧縮機構を駆動する圧縮機駆動装置および空気調和装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、空気調和装置などに用いられる圧縮機駆動装置の運転停止中において、圧縮機内部への冷媒の滞留を防止する技術として、圧縮機内部のモータを駆動することなくモータ巻線に通電（以下、拘束通電という。）し、圧縮機を加熱することによって冷媒を気化させて排出するものがある。

【0003】

特許文献 1 には、圧縮機駆動装置から構成されるヒートポンプ装置において、冷媒の滞留を防止するため、運転待機中に圧縮機への加熱を実施する技術が開示されている。特許文献 1 に記載のヒートポンプ装置は、圧縮機の運転待機中において、圧縮機への冷媒寝込量に基づいて圧縮機への加熱が必要か否かを判定する。特許文献 1 に記載のヒートポンプ装置は、圧縮機への加熱が必要と判定した場合、冷媒寝込量に応じて、圧縮機モータに直流電流を供給する直流通電、または通常運転時よりも高い周波数の高周波電流を供給する高周波通電のうちいずれか一方を選択して、圧縮機への加熱を実施する。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【 0 0 0 4 】

【文献】特許第 5 9 3 7 6 1 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

特許文献 1 に記載の技術を、圧縮機の熱容量が大きく、複数台の圧縮機で構成される装置に適用した場合、運転待機中における圧縮機内部の冷媒への加熱に必要な電力の総量が圧縮機の数に応じて増加する。高周波通電を行う加熱方式の場合、加熱効率が低いものの、複数台の圧縮機に対して同時に高周波通電を行うとノイズが大きくなる、という問題があった。また、直流通電を行う加熱方式の場合、加熱量を大きく取れるものの、加熱効率に課題があるので複数台の圧縮機に対して同時に直流通電を行うと待機電力の総量が増加する、という問題があった。

10

【 0 0 0 6 】

近年の空気調和装置は、高出力化のため、複数の圧縮機を駆動する圧縮機駆動装置を備える傾向にある。空気調和装置では、圧縮機の数に比例して増加する運転待機中のノイズおよび待機電力の抑制が求められている。

【 0 0 0 7 】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、運転待機中の複数の圧縮機を加熱する場合において、高周波通電によるノイズの増大を抑制しつつ、直流通電による待機電力の増大を抑制可能な圧縮機駆動装置を得ることを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、電力源に接続され、冷媒を圧縮する圧縮機構と圧縮機構を動作させる圧縮機モータとを備える圧縮機を駆動対象とする圧縮機駆動装置である。圧縮機駆動装置は、各々が、電力源の電力を所望の電圧に変換して圧縮機モータに印加する複数のインバータと、複数のインバータを駆動する駆動信号を生成するインバータ制御部と、を備える。インバータ制御部は、運転待機中の複数の圧縮機の内部の冷媒を加熱する場合、複数の圧縮機のうち少なくとも 1 つの圧縮機が備える圧縮機モータに対して、直流電流を用いた通電である直流通電、または規定された範囲内の運転周波数の低周波電流を用いた通電である低周波通電を実施し、複数の圧縮機のうち他の圧縮機が備える圧縮機モータに対して、圧縮機モータが追従できない運転周波数の電流であって低周波電流よりも高い運転周波数の高周波電流を用いた通電である高周波通電を実施するように制御し、異なる方法で複数の圧縮機を同時に加熱する。

30

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明に係る圧縮機駆動装置は、運転待機中の複数の圧縮機を加熱する場合において、高周波通電によるノイズの増大を抑制しつつ、直流通電による待機電力の増大を抑制できる、という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

40

【 0 0 1 0 】

【図 1】実施の形態 1 に係る圧縮機駆動装置を含む空気調和装置の構成例を示す図

【図 2】実施の形態 1 に係る圧縮機駆動装置を構成するインバータの構成例を示す図

【図 3】実施の形態 1 に係る圧縮機駆動装置のインバータにおける 8 通りのスイッチングパターンを示す図

【図 4】実施の形態 1 に係る圧縮機駆動装置の直流通電時の各信号波形の例を示す図

【図 5】実施の形態 1 に係る圧縮機駆動装置の高周波通電時の各信号波形の例を示す図

【図 6】実施の形態 1 に係る圧縮機駆動装置の高周波通電時の電圧ベクトルの変化、および各電圧ベクトルに対応するインバータの各スイッチング素子のオンオフ状態を示す図

【図 7】実施の形態 1 に係る圧縮機駆動装置の運転待機中の冷媒加熱動作を示すフローチ

50

ャート

【図 8】実施の形態 1 に係る圧縮機駆動装置が備えるインバータ制御部を実現するハードウェア構成の一例を示す図

【図 9】実施の形態 2 に係る圧縮機駆動装置の運転待機中の冷媒加熱動作を示すフローチャート

【図 10】実施の形態 3 に係る圧縮機駆動装置を構成するインバータの構成例を示す図

【図 11】実施の形態 3 に係る圧縮機駆動装置の運転待機中の冷媒加熱動作を示すフローチャート

【図 12】実施の形態 4 に係る圧縮機駆動装置に接続される圧縮機モータが独立巻線型モータである場合の圧縮機駆動装置および圧縮機モータの構成例を示す図

10

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下に、本発明の実施の形態に係る圧縮機駆動装置および空気調和装置を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0012】

実施の形態 1 .

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る圧縮機駆動装置 1 を含む空気調和装置 100 の構成例を示す図である。空気調和装置 100 は、圧縮機駆動装置 1 と、冷凍サイクル 30 と、を備える。冷凍サイクル 30 は、圧縮機 2 a , 2 b と、四方弁 3 2 と、熱交換器 3 3 a と、膨張装置 3 4 と、熱交換器 3 3 b と、を備える。図 1 に示すように、冷凍サイクル 30 では、圧縮機 2 a , 2 b 、四方弁 3 2 、熱交換器 3 3 a 、膨張装置 3 4 、熱交換器 3 3 b 、四方弁 3 2 、圧縮機 2 a , 2 b の順に冷媒配管を介して各構成が接続されることで冷媒回路 3 1 が構成される。

20

【0013】

圧縮機 2 a は、冷凍サイクル 30 の冷媒を圧縮する圧縮機構 2 1 a と、圧縮機構 2 1 a を動作させる圧縮機モータ 2 2 a と、を備える。圧縮機 2 b は、冷凍サイクル 30 の冷媒を圧縮する圧縮機構 2 1 b と、圧縮機構 2 1 b を動作させる圧縮機モータ 2 2 b と、を備える。圧縮機モータ 2 2 a , 2 2 b は、U 相、V 相、および W 相の三相巻線を有する三相モータである。以降の説明において、圧縮機 2 a , 2 b を区別しない場合は圧縮機 2 と称し、圧縮機構 2 1 a , 2 1 b を区別しない場合は圧縮機構 2 1 と称し、圧縮機モータ 2 2 a , 2 2 b を区別しない場合は圧縮機モータ 2 2 と称することがある。圧縮機 2 a , 2 b は、同一の冷媒回路 3 1 上に、並列に接続されている。圧縮機 2 a , 2 b は、それぞれ別の冷媒回路に接続されていてもよい。また、空気調和装置 100 において、圧縮機 2 の台数は 2 台に限らず、3 台以上であってもよい。なお、「冷媒」については「液冷媒」と表記してもよく、以降においても同様とする。

30

【0014】

圧縮機駆動装置 1 は、冷凍サイクル 30 、具体的には、圧縮機 2 a , 2 b を駆動対象としている。本実施の形態では、圧縮機駆動装置 1 が、空気調和装置 100 の冷媒回路 3 1 を流れる冷媒を圧縮する例について説明するが、一例であり、これに限定されない。圧縮機駆動装置 1 は、空気調和装置 100 以外の装置、例えば、冷蔵庫、除湿器、ヒートポンプ装置を用いる給湯機、乾燥洗濯機、冷凍装置などの冷媒回路を対象にすることも可能である。また、図 1 に示す冷凍サイクル 30 の構成は一例であり、これに限定されない。図 1 とは異なる構成の冷凍サイクル 30 であっても、圧縮機駆動装置 1 を空気調和装置 100 に適用した場合と同様の効果が得られる。

40

【0015】

圧縮機駆動装置 1 は、圧縮機モータ 2 2 a に電氣的に接続され、圧縮機モータ 2 2 a を駆動するインバータ 1 1 a と、圧縮機モータ 2 2 b に電氣的に接続され、圧縮機モータ 2 2 b を駆動するインバータ 1 1 b と、インバータ 1 1 a , 1 1 b を駆動する駆動信号を生成し、インバータ 1 1 a , 1 1 b を制御するインバータ制御部 1 2 と、を備える。インバータ 1 1 a は、電力源 3 に接続され、電力源 3 の電力を所望の電圧に変換して圧縮機モータ 1 1 a は、電力源 3 に接続され、電力源 3 の電力を所望の電圧に変換して圧縮機モータ

50

タ 2 2 a に印加する。具体的には、インバータ 1 1 a は、圧縮機モータ 2 2 a の U 相の巻線に電圧 V_u を印加し、V 相の巻線に電圧 V_v を印加し、W 相の巻線に電圧 V_w を印加する。また、インバータ 1 1 b は、電力源 3 に接続され、電力源 3 の電力を所望の電圧に変換して圧縮機モータ 2 2 b に印加する。具体的には、インバータ 1 1 b は、圧縮機モータ 2 2 b の U 相の巻線に電圧 V_u を印加し、V 相の巻線に電圧 V_v を印加し、W 相の巻線に電圧 V_w を印加する。以降の説明において、インバータ 1 1 a , 1 1 b を区別しない場合はインバータ 1 1 と称することがある。

【 0 0 1 6 】

電力源 3 は、電池、バッテリーなどを含む直流電源でもよいし、三相または単相の交流電源から供給される交流電力を直流電力へ変換する周知のコンバータとリアクトルと平滑コンデンサとを含む交直電力変換器でもよい。周知のコンバータは、ダイオードブリッジでもよい。圧縮機駆動装置 1 は、先述の交直電力変換器とインバータ 1 1 との間の直流母線に周知の DC (Direct Current) - DC コンバータのような昇圧回路を挿入し、直流電圧を昇圧するような構成でもよい。また、圧縮機駆動装置 1 は、先述の交直電力変換器、昇圧回路などを含むような構成でもよい。

10

【 0 0 1 7 】

図 2 は、実施の形態 1 に係る圧縮機駆動装置 1 を構成するインバータ 1 1 の構成例を示す図である。図 1 から、圧縮機駆動装置 1、および圧縮機駆動装置 1 に接続される構成の部分抜粋したものである。図 2 に示すように、インバータ 1 1 a , 1 1 b は、ブリッジ結線されたスイッチング素子、および各スイッチング素子の各々に並列接続された還流ダイオードを有している。

20

【 0 0 1 8 】

インバータ 1 1 a , 1 1 b には、インバータ 1 1 a , 1 1 b を制御するインバータ制御部 1 2 が電氣的に接続されている。インバータ制御部 1 2 は、インバータ 1 1 a , 1 1 b を駆動するための制御演算、制御処理などを行い、各インバータ 1 1 用の駆動信号である PWM (Pulse Width Modulation) 信号 U_P , V_P , W_P , U_N , V_N , W_N を生成してインバータ 1 1 a , 1 1 b へ出力する。

【 0 0 1 9 】

インバータ 1 1 a では、PWM 信号 U_P によってスイッチング素子 U_P1 が駆動され、PWM 信号 V_P によってスイッチング素子 V_P1 が駆動され、PWM 信号 W_P によってスイッチング素子 W_P1 が駆動され、PWM 信号 U_N によってスイッチング素子 U_N1 が駆動され、PWM 信号 V_N によってスイッチング素子 V_N1 が駆動され、PWM 信号 W_N によってスイッチング素子 W_N1 が駆動される。インバータ 1 1 a は、圧縮機モータ 2 2 a の U 相、V 相、および W 相の各巻線に印加する三相の電圧 V_u , V_v , V_w を発生させる。

30

【 0 0 2 0 】

インバータ 1 1 b では、PWM 信号 U_P によってスイッチング素子 U_P2 が駆動され、PWM 信号 V_P によってスイッチング素子 V_P2 が駆動され、PWM 信号 W_P によってスイッチング素子 W_P2 が駆動され、PWM 信号 U_N によってスイッチング素子 U_N2 が駆動され、PWM 信号 V_N によってスイッチング素子 V_N2 が駆動され、PWM 信号 W_N によってスイッチング素子 W_N2 が駆動される。インバータ 1 1 b は、圧縮機モータ 2 2 b の U 相、V 相、および W 相の各巻線に印加する三相の電圧 V_u , V_v , V_w を発生させる。

40

【 0 0 2 1 】

インバータ制御部 1 2 は、インバータ 1 1 a , 1 1 b を個別に制御し、各々のインバータ 1 1 a , 1 1 b が出力すべき電圧を出力するための PWM 信号をインバータ 1 1 a , 1 1 b へ個別に出力する。

【 0 0 2 2 】

インバータ制御部 1 2 は、インバータ 1 1 a , 1 1 b を制御して圧縮機 2 a , 2 b を運転させる運転モードとして、通常運転モードおよび加熱運転モードの 2 つの運転モードを有している。インバータ制御部 1 2 は、通常運転モードでは、圧縮機モータ 2 2 a , 2 2 b を駆動するための駆動信号として PWM 信号を生成してインバータ 1 1 a , 1 1 b に出

50

力する。インバータ制御部 12 は、加熱運転モードでは、通常運転モードとは異なり、運転待機中の圧縮機モータ 22a, 22b を回転駆動させないように通電することによって圧縮機モータ 22a, 22b の加熱を行い、圧縮機 2a, 2b 内部に滞留した冷媒を温め気化させて排出させる。

【0023】

インバータ制御部 12 は、加熱運転モードでは、圧縮機モータ 22a, 22b に直流電流、または圧縮機モータ 22a, 22b が追従できない高周波電流を流すことによって、圧縮機モータ 22a, 22b に発生する熱を利用して、圧縮機 2a, 2b 内部に滞留した冷媒を加熱する。本実施の形態において、加熱運転モードによって圧縮機モータ 22a, 22b を回転駆動させないように通電して加熱を行うことを拘束通電と呼ぶ。また、圧縮機モータ 22a, 22b に直流電流を流して拘束通電を実施することを直流通電と呼ぶ。直流通電は、直流電流を用いた通電である。なお、インバータ制御部 12 は、直流通電に替えて、圧縮機モータ 22a, 22b に対して、規定された範囲内の運転周波数の低周波電流を用いた通電である低周波通電を実施してもよい。また、圧縮機モータ 22a, 22b に高周波電流を流して拘束通電を実施することを高周波通電と呼ぶ。高周波通電は、圧縮機モータ 22 が追従できない運転周波数の電流であって、低周波電流よりも高い運転周波数の高周波電流を用いた通電である。

【0024】

次に、加熱運転モードにおけるインバータ制御部 12 の動作について説明する。インバータ制御部 12 は、圧縮機 2a, 2b の運転待機中において、インバータ制御部 12 の内部演算、または空気調和装置 100 を制御する外部からの不図示のコントローラなどの上位制御部からの信号に基づいて、圧縮機 2a, 2b への加熱要否を判断する。インバータ制御部 12 は、加熱要と判断した場合、加熱運転モードに移行し、圧縮機モータ 22a, 22b に直流電流または圧縮機モータ 22a, 22b が追従できない高周波電流を流すように制御を行い、当該制御に基づく駆動信号をインバータ 11a, 11b へ出力する。インバータ制御部 12 は、加熱不要と判断した場合、インバータ 11a, 11b へ駆動信号を出力せず、インバータ 11a, 11b の運転待機状態を維持する。

【0025】

インバータ制御部 12 は、圧縮機 2a, 2b への加熱要否の判断において、圧縮機 2a, 2b が冷凍サイクル 30 の各構成の中で最も熱容量が大きく、周囲温度の上昇に対して遅れて温度が上昇するので相対的に温度が低くなること、および、最も温度の低い箇所では凝縮して溜まり込んでいく冷媒の性質を鑑みる。インバータ制御部 12 は、例えば、圧縮機 2a, 2b が運転待機状態に入ってから周囲温度の変化に基づいて圧縮機 2a, 2b 内部の冷媒滞留状態を推定し、推定結果に基づいて圧縮機 2a, 2b への加熱要否を判断すればよい。インバータ制御部 12 は、周囲温度について、例えば、圧縮機 2a, 2b の周囲に設けられた図示しない周知の温度センサによって検出することが可能である。

【0026】

次に、先述の通り定義した直流通電および高周波通電の詳細について、主に各通電方式におけるインバータ制御部 12 からインバータ 11a, 11b に出力される駆動信号である PWM 信号の生成方法について説明する。

【0027】

圧縮機モータ 22a, 22b が三相モータの場合、一般的には、U 相、V 相、および W 相の各位相は、互いに $120^\circ (= 2\pi/3)$ ずつ異なる。そのため、U 相、V 相、および W 相に対する三相の電圧指令 V_u^* , V_v^* , V_w^* を、式 (1) から式 (3) のように位相が $2\pi/3$ ずつ異なる正弦波と定義する。ここで、 V^* は電圧指令、 θ は電圧位相指令である。

【0028】

$$V_u^* = V^* \cdot \sin \theta \quad \dots (1)$$

$$V_v^* = V^* \cdot \sin (\theta - 2\pi/3) \quad \dots (2)$$

$$V_w^* = V^* \cdot \sin (\theta + 2\pi/3) \quad \dots (3)$$

【 0 0 2 9 】

インバータ制御部 1 2 は、電圧指令 V^* および電圧位相指令 に基づいて、式 (1) から式 (3) を用いて各電圧指令 V_u^* , V_v^* , V_w^* を算出する。インバータ制御部 1 2 は、各電圧指令 V_u^* , V_v^* , V_w^* と、規定された周波数で振幅値が $\pm V_{dc} / 2$ のキャリア信号 (以下、基準信号とする) とを比較し、相互の大小関係に基づいて、P W M 信号 U_P , V_P , W_P , U_N , V_N , W_N を生成する。 V_{dc} は、インバータ 1 1 a , 1 1 b から見て電力源 3 側に相当する直流母線側の電圧である。

【 0 0 3 0 】

なお、インバータ制御部 1 2 は、式 (1) から式 (3) を用いて単純な三角関数で各電圧指令 V_u^* , V_v^* , V_w^* を求めているが、先述の方法以外の二相変調、三次高調波重畳変調、空間ベクトル変調といった他の方法を用いて、各電圧指令 V_u^* , V_v^* , V_w^* を求めてもよい。

【 0 0 3 1 】

ここで、インバータ 1 1 a を例にして説明すると、電圧指令 V_u^* がキャリア信号よりも大きい場合には、P W M 信号 U_P はスイッチング素子 U_P1 をオン、P W M 信号 U_N はスイッチング素子 U_N1 をオフにする駆動信号とする。逆に、電圧指令 V_u^* がキャリア信号よりも小さい場合には、P W M 信号 U_P はスイッチング素子 U_P1 をオフ、P W M 信号 U_N はスイッチング素子 U_N1 をオンにする駆動信号とする。他の信号についても同様であり、インバータ制御部 1 2 において、電圧指令 V_v^* とキャリア信号との比較によって P W M 信号 V_P , V_N が決定され、電圧指令 V_w^* とキャリア信号との比較によって P W M 信号 W_P , W_N が決定される。

【 0 0 3 2 】

一般的なインバータは相補 P W M 方式を採用しており、インバータ 1 1 では、P W M 信号 U_P と P W M 信号 U_N 、P W M 信号 V_P と P W M 信号 V_N 、および P W M 信号 W_P と P W M 信号 W_N は、周知の短絡防止時間を除くと、それぞれ理想的に互いに論理反転した関係となる。周知の短絡防止時間は、同相の P 側および N 側のスイッチング素子が同時にオフになる期間、すなわちデッドタイムである。そのため、インバータ 1 1 において、各スイッチング素子のスイッチングパターンは全部で 8 通りとなる。

【 0 0 3 3 】

図 3 は、実施の形態 1 に係る圧縮機駆動装置 1 のインバータ 1 1 a , 1 1 b における 8 通りのスイッチングパターンを示す図である。図 3 では、P W M 信号 U_P , V_P , W_P , U_N , V_N , W_N について、対応するスイッチング素子をオンさせるときの信号を「 1 」とし、対応するスイッチング素子をオフさせるときの信号を「 0 」としている。図 3 において、各スイッチングパターンで発生する電圧ベクトルに V_0 から V_7 の符号を付している。また、各電圧ベクトルの電圧の方向を $\pm U$, $\pm V$, $\pm W$ で表し、電圧が発生しない場合には 0 で表している。

【 0 0 3 4 】

ここで、+ U とは、U 相を介して圧縮機モータ 2 2 へ流入し、V 相および W 相を介して圧縮機モータ 2 2 から流出する + U 相方向の電流を発生させる電圧である。また、- U とは、V 相および W 相を介して圧縮機モータ 2 2 へ流入し、U 相を介して圧縮機モータ 2 2 から流出する - U 相方向の電流を発生させる電圧である。 $\pm V$, $\pm W$ についても同様である。

【 0 0 3 5 】

圧縮機駆動装置 1 は、図 3 に示すスイッチングパターンを組み合わせることによって、インバータ 1 1 a , 1 1 b から所望の電圧を出力し、圧縮機モータ 2 2 a , 2 2 b に電圧を印加することができる。圧縮機駆動装置 1 は、例えば、通常の圧縮動作を行う通常運転モードでは、数 H z から数 k H z の範囲で動作させることが一般的である。ここで、圧縮機駆動装置 1 は、後述のように電圧位相指令 を固定値にすることによって、加熱運転モードにおける直流通電を行うことができる。また、圧縮機駆動装置 1 は、インバータ 1 1 のキャリア信号の周波数 (以下、キャリア周波数とする) に同期して電圧位相指令 を 1

10

20

30

40

50

80°反転させたり、電圧位相指令を通常運転モードよりも高速で変化させたりすることによって、加熱運転モードにおける高周波通電を行うことができる。

【0036】

図4は、実施の形態1に係る圧縮機駆動装置1の直流通電時の各信号波形の例を示す図である。電圧位相指令 = 0°に設定すると、図4に示すように、 $V_u^* = 0$ 、 $V_v^* = -0.5V^*$ 、 $V_w^* = 0.5V^*$ となり、インバータ制御部12は、基準信号と比較した結果、図4に示すようなPWM信号UP、VP、WP、UN、VN、WNを生成し、インバータ11a、11bに出力する。インバータ11a、11bは、PWM信号UP、VP、WP、UN、VN、WNに従ってスイッチング素子をオンオフし、図3に示す電圧ベクトルV0(0電圧)、V1(+W電圧)、V5(-V電圧)、V7(0電圧)の電圧を出力する。これにより、インバータ11a、11bは、圧縮機モータ22a、22bに対して、平均的にW相を介して圧縮機モータ22a、22bへ流入し、V相を介して圧縮機モータ22a、22bから流出するような直流電流を流すことが可能となる。図4の例では、平均的に三相のうちの二相、ここではV相およびW相が通電相となり、残りの一相、ここではU相が無通電相となる。

10

【0037】

インバータ制御部12は、電圧位相指令 = 0°以外の位相に固定し、三相とも通電相となるような直流電流を流してもよいが、三相のうち二相を通電相とすることで、単位時間当たりの発熱量の総量が上がり短時間で効果的に発熱させることができる。

【0038】

ただし、インバータ制御部12は、電圧位相指令を固定値で連続通電を行った場合、圧縮機モータ22a、22bの特定部分のみが発熱することになる。そのため、インバータ制御部12は、時間の経過と共に電圧位相指令を逐次変化させることで、圧縮機モータ22a、22bを特定部分に偏ることがなく均一に加熱することができる。

20

【0039】

インバータ制御部12は、無通電相を直流通電のタイミング毎に入れ替えるためには、電圧位相指令の値を60°の整数倍に設定すればよく、逐次無通電相を遷移させることができ、圧縮機モータ22a、22bの部位による発熱ムラを抑制することができる。インバータ制御部12は、直流通電を実施する場合、三相のうち二相を通電相とし、残り一相を無通電相とし、無通電相になる相を入れ替えながら実施するように制御する。

30

【0040】

図5は、実施の形態1に係る圧縮機駆動装置1の高周波通電時の各信号波形の例を示す図である。図5は、キャリア周波数に同期して電圧位相指令を180°すなわち反転させることにより、キャリア周波数に等しい高周波通電を実施する例を示している。この場合、例えば、U相、V相、およびW相に対する三相の電圧指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* を、式(4)から式(6)のように表すことができる。

【0041】

$$V_u^* = V^* \cdot \sin \quad \dots (4)$$

$$V_v^* = V^* \cdot \sin (\quad + \quad) \quad \dots (5)$$

$$V_w^* = V^* \cdot \sin (\quad + \quad) \quad \dots (6)$$

40

【0042】

インバータ制御部12は、式(4)から式(6)において、例えば、電圧位相指令を図5におけるキャリア信号の山の頂点から谷の頂点に至るまでの期間において電圧位相指令 = 90°、山の頂点から谷の頂点に至るまでの期間において電圧位相指令 = 270°といったようにキャリア周波数 f_c の半周期、すなわち $0.5 / f_c$ 毎に電圧位相指令を180°反転させる。これにより、インバータ制御部12は、キャリア信号に同期して反転する電圧指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* を得ることができる。

【0043】

電圧位相指令 = 90°の場合は $V_u^* = V^*$ 、 $V_v^* = V_w^* = -V^*$ となり、電圧位相指令 = 270°の場合は $V_u^* = -V^*$ 、 $V_v^* = V_w^* = V^*$ となり、インバー

50

タ制御部 12 は、基準信号と比較した結果、図 5 に示すような PWM 信号 U_P , V_P , W_P , U_N , V_N , W_N を生成し、インバータ 11a, 11b に出力する。インバータ 11a, 11b は、PWM 信号 U_P , V_P , W_P , U_N , V_N , W_N に従ってスイッチング素子をオンオフし、図 3 に示す電圧ベクトル V_0 (0 電圧)、 V_4 (+U 電圧)、 V_7 (0 電圧)、 V_3 (-U 電圧)、 V_0 (0 電圧) の順で変化し、この変化が繰り返される電圧を出力する。

【0044】

図 6 は、実施の形態 1 に係る圧縮機駆動装置 1 の高周波通電時の電圧ベクトルの変化、および各電圧ベクトルに対応するインバータ 11 の各スイッチング素子のオンオフ状態を示す図である。図 6 では、破線の丸で囲まれたスイッチング素子がオンであり、それ以外のスイッチング素子がオフであることを示している。また、図 6 において、電圧ベクトルの変化順序を示す太矢印の回転方向、すなわち電圧ベクトル V_0 V_4 V_7 V_3 V_0 の回転方向は、図 5 の例に対応している。

10

【0045】

インバータ制御部 12 は、図 6 に示す例では、1 キャリア周期で図 6 に示す 4 つの回路状態を遷移するように、PWM 信号 U_P , V_P , W_P , U_N , V_N , W_N を生成する。これにより、インバータ制御部 12 は、インバータ 11a, 11b を介して、1 キャリア周期を 1 周期とする高周波電流を圧縮機モータ 22a, 22b に流すことができる。

【0046】

図 6 に示すように、 V_0 , V_7 ベクトル印加時、圧縮機モータ 22a, 22b の線間が短絡状態となり、インバータ 11a, 11b から電圧が出力されない。この場合、圧縮機モータ 22a, 22b のインダクタンスに蓄えられたエネルギーが電流となって短絡回路中を流れる。また、 V_4 ベクトル印加時には、U 相を介して圧縮機モータ 22a, 22b へ流入し、V 相および W 相を介して圧縮機モータ 22a, 22b から流出する +U 相方向の電流 (+ I_u) が、圧縮機モータ 22a, 22b の巻線に流れる。 V_3 ベクトル印加時には、V 相および W 相を介して圧縮機モータ 22a, 22b へ流入し、U 相を介して圧縮機モータ 22a, 22b から流出する -U 相方向の電流 (- I_u) が、圧縮機モータ 22a, 22b の巻線に流れる。この場合、U 相に流れる電流の大きさはその他の V 相および W 相に流れる電流の 2 倍となり、主に U 相に高周波電流が流れる動作となる。

20

【0047】

すなわち、 V_4 ベクトル印加時と、 V_3 ベクトル印加時とでは、逆方向の電流が圧縮機モータ 22a, 22b の巻線に流れる。そして、電圧ベクトルが V_0 , V_4 , V_7 , V_3 , V_0 ... の順で繰り返し変化するため、+U 相方向の電流 (+ I_u) と -U 相方向の電流 (- I_u) とが交互に圧縮機モータ 22a, 22b の巻線に流れることになる。この結果、インバータ制御部 12 は、図 6 に示すように V_4 ベクトルと V_3 ベクトルとが 1 キャリア周期の間に現れるため、キャリア信号の周波数に同期した高周波電圧を圧縮機モータ 22a, 22b の巻線に印加でき、高周波電流を流すことができる。

30

【0048】

また、インバータ 11a, 11b から V_4 ベクトルの電圧と V_3 ベクトルの電圧とが交互に出力され、+U 相方向の電流 (+ I_u) と -U 相方向の電流 (- I_u) とが交互に圧縮機モータ 22a, 22b の巻線に流れるため、正逆のトルクが瞬時に切り替わる。このため、正逆のトルクが相殺され、インバータ制御部 12 は、ロータの振動を抑えた電圧の印加が可能となる。

40

【0049】

インバータ制御部 12 は、例えば、 V_0 (0 電圧)、 V_2 (+V 電圧)、 V_7 (0 電圧)、 V_5 (-V 電圧)、 V_0 (0 電圧) の順で繰り返し変化させてインバータ 11a, 11b から電圧を出力させるように制御することで、主に V 相に高周波電流を流すことができる。また、インバータ制御部 12 は、例えば、 V_0 (0 電圧)、 V_1 (+W 電圧)、 V_7 (0 電圧)、 V_6 (-W 電圧)、 V_0 (0 電圧) の順で繰り返し変化させてインバータ 11a, 11b から電圧を出力させるように制御することで、主に W 相に高周波電流を流

50

することができる。インバータ制御部 12 は、一連の電圧ベクトルの選択動作を適宜変更することによって、圧縮機 2a, 2b を特定部分に偏ることがなく均一に加熱することができる。

【0050】

以上、圧縮機駆動装置 1 の高周波通電動作の一例を示したが、インバータ制御部 12 は、先述の三相の電圧指令 V_u^* , V_v^* , V_w^* を表す式 (1) から式 (3) における電圧位相指令を 0° から 360° の範囲で連続的に変化させ、変化する周期を短くすることによって、高周波電圧の周波数を増加させ、高周波通電を行うようにしてもよい。

【0051】

インバータ制御部 12 は、式 (1) から式 (3) における電圧位相指令を 0° から 360° の範囲で連続的に高速で変化させると、各電圧指令 V_u^* , V_v^* , V_w^* はそれぞれ 120° 位相差の正弦波となる。インバータ制御部 12 は、各電圧指令 V_u^* , V_v^* , V_w^* と基準信号とを比較することで PWM 信号 UP , VP , WP , UN , VN , WN が得られ、時間の変化とともに電圧ベクトルが変化するため、圧縮機モータ 22a, 22b に高周波電流を流すことが可能となる。この方法では、三相電流がバランスして高周波電流が流れることから、インバータ制御部 12 は、圧縮機 2a, 2b を特定部分に偏ることがなく均一に加熱することができる。

【0052】

インバータ制御部 12 は、先述とは反対に、電圧位相指令の変化する周期を長くすれば、低周波通電を実現できる。特に 0 Hz に近づくに従って、圧縮機モータ 22a, 22b のインピーダンス成分において抵抗成分が支配的となるため、低周波通電による加熱効果は、直流通電による加熱効果と同等となる。

【0053】

拘束通電は、直流通電、低周波通電、高周波通電などに関係なく圧縮機 2a, 2b の運転待機中に行われるため、周囲に音の発生源がなく、拘束通電に起因する音が人間に対して耳障りとならない、さらに望ましくは可聴周波数帯域外となるようにすることが望ましい。拘束通電に起因する音が有する周波数成分は、主にキャリア周波数に係る成分、高周波通電の高周波電圧の周波数に係る成分、低周波通電の低周波電圧の周波数に係る成分などである。高周波通電の高周波電圧の周波数に係る成分および低周波通電の低周波電圧の周波数に係る成分は、すなわち、電圧位相指令を変化させる周波数に係る成分である。

【0054】

一般的なインバータの場合、キャリア周波数は、インバータのスイッチング素子のスイッチングスピードによって上限が決まる。スイッチングスピードの上限は、周知の IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) の場合は 20 kHz 程度であり、ワイドギャップ半導体である SiC、GaN、ダイヤモンドの場合は数百 kHz である。

【0055】

高周波通電において、キャリア周波数に等しい前者の高周波通電の場合、人間の可聴周波数帯域内で特に敏感とされる 1 kHz から 5 kHz の範囲を外した 5 kHz 以上が望ましく、さらに望ましくは、人間の可聴周波数上限を超える 20 kHz 以上が望ましい。ただし、先述の IGBT の場合、スイッチングスピードの上限が 20 kHz 程度であり、人間の可聴周波数上限を超える設定が難しいことから、 5 kHz から 20 kHz の設定とする。

【0056】

また、三相の電圧指令 V_u^* , V_v^* , V_w^* がキャリア周波数に同期しない後者の高周波通電方式の場合、高周波電圧の周波数、すなわち電圧位相指令を変化させる周波数がキャリア周波数の $1/10$ 程度以上になると、高周波電圧の波形出力精度が悪化し、直流成分が重畳するなど影響を及ぼすおそれがある。この点を鑑みて、高周波電圧の周波数をキャリア周波数の $1/10$ 以下とすると、例えば、キャリア周波数が 20 kHz の場合、高周波電圧の周波数が 2 kHz 以下となり、高周波電圧の周波数が可聴周波数帯域内で、かつ、特に敏感とされる 1 kHz から 5 kHz の範囲となるため、圧縮機モータの電磁

10

20

30

40

50

音による騒音が懸念される。

【 0 0 5 7 】

ワイドギャップ半導体の場合、キャリア周波数が数百kHzまで上げられ、高周波電圧の周波数をキャリア周波数の $1/10$ 以下としても数十kHzに設定できる。このことから、式(1)から式(3)に基づく高周波通電方式は、高周波電圧の周波数を可聴周波数帯域外に設定できるインバータのスイッチング素子にワイドギャップ半導体を用いた場合に好適となる。

【 0 0 5 8 】

低周波通電において、望ましくは特に敏感とされる下限側1kHz以下、さらに望ましくは、人間の可聴周波数下限より低い20Hz以下が適している。以上のことから、インバータ制御部12において、直流通電または低周波通電における運転周波数は0Hz以上1kHz未満とし、高周波通電における運転周波数は5kHz以上とする。なお、直流通電または低周波通電における運転周波数の0Hz以上1kHz未満については、直流通電の場合が運転周波数0Hzであり、低周波通電の場合が0Hzより大きく1kHz未満の範囲である。

【 0 0 5 9 】

ここまでで、インバータ11a, 11bによって圧縮機モータ22a, 22bに対して直流通電および高周波通電を行う方法について説明した。次に、本実施の形態の特徴である、複数の圧縮機モータ22a, 22bに対して、運転待機中に直流通電および高周波通電の通電方式を用いて、適切に拘束通電を行う方法について説明する。

【 0 0 6 0 】

複数の圧縮機で構成される装置、例えば、空気調和装置の場合、拘束通電を行うにあたり、圧縮機の台数に比例して運転待機中における圧縮機内部の冷媒への加熱に必要な電力の総量が増加する。特に、高周波通電を行う加熱方式の場合、加熱効率が高いものの、複数台の圧縮機に対して同時に高周波の電圧を印加すると、高周波電力の発生量およびノイズも大きくなり、装置の外部に存在する他の装置に対してノイズによる影響を及ぼすおそれがある。また、直流電圧を供給する直流通電の場合、加熱量を大きく取れるものの、加熱効率に課題があり、複数台の圧縮機に対して同時に直流通電を行うと待機電力の総量が増加する。したがって、運転待機中に複数の圧縮機に同時に拘束通電を行い、冷媒を気化させる際には、適切に直流通電と高周波通電とを使い分ける必要がある。

【 0 0 6 1 】

ここで、各通電方式の特徴を述べた上で、圧縮機駆動装置1において、複数台の圧縮機に対して同時に拘束通電を行う一連の流れ、および主旨について説明する。

【 0 0 6 2 】

直流通電の場合、インバータ制御部12は、圧縮機モータ22a, 22bに対して直流電流を流すことにより、直流電流の大きさの2乗と圧縮機モータ22a, 22bの各々を構成する巻線の抵抗値とに比例した銅損を圧縮機モータ22a, 22bの巻線に発生させ、銅損による発熱によって圧縮機2a, 2bの内部に滞留した冷媒を加熱することができる。インバータ制御部12は、圧縮機モータ22a, 22bに流す電流の大きさをインバータ11a, 11bを用いて制御することで、発熱量を制御でき、特に通常運転モードおよび高周波通電の場合と比較して、低い電圧で大きな電流、すなわち大きな発熱量を得ることができ、圧縮機2a, 2bの内部に滞留した冷媒を短時間で排出できる。

【 0 0 6 3 】

しかし、近年のモータは、高効率設計によって巻線の抵抗値が小さくなる傾向があり、従来よりも巻線の抵抗値が小さくなった分、十分な加熱量を得るためには、直流電流を増加させる必要がある。このため、圧縮機2への加熱に寄与しない、かつ、通電電流に比例して増加するインバータ11a, 11bの損失も増大して圧縮機2a, 2bの加熱効率が悪化し、消費電力が増加する。そのため、直流通電は、運転待機中に長時間、かつ、何台もの圧縮機を同時に冷媒加熱するのに適した通電方式ではない。

【 0 0 6 4 】

一方、高周波通電の場合、インバータ制御部 12 は、インバータ 11 a, 11 b から圧縮機 2 a, 2 b に高周波電流を流すことによって、圧縮機モータ 22 a, 22 b を構成する固定子、回転子などの材料である磁性体に渦電流損、ヒステリシス損といった鉄損を発生させ、圧縮機 2 a, 2 b 内部に滞留した冷媒を加熱することができる。

【0065】

また、インバータ制御部 12 は、高周波電流の周波数を高くすることによって、鉄損が増加して発熱量を大きくすることができ、さらには、圧縮機モータ 22 a, 22 b のインダクタンスによるインピーダンスを高くすることができる。そのため、インバータ制御部 12 は、高周波電流を抑制することができ、インバータ 11 a, 11 b の損失を低減しつつ、圧縮機 2 a, 2 b 内部に滞留した冷媒への高効率な加熱が可能となる。高周波通電は、待機電力が小さく、運転待機中に長時間冷媒加熱を行うのに適した通電方式である。

10

【0066】

しかし、加熱効率が高い反面、複数台の圧縮機 2 に対して同時に高周波の電圧を印加すると高周波電力の発生量、およびノイズも大きくなり、装置の外部に存在するその他の装置、特に電子機器に対してノイズによる影響を及ぼすおそれがある。また、鉄損が小さい圧縮機モータ 22 a, 22 b を用いた場合、発熱量が小さくなり、滞留した冷媒を温め気化させて排出するのに必要な発熱量を得られないケースもある。

【0067】

したがって、インバータ制御部 12 は、直流通電または高周波通電のいずれの拘束通電方式においても、複数台の圧縮機 2 に対して同時に同じ通電方式で加熱すると、先述のような課題が生じる。このことから、複数の圧縮機 2 を拘束通電によって加熱する場合、インバータ制御部 12 は、例えば、インバータ 11 a を用いて圧縮機 2 a を直流通電で加熱する際、並行してインバータ 11 b を用いて圧縮機 2 b を高周波通電で加熱するように制御する。すなわち、インバータ制御部 12 は、並行して複数の圧縮機 2 を同時に拘束通電によって加熱する場合、圧縮機 2 毎に通電方式を異なるようにする。これにより、インバータ制御部 12 は、2 つの通電方式の各々のメリットが適切に得られ、また、各方式の課題に係る影響も小さくすることができる。なお、直流通電については、同等の加熱効果が得られる先述の低周波通電に置き換えてもよい。

20

【0068】

インバータ制御部 12 は、圧縮機 2 の台数が 3 台以上の場合、少なくとも 1 台の圧縮機 2 は直流通電で加熱し、残りの圧縮機 2 のうち少なくとも 1 台の圧縮機 2 は高周波通電で加熱する。インバータ制御部 12 は、残りの圧縮機 2 については、効率面の影響が支配的であれば高周波通電で加熱し、ノイズの影響が支配的であれば直流通電で加熱するように、メリットと課題のバランスを鑑みながら個別に拘束通電方式を選択すればよい。このような圧縮機 2 の台数が 3 台以上の場合の好適な実施の形態については後述する。

30

【0069】

ただし、先述の通り、拘束通電方式によって圧縮機 2 の加熱量に差異がある。そのため、加熱対象の圧縮機 2 に対して常に同じ拘束通電方式で加熱すると、通電方式の差異によって圧縮機 2 毎に発熱量が異なり、加熱バラツキが発生する。各圧縮機 2 に対して個体差なく均一に加熱するため、インバータ制御部 12 は、例えば、インバータ 11 a を用いて圧縮機 2 a を直流通電で加熱し、並行して、インバータ 11 b を用いて圧縮機 2 b を高周波通電で加熱することを、予め定められた期間 T1 の間実施し、期間 T1 経過後に拘束通電方式を入れ替える。すなわち、インバータ制御部 12 は、次に、インバータ 11 a を用いて圧縮機 2 a を高周波通電で加熱し、並行して、インバータ 11 b を用いて圧縮機 2 b を直流通電で加熱することを期間 T1 の間実施する。インバータ制御部 12 は、各圧縮機 2 に対して、直流通電または低周波通電と、高周波通電とを交互に実施するように制御する。これにより、インバータ制御部 12 は、各圧縮機 2 における発熱量の総量を同じにできることから、各々の圧縮機 2 の加熱量を平均化でき、圧縮機 2 毎にバラツキの無い冷媒加熱が可能となる。

40

【0070】

50

図 7 は、実施の形態 1 に係る圧縮機駆動装置 1 の運転待機中の冷媒加熱動作を示すフローチャートである。圧縮機 2 a , 2 b の運転待機中において、インバータ制御部 1 2 は、内部演算または空気調和装置 1 0 0 を制御するコントローラなどの外部の上位制御部からの信号に基づいて、圧縮機 2 a , 2 b への加熱が必要か否かを判断する（ステップ S 1）。インバータ制御部 1 2 は、加熱不要と判断した場合（ステップ S 1 : N o）、圧縮機 2 a , 2 b の運転待機中状態を維持する。インバータ制御部 1 2 は、加熱が必要と判断した場合（ステップ S 1 : Y e s）、加熱運転モードに移行し、1 回目の拘束通電として、インバータ 1 1 a を用いて第 1 の圧縮機である圧縮機 2 a に直流通電を開始し、並行して、インバータ 1 1 b を用いて第 2 の圧縮機である圧縮機 2 b に高周波通電を開始する（ステップ S 2）。

10

【 0 0 7 1 】

インバータ制御部 1 2 は、1 回目の拘束通電開始後、予め定められた期間 T 1 が経過したか否かを判断する（ステップ S 3）。インバータ制御部 1 2 は、予め定められた期間 T 1 が経過していない場合（ステップ S 3 : N o）、1 回目の拘束通電の状態を維持する。インバータ制御部 1 2 は、期間 T 1 の間、先述の通り、高周波通電における一連の電圧ベクトルの選択動作を適宜変更し、また、直流通電において時間の経過とともに電圧位相指令を逐次変化させることで、圧縮機 2 a , 2 b を特定部分に偏ることがなく均一に加熱する。インバータ制御部 1 2 は、予め定められた期間 T 1 が経過した場合（ステップ S 3 : Y e s）、1 回目の拘束通電を停止、すなわち、インバータ 1 1 a を用いた圧縮機 2 a への直流通電、およびインバータ 1 1 b を用いた圧縮機 2 b への高周波通電を停止する（ステップ S 4）。インバータ制御部 1 2 は、2 回目の拘束通電として、インバータ 1 1 a を用いて第 1 の圧縮機である圧縮機 2 a に高周波通電を開始し、並行して、インバータ 1 1 b を用いて第 2 の圧縮機である圧縮機 2 b に直流通電を開始する（ステップ S 5）。

20

【 0 0 7 2 】

インバータ制御部 1 2 は、2 回目の拘束通電開始後、予め定められた期間 T 1 が経過したか否かを判断する（ステップ S 6）。インバータ制御部 1 2 は、予め定められた期間 T 1 が経過していない場合（ステップ S 6 : N o）、2 回目の拘束通電の状態を維持する。インバータ制御部 1 2 は、期間 T 1 の間、先述の通り、高周波通電における一連の電圧ベクトルの選択動作を適宜変更し、また、直流通電において時間の経過とともに電圧位相指令を逐次変化させることで、圧縮機 2 a , 2 b を特定部分に偏ることがなく均一に加熱する。インバータ制御部 1 2 は、予め定められた期間 T 1 が経過した場合（ステップ S 6 : Y e s）、2 回目の拘束通電を停止、すなわち、インバータ 1 1 a を用いた圧縮機 2 a への高周波通電、およびインバータ 1 1 b を用いた圧縮機 2 b への直流通電を停止する（ステップ S 7）。インバータ制御部 1 2 は、通常運転モードに移行しない場合、ステップ S 1 に戻って、先述と同様の動作を繰り返し実施する。インバータ制御部 1 2 は、直流通電または低周波通電の実施期間が、高周波通電の実施期間と同じになるように制御する。

30

【 0 0 7 3 】

以上、圧縮機駆動装置 1 の運転待機中の冷媒加熱動作処理における一連の流れの説明である。なお、インバータ制御部 1 2 は、直流通電については、同等の加熱効果が得られる先述の低周波通電に置き換えてもよい。

40

【 0 0 7 4 】

このように、インバータ制御部 1 2 は、運転待機中の複数の圧縮機 2 の内部の冷媒を加熱する場合、複数の圧縮機 2 のうち少なくとも 1 つの圧縮機 2 が備える圧縮機モータ 2 2 に対して、直流電流を用いた直流通電または低周波電流を用いた低周波通電を実施し、複数の圧縮機のうち他の圧縮機が備える圧縮機モータに対して高周波電流を用いた高周波通電を実施するように制御する。

【 0 0 7 5 】

つづいて、圧縮機駆動装置 1 が備えるインバータ制御部 1 2 のハードウェア構成について説明する。図 8 は、実施の形態 1 に係る圧縮機駆動装置 1 が備えるインバータ制御部 1 2 を実現するハードウェア構成の一例を示す図である。インバータ制御部 1 2 は、プロセ

50

ッサ 201 及びメモリ 202 により実現される。

【0076】

プロセッサ 201 は、CPU (Central Processing Unit、中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、プロセッサ、DSP (Digital Signal Processor) ともいう)、またはシステム LSI (Large Scale Integration) である。メモリ 202 は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリー、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM (登録商標) (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) といった不揮発性または揮発性の半導体メモリを例示できる。またメモリ 202 は、これらに限定されず、磁気ディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、またはDVD (Digital Versatile Disc) でもよい。

10

【0077】

以上説明したように、本実施の形態によれば、圧縮機駆動装置 1 において、インバータ制御部 12 は、冷媒の滞留防止のために圧縮機 2 の運転待機中に複数の圧縮機 2 を加熱して冷媒を気化させる場合、異なる拘束通電方法で複数の圧縮機 2 を同時に加熱することとした。これにより、圧縮機駆動装置 1 は、複数の圧縮機 2 と接続する場合においても、圧縮機 2 の数の増加に伴う高周波通電によるノイズの増大を抑制してノイズに起因する自装置または他装置の誤動作を防止でき、直流通電による待機電力の増大を抑制することができる。

【0078】

20

また、インバータ制御部 12 は、同一の圧縮機 2 に対して、直流通電と高周波通電とを交互に行うことで、各々の圧縮機 2 の加熱量を平均化でき、圧縮機 2 毎にバラツキの無い冷媒加熱を行うことができる。

【0079】

実施の形態 2 .

実施の形態 1 では、インバータ制御部 12 は、2 台の圧縮機 2 に対して同時に拘束通電を行う場合、高周波通電を行う期間および直流通電を行う期間は同じ期間 T1 であった。実施の形態 2 では、直流通電が短時間で大きな発熱量を得られる一方、圧縮機 2 の加熱に寄与しない、かつ、通電電流に比例して増加するインバータ損失が大きく長時間通電には適切でない特質を鑑みて、高周波通電を行う期間 T1 に対して直流通電を行う期間を、期間 T1 より短くする。

30

【0080】

実施の形態 2 において、空気調和装置 100 の構成は、実施の形態 1 のときの空気調和装置 100 の構成と同様である。図 9 は、実施の形態 2 に係る圧縮機駆動装置 1 の運転待機中の冷媒加熱動作を示すフローチャートである。圧縮機 2a, 2b の運転待機中において、インバータ制御部 12 は、内部演算または空気調和装置 100 を制御するコントローラなどの外部の上位制御部からの信号に基づいて、圧縮機 2a, 2b への加熱が必要か否かを判断する (ステップ S11)。インバータ制御部 12 は、加熱不要と判断した場合 (ステップ S11: No)、圧縮機 2a, 2b の運転待機中状態を維持する。インバータ制御部 12 は、加熱が必要と判断した場合 (ステップ S11: Yes)、加熱運転モードに移行し、1 回目の拘束通電として、インバータ 11a を用いて第 1 の圧縮機である圧縮機 2a に直流通電を開始し、並行して、インバータ 11b を用いて第 2 の圧縮機である圧縮機 2b に高周波通電を開始する (ステップ S12)。

40

【0081】

インバータ制御部 12 は、1 回目の拘束通電開始後、予め定められた期間 T0 が経過したか否かを判断する (ステップ S13)。期間 T0 は、先述の期間 T1 よりも短い期間とする。インバータ制御部 12 は、予め定められた期間 T0 が経過していない場合 (ステップ S13: No)、1 回目の拘束通電の状態を維持する。インバータ制御部 12 は、期間 T0 の間、先述の通り、直流通電において時間の経過とともに電圧位相指令 を逐次変化させることで、圧縮機 2a を特定部分に偏ることがなく均一に加熱する。インバータ制御

50

部 1 2 は、予め定められた期間 T 0 が経過した場合（ステップ S 1 3 : Y e s）、インバータ 1 1 a を用いた第 1 の圧縮機である圧縮機 2 a への直流通電を停止する（ステップ S 1 4）。

【 0 0 8 2 】

インバータ制御部 1 2 は、予め定められた期間 T 1 が経過したか否かを判断する（ステップ S 1 5）。インバータ制御部 1 2 は、予め定められた期間 T 1 が経過していない場合（ステップ S 1 5 : N o）、インバータ 1 1 b を用いた圧縮機 2 b への高周波通電の状態を維持する。インバータ制御部 1 2 は、期間 T 1 の間、先述の通り、高周波通電における一連の電圧ベクトルの選択動作を適宜変更することで、圧縮機 2 b を特定部分に偏ることがなく均一に加熱する。インバータ制御部 1 2 は、予め定められた期間 T 1 が経過した場合（ステップ S 1 5 : Y e s）、インバータ 1 1 b を用いた第 2 の圧縮機である圧縮機 2 b への高周波通電を停止する（ステップ S 1 6）。インバータ制御部 1 2 は、2 回目の拘束通電として、インバータ 1 1 a を用いて第 1 の圧縮機である圧縮機 2 a に高周波通電を開始し、並行して、インバータ 1 1 b を用いて第 2 の圧縮機である圧縮機 2 b に直流通電を開始する（ステップ S 1 7）。

10

【 0 0 8 3 】

インバータ制御部 1 2 は、2 回目の拘束通電開始後、予め定められた期間 T 0 が経過したか否かを判断する（ステップ S 1 8）。インバータ制御部 1 2 は、予め定められた期間 T 0 が経過していない場合（ステップ S 1 8 : N o）、2 回目の拘束通電の状態を維持する。インバータ制御部 1 2 は、期間 T 0 の間、先述の通り、直流通電において時間の経過とともに電圧位相指令 を逐次変化させることで、圧縮機 2 b を特定部分に偏ることがなく均一に加熱する。インバータ制御部 1 2 は、予め定められた期間 T 0 が経過した場合（ステップ S 1 8 : Y e s）、インバータ 1 1 b を用いた第 2 の圧縮機である圧縮機 2 b への直流通電を停止する（ステップ S 1 9）。

20

【 0 0 8 4 】

インバータ制御部 1 2 は、予め定められた期間 T 1 が経過したか否かを判断する（ステップ S 2 0）。インバータ制御部 1 2 は、予め定められた期間 T 1 が経過していない場合（ステップ S 2 0 : N o）、インバータ 1 1 a を用いた圧縮機 2 a への高周波通電の状態を維持する。インバータ制御部 1 2 は、期間 T 1 の間、先述の通り、高周波通電における一連の電圧ベクトルの選択動作を適宜変更することで、圧縮機 2 a を特定部分に偏ることがなく均一に加熱する。インバータ制御部 1 2 は、予め定められた期間 T 1 が経過した場合（ステップ S 2 0 : Y e s）、インバータ 1 1 a を用いた第 1 の圧縮機である圧縮機 2 a への高周波通電を停止する（ステップ S 2 1）。インバータ制御部 1 2 は、通常運転モードに移行しない場合、ステップ S 1 1 に戻って、先述と同様の動作を繰り返し実施する。インバータ制御部 1 2 は、直流通電または低周波通電の実施期間が、高周波通電の実施期間より短くなるように制御する。

30

【 0 0 8 5 】

以上、圧縮機駆動装置 1 の運転待機中の冷媒加熱動作処理における一連の流れの説明である。なお、インバータ制御部 1 2 は、直流通電については、同等の加熱効果が得られる先述の低周波通電に置き換えてもよい。

40

【 0 0 8 6 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、圧縮機駆動装置 1 において、インバータ制御部 1 2 は、冷媒の滞留防止のために圧縮機 2 の運転待機中に複数の圧縮機 2 を加熱して冷媒を気化させる場合、異なる拘束通電方法で複数の圧縮機 2 を同時に加熱するが、高周波通電に対して直流通電を行う期間を短くすることとした。これにより、圧縮機駆動装置 1 は、加熱効率に課題のある特徴を有する直流通電の時間を短縮でき、必要とする加熱量以上の加熱を防止し、待機電力の増大を抑制することができる。

【 0 0 8 7 】

実施の形態 3 .

実施の形態 1 , 2 では、圧縮機駆動装置 1 が具体的に 2 台の圧縮機 2 に接続される場合

50

について説明した。実施の形態 3 では、圧縮機駆動装置が 3 台以上の圧縮機 2 に接続される場合について説明する。

【0088】

図 10 は、実施の形態 3 に係る圧縮機駆動装置 1 a を構成するインバータ 1 1 の構成例を示す図である。圧縮機駆動装置 1 a は、インバータ 1 1 a , 1 1 b と、圧縮機モータ 2 2 c に電氣的に接続され、圧縮機モータ 2 2 c を駆動するインバータ 1 1 c と、インバータ 1 1 a , 1 1 b , 1 1 c を制御するインバータ制御部 1 2 a と、を備える。圧縮機駆動装置 1 a は、圧縮機 2 を 3 台備える図示しない空気調和装置が備える圧縮機駆動装置である。図 10 では、3 台の圧縮機 2 に接続される圧縮機駆動装置 1 a の例を示している。図 10 に示すように、インバータ 1 1 a , 1 1 b , 1 1 c は、ブリッジ結線されたスイッチング素子、および各スイッチング素子の各々に並列接続された還流ダイオードを有している。また、インバータ 1 1 a , 1 1 b , 1 1 c は、電力源 3 に接続される。インバータ 1 1 c は、インバータ 1 1 a , 1 1 b と同様の構成である。また、インバータ 1 1 c に接続される圧縮機モータ 2 2 c は、圧縮機モータ 2 2 a , 2 2 b と同様の構成である。

10

【0089】

以降の説明において、インバータ 1 1 a , 1 1 b , 1 1 c を区別しない場合はインバータ 1 1 と称し、圧縮機モータ 2 2 a , 2 2 b , 2 2 c を区別しない場合は圧縮機モータ 2 2 と称することがある。また、説明の便宜上、圧縮機モータ 2 2 c を備える図示しない圧縮機 2 を圧縮機 2 c とする。圧縮機 2 a , 2 b , 2 c を区別しない場合は圧縮機 2 と称することがある。

20

【0090】

図 10 では、電力源 3 から出力される電力を求めるための構成として、直流母線に母線電圧、すなわち電力源 3 の電圧を計測するための電圧検出部 4、および母線電流を検出する電流検出部 5 が圧縮機駆動装置 1 a に接続される例を示しているが、電力源 3 から出力される電力を求めるための構成は、図 10 の例に限定されない。また、図 10 では、電流検出部 5 は、母線負側ではなく母線正側に接続されていてもよい。

【0091】

本実施の形態において、インバータ制御部 1 2 a は、圧縮機駆動装置 1 a に 3 台以上の圧縮機 2 が接続され、圧縮機 2 の運転待機中に圧縮機 2 内部の冷媒へ加熱する場合、次のような制御を行う。すなわち、インバータ制御部 1 2 a は、複数ある圧縮機 2 のうち、1 台の圧縮機 2 に備わる圧縮機モータ 2 2 に対して直流通電を実施するように制御する。また、インバータ制御部 1 2 a は、もう 1 台の圧縮機 2 に備わる圧縮機モータ 2 2 に対して高周波通電を実施するように制御する。また、インバータ制御部 1 2 a は、残りの圧縮機 2 に備わる圧縮機モータ 2 2 に対しては、電力源 3 から出力される電力に基づいて通電方式を選択するように制御する。

30

【0092】

図 11 は、実施の形態 3 に係る圧縮機駆動装置 1 a の運転待機中の冷媒加熱動作を示すフローチャートである。圧縮機 2 a , 2 b , 2 c の運転待機中において、インバータ制御部 1 2 a は、内部演算または空気調和装置 1 0 0 を制御するコントローラなどの外部の上位制御部からの信号に基づいて、圧縮機 2 a , 2 b , 2 c への加熱が必要か否かを判断する（ステップ S 3 1）。インバータ制御部 1 2 a は、加熱不要と判断した場合（ステップ S 3 1 : N o）、圧縮機 2 a , 2 b , 2 c の運転待機中状態を維持する。インバータ制御部 1 2 a は、加熱が必要と判断した場合（ステップ S 3 1 : Y e s）、加熱運転モードに移行し、1 回目の拘束通電として、インバータ 1 1 a を用いて第 1 の圧縮機である圧縮機 2 a に直流通電を開始し、並行して、インバータ 1 1 b を用いて第 2 の圧縮機である圧縮機 2 b に高周波通電を開始し、インバータ 1 1 c を用いて第 3 の圧縮機である圧縮機 2 c に高周波通電を開始する（ステップ S 3 2）。

40

【0093】

インバータ制御部 1 2 a は、直流通電を行う圧縮機 2 を 1 台、高周波通電を行う圧縮機 2 を 2 台とすることで、高効率、すなわち、待機電力を小さくする制御を優先する。なお

50

、インバータ制御部 12 a は、許容される待機電力に対して、拘束通電に必要な電力源 3 から出力される電力が小さい場合、許容される待機電力まで拘束通電で使用する電力を増やし、発熱量を増やすようにしてもよい。具体的には、インバータ制御部 12 a は、高周波通電を行う圧縮機 2 台のうちの 1 台を直流通電へ変更すればよい。

【0094】

インバータ制御部 12 a は、加熱運転モード移行後、電力源 3 から出力される電力である出力電力を求め、電力源 3 の出力電力と、許容される電力 W_0 とを比較する（ステップ S 33）。インバータ制御部 12 a は、電力源 3 の出力電力について、電圧検出部 4 で検出された母線電圧である電力源 3 の電圧の値と、電流検出部 5 で検出された母線電流の値とを取り込み、演算処理を行って求めることができる。なお、インバータ制御部 12 a は、各インバータ 11 の出力側に計測部を設けて、拘束通電で使用する電力の計測結果を用いてもよい。インバータ制御部 12 a は、電力源 3 の出力電力が許容される電力 W_0 より小さい場合（ステップ S 33：Yes）、インバータ 11 b による圧縮機 2 b への高周波通電を直流通電に変更する（ステップ S 34）。インバータ制御部 12 a は、ステップ S 33：Yes の場合、インバータ 11 c による圧縮機 2 c への高周波通電を直流通電へ変更してもよい。

【0095】

なお、インバータ制御部 12 a は、ステップ S 34 による変更によって、電力源 3 の出力電力が許容される電力 W_0 を超過した場合、インバータ 11 b による圧縮機 2 b への直流通電を再度高周波通電へ戻してもよいし、あらかじめ変更により電力 W_0 を超えても問題ないように電力 W_0 の値にマージンを持たせてもよい。インバータ制御部 12 a は、電力源 3 の出力電力が許容される電力 W_0 以上の場合（ステップ S 33：No）、ステップ S 34 の動作を省略する。

【0096】

インバータ制御部 12 a は、1 回目の拘束通電開始後、予め定められた期間 T_1 が経過したか否かを判断する（ステップ S 35）。インバータ制御部 12 a は、予め定められた期間 T_1 が経過していない場合（ステップ S 35：No）、1 回目の拘束通電の状態を維持する。インバータ制御部 12 a は、予め定められた期間 T_1 が経過した場合（ステップ S 35：Yes）、1 回目の拘束通電を停止する（ステップ S 36）。インバータ制御部 12 a は、期間 T_1 について、加熱運転モードに移行したステップ S 32 の時点を基準にしているが、通電方式を変更したステップ S 34 の時点を基準にしてもよい。インバータ制御部 12 a は、期間 T_1 の間、先述の通り、高周波通電における一連の電圧ベクトルの選択動作を適宜変更し、また、直流通電において時間の経過とともに電圧位相指令を逐次変化させることで、圧縮機 2 a, 2 b, 2 c を特定部分に偏ることがなく均一に加熱する。

【0097】

図 11 に示すフローチャートは、1 回目の拘束通電開始から期間 T_1 経過後に拘束通電を停止させる処理までを記載しているが、これに限定されない。インバータ制御部 12 a は、この後、実施の形態 1, 2 と同様、各々の圧縮機の加熱量を平均化させる目的で、各圧縮機に対する拘束通電方式を入れ替えて、図 11 に示すフローチャートを繰り返し実施してもよい。

【0098】

例えば、インバータ制御部 12 a は、2 回目のフローチャートの処理のステップ S 32 において、2 回目の拘束通電として、インバータ 11 b を用いて第 2 の圧縮機である圧縮機 2 b に直流通電を開始し、並行して、インバータ 11 c を用いて第 3 の圧縮機である圧縮機 2 c に高周波通電を開始し、インバータ 11 a を用いて第 1 の圧縮機である圧縮機 2 a に高周波通電を開始する。また、インバータ制御部 12 a は、ステップ S 34 において変更対象を第 3 の圧縮機である圧縮機 2 c とする。次に、インバータ制御部 12 a は、3 回目のフローチャートの処理のステップ S 32 において、3 回目の拘束通電として、インバータ 11 c を用いて第 3 の圧縮機である圧縮機 2 c に直流通電を開始し、並行して、イ

ンバータ 1 1 a を用いて第 1 の圧縮機である圧縮機 2 a に高周波通電を開始し、インバータ 1 1 b を用いて第 2 の圧縮機である圧縮機 2 b に高周波通電を開始する。また、インバータ制御部 1 2 a は、ステップ S 3 4 において変更対象を第 1 の圧縮機である圧縮機 2 a とする。

【 0 0 9 9 】

このように、複数の圧縮機 2 の数が 3 以上の場合、インバータ制御部 1 2 a は、複数の圧縮機 2 のうち、1 つの圧縮機 2 が備える圧縮機モータ 2 2 に対して直流通電または低周波通電を実施する。インバータ制御部 1 2 a は、他の 1 つの圧縮機 2 が備える圧縮機モータ 2 2 に対して高周波通電を同時に実施し、残りの圧縮機 2 が備える圧縮機モータ 2 2 については電力源 3 から出力される電力に基づいて通電方式を選択する。

10

【 0 1 0 0 】

以上、圧縮機駆動装置 1 a の運転待機中の冷媒加熱動作処理における一連の流れの説明である。なお、インバータ制御部 1 2 a は、直流通電については、同等の加熱効果が得られる先述の低周波通電に置き換えてもよい。

【 0 1 0 1 】

また、図 1 1 に示すフローチャートでは、加熱運転モード移行時の状態として、直流通電を行う圧縮機 2 を 1 台、高周波通電を行う圧縮機 2 を 2 台としていたが、これに限定されない。インバータ制御部 1 2 a は、発熱量を優先し、直流通電を行う圧縮機 2 を 2 台、高周波通電を行う圧縮機 2 を 1 台として、拘束通電時の電力源 3 の出力電力と許容される電力 W 0 とを比較して、各通電方式の台数を調整してもよい。

20

【 0 1 0 2 】

また、インバータ制御部 1 2 a は、圧縮機 2 が 4 台以上の構成においても、例えば、加熱運転モード移行時の状態を、直流通電を行う圧縮機 2 を 2 台、高周波通電を行う圧縮機 2 を 2 台として、拘束通電時の電力源 3 の出力電力と許容される電力 W 0 とを比較して、各通電方式の台数を調整してもよい。

【 0 1 0 3 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、圧縮機駆動装置 1 a において、インバータ制御部 1 2 a は、圧縮機駆動装置 1 a に接続される圧縮機 2 が 3 台以上の場合において、拘束通電に必要な電力を、許容される待機電力の範囲内で各圧縮機 2 に対する拘束通電の発熱量を最大限に確保することができる。

30

【 0 1 0 4 】

実施の形態 4 .

実施の形態 4 では、圧縮機駆動装置に接続される圧縮機モータ 2 2 が独立巻線型モータの場合について説明する。

【 0 1 0 5 】

従来、独立巻線型モータは、各相巻線の両端にそれぞれ 2 台インバータが接続され、2 台のインバータの合成電圧によって駆動する。そのため、独立巻線型モータは、先述の 1 台のインバータで駆動する圧縮機モータと比較して、高い電圧が印加され、モータ出力を大きく取ることができ、圧縮機 2 の大容量化に適している。一方で、独立巻線型モータは、大容量化に伴って、運転待機中の圧縮機内部の冷媒への加熱に必要な電力の総量、およびノイズも大きくなり、これらの課題が顕著となる傾向となる。

40

【 0 1 0 6 】

図 1 2 は、実施の形態 4 に係る圧縮機駆動装置 1 b に接続される圧縮機モータ 2 2 d , 2 2 e が独立巻線型モータである場合の圧縮機駆動装置 1 b および圧縮機モータ 2 2 d , 2 2 e の構成例を示す図である。圧縮機駆動装置 1 b は、圧縮機モータ 2 2 d に電氣的に接続され、圧縮機モータ 2 2 d を駆動するインバータ 1 1 a , 1 1 b と、圧縮機モータ 2 2 e に電氣的に接続され、圧縮機モータ 2 2 e を駆動するインバータ 1 1 c , 1 1 d と、インバータ 1 1 a , 1 1 b , 1 1 c , 1 1 d を制御するインバータ制御部 1 2 b と、を備える。圧縮機駆動装置 1 b は、圧縮機 2 を 2 台備える図示しない空気調和装置が備える圧縮機駆動装置である。図 1 2 では、2 台の圧縮機 2 に接続される圧縮機駆動装置 1 b の例

50

を示している。図 1 2 に示すように、インバータ 1 1 a , 1 1 b , 1 1 c , 1 1 d は、ブリッジ結線されたスイッチング素子、および各スイッチング素子の各々に並列接続された還流ダイオードを有している。また、インバータ 1 1 a , 1 1 b , 1 1 c , 1 1 d は、電力源 3 に接続される。インバータ 1 1 d は、インバータ 1 1 a , 1 1 b , 1 1 c と同様の構成である。

【 0 1 0 7 】

以降の説明において、インバータ 1 1 a , 1 1 b , 1 1 c , 1 1 d を区別しない場合はインバータ 1 1 と称し、圧縮機モータ 2 2 d , 2 2 e を区別しない場合は圧縮機モータ 2 2 と称することがある。また、説明の便宜上、圧縮機モータ 2 2 d を備える図示しない圧縮機 2 を圧縮機 2 d とし、圧縮機モータ 2 2 e を備える図示しない圧縮機 2 を圧縮機 2 e とする。圧縮機 2 d , 2 e を区別しない場合は圧縮機 2 と称することがある。

10

【 0 1 0 8 】

圧縮機モータ 2 2 d は、U 相、V 相、および W 相の各相の巻線の両端が開放され、各巻線の両端に個別にインバータ 1 1 a , 1 1 b が接続された独立巻線型モータである。圧縮機モータ 2 2 e は、U 相、V 相、および W 相の各相の巻線の両端が開放され、各巻線の両端に個別にインバータ 1 1 c , 1 1 d が接続された独立巻線型モータである。

【 0 1 0 9 】

図 1 2 に示す圧縮機駆動装置 1 b では、インバータ 1 1 a , 1 1 b が独立巻線型モータである圧縮機モータ 2 2 d の巻線の両端に接続され、インバータ 1 1 c , 1 1 d が独立巻線型モータである圧縮機モータ 2 2 e の巻線の両端に接続されている。インバータ制御部 1 2 b は、インバータ 1 1 a , 1 1 b , 1 1 c , 1 1 d を制御する。インバータ制御部 1 2 b は、2 つのインバータ 1 1 を用いて 1 つの圧縮機モータ 2 2 を駆動する。具体的には、インバータ制御部 1 2 b は、インバータ 1 1 a , 1 1 b を用いて圧縮機モータ 2 2 d を駆動し、インバータ 1 1 c , 1 1 d を用いて圧縮機モータ 2 2 e を駆動する。

20

【 0 1 1 0 】

実施の形態 1 から実施の形態 3 のように独立巻線型モータである圧縮機モータ 2 2 d , 2 2 e に拘束通電を行う場合、インバータ制御部 1 2 b は、両端に接続される 2 つのインバータ 1 1 の合成電圧が圧縮機モータ 2 2 d , 2 2 e に印加されることを鑑みて、直流通電および高周波通電のいずれの場合でも、以下のような制御を行う。

【 0 1 1 1 】

具体的には、インバータ制御部 1 2 b は、例えば、圧縮機モータ 2 2 d に拘束通電を行う場合、一方のインバータ 1 1 a には拘束通電方式に応じて先述の実施の形態と同様に動作させ、他方のインバータ 1 1 b の出力電圧をインバータ 1 1 a の出力電圧に対して極性を反転させるように制御すればよい。すなわち、インバータ制御部 1 2 b は、言い換えると、2 台のインバータ 1 1 の間で電圧位相指令 を 180° をずらせばよい。インバータ制御部 1 2 b が、インバータ 1 1 c , 1 1 d を用いて圧縮機モータ 2 2 e に拘束通電を行う場合も同様である。

30

【 0 1 1 2 】

これを電圧ベクトルの選択方法で説明すると、インバータ制御部 1 2 b は、一方のインバータ 1 1 が電圧ベクトル V_0 の電圧を出力し、他方のインバータ 1 1 が電圧ベクトル V_7 の電圧を出力するように選択する。また、インバータ制御部 1 2 b は、一方のインバータ 1 1 が電圧ベクトル V_1 の電圧を出力し、他方のインバータ 1 1 が電圧ベクトル V_6 の電圧を出力するように選択する。また、インバータ制御部 1 2 b は、一方のインバータ 1 1 が電圧ベクトル V_2 の電圧を出力し、他方のインバータ 1 1 が電圧ベクトル V_5 の電圧を出力するように選択する。また、インバータ制御部 1 2 b は、一方のインバータ 1 1 が電圧ベクトル V_3 の電圧を出力し、他方のインバータ 1 1 が電圧ベクトル V_4 の電圧を出力するように選択する。ただし、2 台のインバータ 1 1 の合成電圧は 1 台のインバータ 1 1 の出力電圧の 2 倍になるため、インバータ制御部 1 2 b は、冷媒加熱に必要な発熱量となるように電圧指令 V^* を適宜調整する。

40

【 0 1 1 3 】

50

また、インバータ制御部 1 2 b は、各圧縮機 2 の加熱量を平均化し、圧縮機 2 毎にバラツキの無い冷媒加熱を行えるように、実施の形態 1 から実施の形態 3 と同様、圧縮機モータ 2 2 d と圧縮機モータ 2 2 e との間で、直流通電および高周波通電を入れ替えて拘束通電を行うようにすればよい。

【 0 1 1 4 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、圧縮機駆動装置 1 b において、インバータ制御部 1 2 b は、圧縮機モータ 2 2 d , 2 2 e が独立巻線型モータであっても、冷媒の滞留防止のため圧縮機 2 の運転待機中に複数の圧縮機 2 を加熱して冷媒を気化させる場合、異なる拘束通電方法で複数の圧縮機 2 を同時に加熱することとした。これにより、圧縮機駆動装置 1 b は、複数の圧縮機 2 と接続する場合においても、圧縮機 2 の数の増加に伴う高周波通電によるノイズの増大を抑制してノイズに起因する自装置または他装置の誤動作を防止でき、直流通電による待機電力の増大を抑制することができる。

10

【 0 1 1 5 】

以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

【符号の説明】

【 0 1 1 6 】

1 , 1 a , 1 b 圧縮機駆動装置、2 a , 2 b 圧縮機、3 電力源、4 電圧検出部、5 電流検出部、1 1 a , 1 1 b , 1 1 c , 1 1 d インバータ、1 2 , 1 2 a , 1 2 b インバータ制御部、2 1 a , 2 1 b 圧縮機構、2 2 a , 2 2 b , 2 2 c , 2 2 d , 2 2 e 圧縮機モータ、3 0 冷凍サイクル、3 1 冷媒回路、3 2 四方弁、3 3 a , 3 3 b 熱交換器、3 4 膨張装置、1 0 0 空気調和装置。

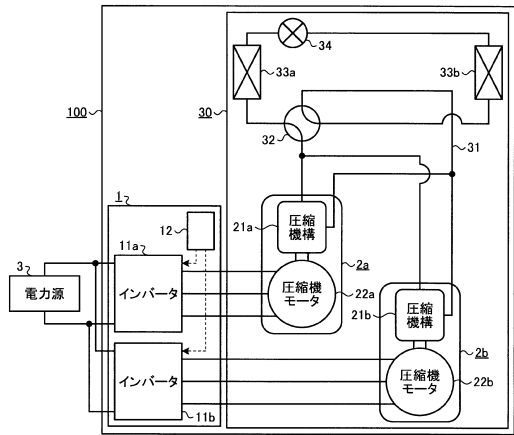
20

30

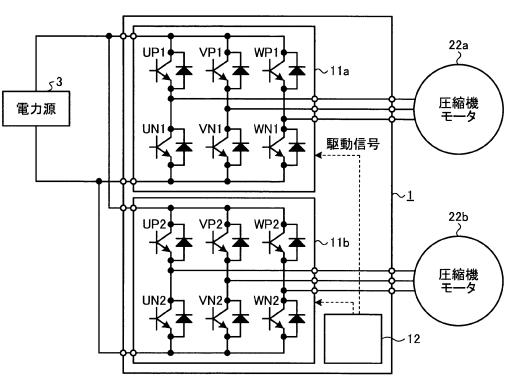
40

50

【図面】
【図 1】



【図 2】

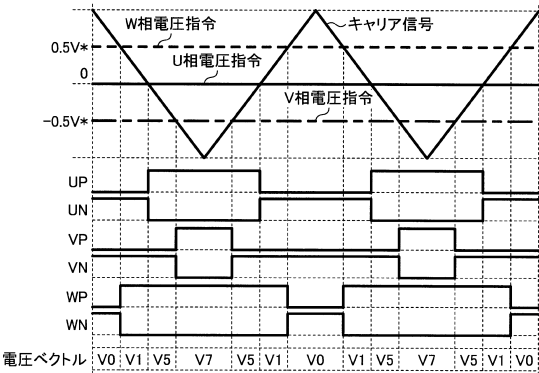


10

【図 3】

電圧ベクトル	電圧方向	UP	VP	WP	UN	VN	WN
V0	0	0	0	0	1	1	1
V1	+W	0	0	1	1	1	0
V2	+V	0	1	0	1	0	1
V3	-U	0	1	1	1	0	0
V4	+U	1	0	0	0	1	1
V5	-V	1	0	1	0	1	0
V6	-W	1	1	0	0	0	1
V7	0	1	1	1	0	0	0

【図 4】



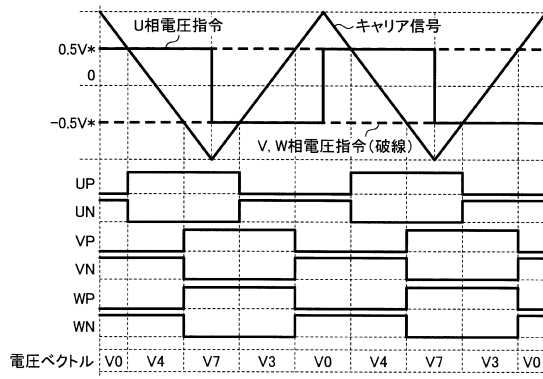
20

30

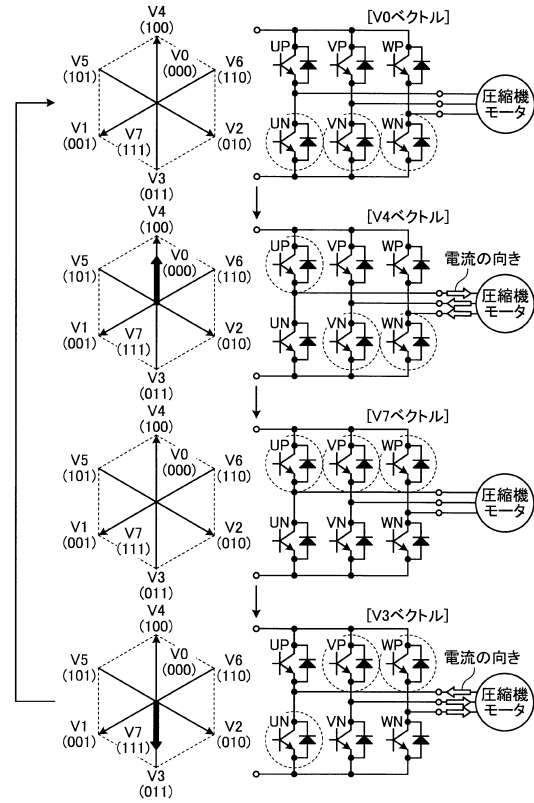
40

50

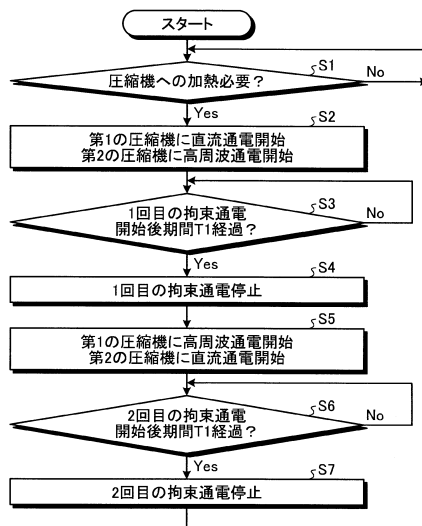
【図 5】



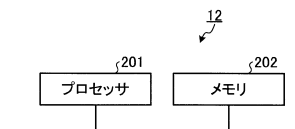
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

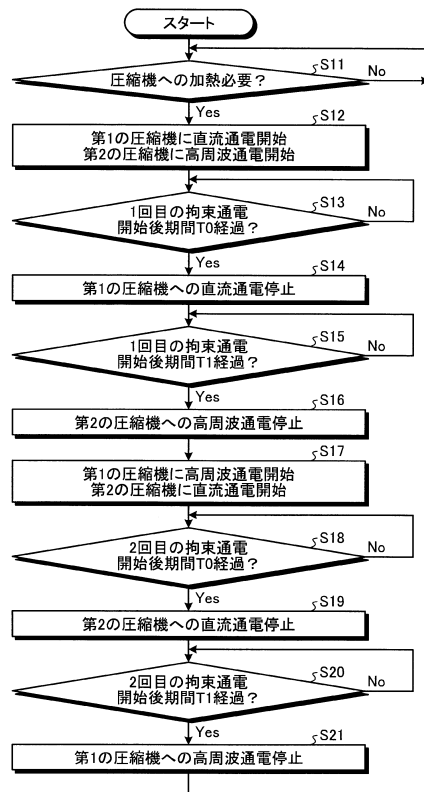
20

30

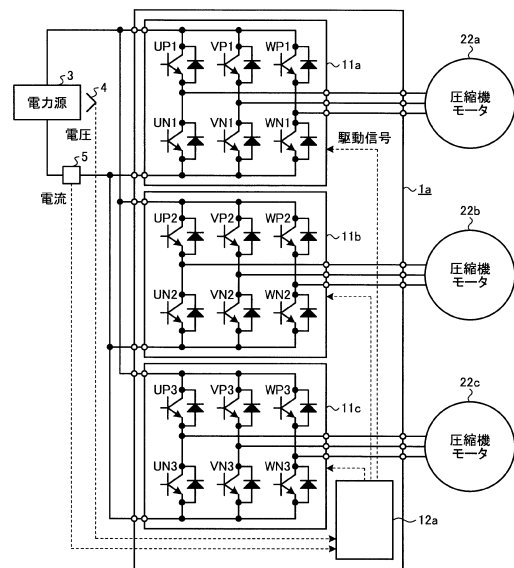
40

50

【図 9】



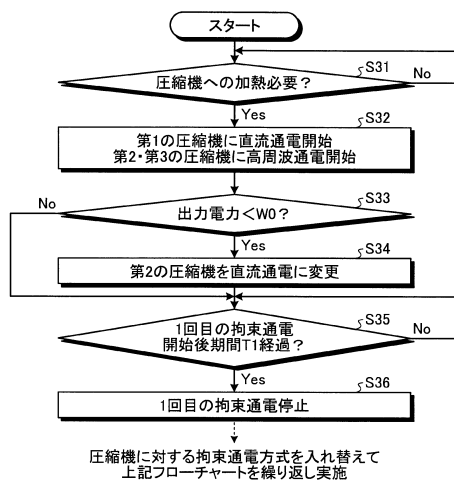
【図 10】



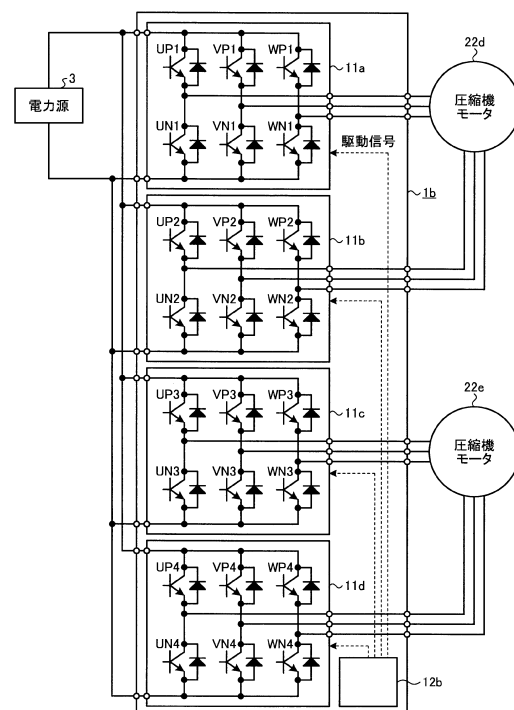
10

20

【図 11】



【図 12】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第 2 0 1 3 / 0 8 8 5 4 1 (W O , A 1)
特開平 0 6 - 1 4 7 6 5 9 (J P , A)
特開平 0 2 - 2 6 4 1 7 1 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-----------|
| F 0 4 B | 4 9 / 0 6 |
| F 0 4 B | 4 9 / 1 0 |
| F 2 5 B | 1 / 0 0 |