(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年6月10日(10.06.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/111598 A1

(51) 国際特許分類:
H02P 25/18 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/047663

(22) 国際出願日： 2019年12月5日(05.12.2019)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 東芝キヤリア株式会社(**TOSHIBA CARRIER CORPORATION**) [JP/JP]; 〒2128585 神奈川県川崎市幸区堀川町７２番地３４ Kanagawa (JP).

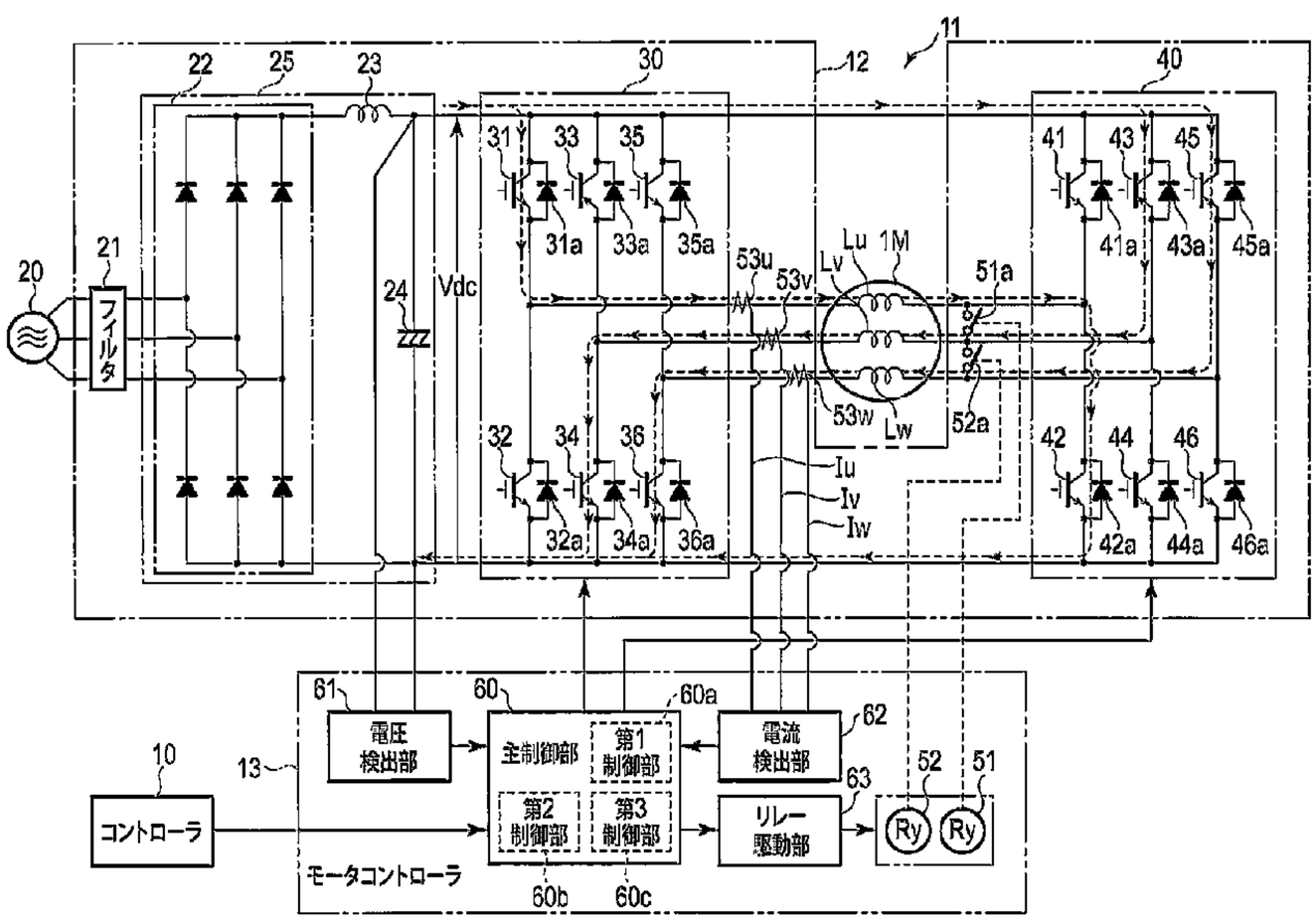
(72) 発明者: 梁瀬 裕行(**YANASE, Yuki**); 〒4168521 静岡県富士市蓼原３３６番地 東芝キヤリア株式会社内 Shizuoka (JP). 高田 鉄平(**TAKADA, Teppei**); 〒4168521 静岡県富士市蓼原３３６番地 東芝キヤリア株式会社内 Shizuoka (JP). 小中原 孝(**KONAKAHARA, Takashi**); 〒4168521 静岡県富士市蓼原３３６番地 東芝キヤリア株式会社内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人スズエ国際特許事務所(**S & S INTERNATIONAL PPC**); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目１２番９号 スズエ・アンド・スズエビル Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) **Title:** MOTOR DRIVING DEVICE AND REFRIGERATION CYCLE DEVICE

(54) 発明の名称： モータ駆動装置及び冷凍サイクル装置



10 Controller
13 Motor controller
21 Filter
60 Main control unit
60a First control unit
60b Second control unit
60c Third control unit
61 Voltage detection unit
62 Current detection unit
63 Relay drive unit

(57) **Abstract:** This motor driving device is for a motor having a plurality of phase windings which are in a non-connected state with respect to each other, and is provided with: a first inverter which controls power distribution to one ends of the phase windings; a second inverter which controls power distribution to the other ends of the phase windings; switches which are connected between the other ends of the phase windings; a current detection unit which detects an electric current flowing to the motor; and a motor controller which performs control on the opening/closing of the switches and on the switching between the first and second inverters. The motor controller prohibits the opening/closing of the switches in the case where the fluctuation range per unit time of the electric current detected by the current detection unit is equal to or greater than a threshold.

［続葉有］

WO 2021/111598 A1

MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：モータ駆動装置は、互いに非接続状態の複数の相巻線を有するモータのモータ駆動装置であって、上記各相巻線の一端への通電を制御する第１インバータと、上記各相巻線の他端への通電を制御する第２インバータと、上記各相巻線の他端の相互間に接続された開閉器と、上記モータに流れる電流を検出する電流検出部と、上記開閉器の開閉および上記第１および第２インバータのスイッチングを制御するモータコントローラと、を備える。このモータコントローラは、上記電流検出部の検出電流の単位時間当りの変動幅が閾値以上の場合に上記開閉器の開閉を禁止する。

明　細　書

発明の名称 ： モータ駆動装置及び冷凍サイクル装置

技術分野

[0001] 本発明は、互いに非接続状態の複数の相巻線を有する永久磁石同期モータいわゆるオープン巻線モータを駆動するモータ駆動装置及び冷凍サイクル装置に関する。

背景技術

[0002] 空気調和機や熱源機などの冷凍サイクル装置に搭載される圧縮機の駆動用モータとして、複数の相巻線を有する永久磁石同期モータが使用される。また、永久磁石同期モータ（ＤＣブラシレスモータともいう）の一例として、複数の相巻線を互いに非接続状態とした構成のオープン巻線モータ（Open-Windings Motor）が知られている。

[0003] このオープン巻線モータ（モータと略称する）を駆動するモータ駆動装置は、モータの各相巻線の一端への通電を制御する第１インバータ、モータの各相巻線の他端への通電を制御する第２インバータ、各相巻線の他端の相互間に接続される開閉器を備え、この開閉器の閉成により各相巻線をスター結線（星形結線ともいう）して第１インバータのみを単独でスイッチングするスター結線モード、および開閉器の開放により各相巻線を非接続状態として第１インバータおよび第２インバータを互いに連係してスイッチングするオープン巻線モードを、選択的に設定する。

[0004] オープン巻線モードでは、スター結線モード時の約２倍の高レベルの電圧を各相巻線に印加することができる。この点を考慮し、モータの回転数（速度）が閾値未満の低回転数域（低・中回転数域ともいう）では、スター結線モードを設定し、モータの回転数が目標値となるよう第１インバータの単独のスイッチングを制御する。モータの回転数が閾値以上の高回転数域では、オープン巻線モードを設定し、モータの回転数が目標値となるよう第１インバータおよび第２インバータのスイッチングを互いに連係して制御する。こ

のようにスター結線モードとオープン巻線モードを切換えることで、低回転数域から高回転数域まで幅広い回転数範囲で高効率の運転を行うことができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第４９０６８３６号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記モータ駆動装置は、モータの駆動中にスター結線モードとオープン巻線モードを切換えることが可能である。ただし、モータ電流の急変時にこの切換えが行われると、各インバータの駆動制御とモータの実際の回転とが同期しなくなるいわゆる脱調が生じるおそれがある。

[0007] オープン巻線モータを圧縮機の駆動用モータとして用いる冷凍サイクル装置たとえば空気調和機の場合、脱調が生じると、一旦運転を停止し、圧縮機を再駆動しなければならない。圧縮機の再起動には、冷凍サイクルの高低圧がバランスするまでの数分間の時間を要し、この間、空調ができなくなる。また、脱調時に大きな電流がモータ巻線に流れると回転子に設けられている永久磁石が減磁してしまうおそれもある。

[0008] 本発明の実施形態の目的は、脱調を生じることなくスター結線モードとオープン巻線モードを切換えることができる信頼性にすぐれたモータ駆動装置及び冷凍サイクル装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] 請求項１のモータ駆動装置は、互いに非接続状態の複数の相巻線を有するモータのモータ駆動装置であって、前記各相巻線の一端への通電を制御する第１インバータと、前記各相巻線の他端への通電を制御する第２インバータと、前記各相巻線の他端の相互間に接続された開閉器と、前記モータに流れる電流を検出する電流検出部と、前記開閉器の開閉および前記第１および第

２インバータのスイッチングを制御するモータコントローラと、を備える。

このモータコントローラは、前記電流検出部の検出電流の単位時間当りの変動幅が閾値以上の場合に前記開閉器の開閉を禁止する。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]一実施形態に係る冷凍サイクル装置の構成を示す図。

[図2]一実施形態の構成を示すブロック図。

[図3]一実施形態のモード選択条件を示す図。

[図4]一実施形態のモータコントローラにおける制御を示すフローチャート。

発明を実施するための形態

[0011] 一実施形態について説明する。一実施形態に係る空気調和機等の冷凍サイクル装置の構成を図１に示す。

[0012] オープン巻線モータ（Open-Windings Motor）１Ｍを駆動用モータとして有する圧縮機１の吐出口に、四方弁２を介して室外熱交換器３の一端が配管接続され、その室外熱交換器３の他端に減圧器である電動膨張弁４を介して室内熱交換器５の一端が配管接続されている。そして、室内熱交換器５の他端が上記四方弁２を介して圧縮機１の吸込口に配管接続されている。室外熱交換器３の近傍に室外ファン６が配置され、室内熱交換器５の近傍に室内ファン７が配置されている。オープン巻線モータ１Ｍのことを、以下、モータ１Ｍと略称する。

[0013] 冷房運転時は、実線矢印で示すように、圧縮機１から吐出されるガス冷媒が四方弁２を介して室外熱交換器３に流れる。室外熱交換器３に流れたガス冷媒は、外気に熱を放出して凝縮する。この室外熱交換器（凝縮器）３から流出する液冷媒は、電動膨張弁４で減圧された状態で室内熱交換器５に流れる。室内熱交換器５に流れた液冷媒は、室内空気から熱を奪って蒸発する。この室内熱交換器（蒸発器）５から流出するガス冷媒は、四方弁２を通って圧縮機１に吸い込まれる。暖房運転時は、コントローラ１０によって四方弁２の流路が切換えられることにより、破線矢印で示すように、圧縮機１から吐出されるガス冷媒が四方弁２を介して室内熱交換器５に流れる。室内熱交

換器５に流れたガス冷媒は、室内空気に熱を放出して凝縮する。この室内熱交換器（凝縮器）５から流出する液冷媒は、電動膨張弁４で減圧されて室外熱交換器３に流れる。室外熱交換器３に流れた液冷媒は、外気から熱を奪って蒸発する。この室外熱交換器（蒸発器）３から流出するガス冷媒は、四方弁２を通って圧縮機１に吸い込まれる。

[0014] コントローラ１０は、四方弁２、電動膨張弁４、室外ファン６、および室内ファン７を制御するとともに、本実施形態のモータ駆動装置１１に対して運転・停止、及び図示しない室温センサや温度設定器からの信号に基づき必要な空調能力を算出し、これを通知する。モータ駆動装置１１は、図２に示す駆動回路１２およびモータコントローラ１３を含む。

[0015] モータ１Ｍは、互いに非接続状態の複数たとえば３つの相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗを有する永久磁石同期モータ（三相ＤＣブラシレスモータ）である。相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗは、低回転数域（低・中回転数域ともいう）で効率が向上するよう、細径の銅線を高い密度で巻回して構成される。ただし、細径の相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗを用いると、モータ１Ｍの回転数（速度）の上昇に伴って相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗに誘起する電圧が早期に上昇し、その誘起電圧と後述のインバータから相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗに供給される電圧との差が早い段階で小さくなり、それ以上はモータ１Ｍの回転数を上昇させることができなくなる。そこで、モータコントローラ１３は、低回転数域では相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗをスター結線（星形結線ともいう）して後述のインバータ３０のみを単独でスイッチングするスター結線モードを設定し、高回転数域では相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗを非接続状態（オープン状態）としてインバータ３０および後述のインバータ４０を互いに連係（協調ともいう）してスイッチングすることで相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗへの印加電圧を高めて運転するオープン巻線モードを設定する。この設定により、低回転数域では1つのインバータ３０のみを使用し、インバータ４０を使用しないことでその分の損失も低減して高効率の運転を可能としながら、その低回転数域から高回転数域まで幅広い回転数範囲で高効率の運転を行うことが可能である。

[0016] ［駆動回路１２の説明］

３相交流電源２０にノイズフィルタ２１を介してダイオードブリッジの全波整流回路２２が接続され、その全波整流回路２２の出力端にリアクタ２３を介して平滑コンデンサ２４が接続されている。この全波整流回路２２、リアクタ２３、平滑コンデンサ２４により、直流電圧Ｖdcを出力する直流電源２５が構成される。

[0017] この直流電源２５の出力端とモータ１Ｍの相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗの一端との間に、相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗの一端への通電を制御するインバータ（第１インバータまたはマスタインバータともいう）３０が接続されている。直流電源２５の出力端とモータ１Ｍの相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗの他端との間に、相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗの他端への通電を制御するインバータ（第２インバータまたはスレーブインバータともいう）４０が接続されている。直流電源２５をインバータ３０，４０の共通の直流電源とする電源共通方式を採用している。

[0018] インバータ３０は、スイッチング素子たとえばＩＧＢＴ３１，３２を直列接続し、そのＩＧＢＴ３１，３２の相互接続点がオープン巻線モータ１Ｍの相巻線Ｌｕの一端に接続されるＵ相直列回路、ＩＧＢＴ３３，３４を直列接続し、そのＩＧＢＴ３３，３４の相互接続点がオープン巻線モータ１Ｍの相巻線Ｌｖの一端に接続されるＶ相直列回路、ＩＧＢＴ３５，３６を直列接続し、そのＩＧＢＴ３５，３６の相互接続点がオープン巻線モータ１Ｍの相巻線Ｌｗの一端に接続されるW相直列回路を含み、直流電源２５の正側出力端から相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗの一端への通電および相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗの一端から直流電源２５の負側出力端への通電をＩＧＢＴ３１～３６のスイッチングにより制御する。ＩＧＢＴ３１～３６には、回生用ダイオード（フリー・ホイール・ダイオードともいう）３１ａ～３６ａが逆並列接続されている。

[0019] インバータ４０は、ＩＧＢＴ４１，４２を直列接続し、そのＩＧＢＴ４１，４２の相互接続点がオープン巻線モータ１Ｍの相巻線Ｌｕの他端に接続さ

れるＵ相直列回路、ＩＧＢＴ４３，４４を直列接続し、そのＩＧＢＴ４３，４４の相互接続点がモータ１Ｍの相巻線Ｌｖの他端に接続されるＶ相直列回路、ＩＧＢＴ４５，４６を直列接続し、そのＩＧＢＴ４５，４６の相互接続点がオープン巻線モータ１Ｍの相巻線Ｌｗの他端に接続されるW相直列回路を互いに並列接続し、直流電源２５の正側出力端から相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗの他端への通電および相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗの他端から直流電源２５の負側出力端への通電をＩＧＢＴ４１～４６のスイッチングにより制御する。ＩＧＢＴ４１～４６には、回生用ダイオード（フリー・ホイール・ダイオードともいう）４１ａ～４６ａが逆並列接続されている。

[0020] なお、インバータ３０は、実際には、Ｕ相・Ｖ相・W相の上記３つの直列回路を互いに並列接続してなる主回路と、この主回路のＩＧＢＴ３１～３６を駆動する駆動回路などの周辺回路とを、単一のパッケージに収納したモジュールいわゆるＩＰＭ（Intelligent Power Module）である。インバータ４０も、同様の構成のＩＰＭが使用される。

[0021] モータ１Ｍの相巻線Ｌｕの他端と相巻線Ｌｖの他端との相互間に、開閉器たとえばリレー５１の常開形接点（リレー接点という）５１ａが接続されている。モータ１Ｍの相巻線Ｌｖの他端と相巻線Ｌｗの他端との相互間に、開閉器たとえばリレー５２の常開形接点（リレー接点という）５２ａが接続されている。リレー５１，５２は、モータコントローラ１３により、互いに同期した状態で付勢と消勢が制御される。リレー接点５１ａ，５２ａが閉成すると、相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗの他端が相互接続されて相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗがスター結線状態となる。相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗの他端の相互接続点がスター結線の中性点となる。リレー接点５１ａ，５２ａが開放すると、相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗが非接続状態つまり電気的に分離したオープン巻線状態となる。

[0022] インバータ３０と相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗの一端との間の３つの通電ラインに電流センサ５３ｕ，５３ｖ，５３ｗが配置され、これら電流センサ５３ｕ，５３ｖ，５３ｗの出力信号がモータコントローラ１３に送られる。モー

タコントローラ１３は、コントローラ１０からの指令に応じてインバータ３０及びインバータ４０を制御するもので、制御の中枢となる主制御部６０、電圧検出部６１、電流検出部６２、リレー駆動部６３、リレー５１，５２などを含む。電圧検出部６１は、直流電源２５の出力電圧（インバータ３０，４０への入力電圧）Ｖdcを検出する。電流検出部６２は、モータ１Ｍの相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗに流れる電流（モータ電流という）Ｉｕ，Ｉｖ，Ｉｗを電流センサ５３，５３ｖ，５３ｗの出力信号に基づき検出する。リレー駆動部６３は、主制御部６０からの指令に応じてリレー５１，５２を付勢および消勢する。

[0023] 主制御部６０は、マイクロコンピュータおよびその周辺回路により構成され、コントローラ１０からの指令、電圧検出部６１および電流検出部６２の検出結果などに応じてリレー接点５１ａ，５２ａの開閉およびインバータ３０，４０のスイッチングを制御するもので、第１制御部６０ａ、第２制御部６０ｂ、第３制御部６０ｃを含む。

[0024] 第１制御部６０ａは、コントローラ１０から通知される空調能力、すなわち冷凍サイクル装置としての要求能力に応じてモータ１Ｍの目標回転数（目標速度）Ｎｔを設定するとともに、電流検出部６２で検出されるモータ電流Ｉｕ，Ｉｖ，Ｉｗからモータ１Ｍの回転数（速度）Ｎを推定し、推定した回転数Ｎが目標回転数Ｎｔとなるよう、スター結線モード時はインバータ３０の単独のスイッチングを制御し、オープン巻線モード時はインバータ３０，４０のスイッチングを互いに連携して制御する。なお、冷凍サイクルの能力は、モータ１Ｍの回転数に比例するため、要求能力に対するモータ１Ｍの目標回転数Ｎｔは、略比例関係にある。

[0025] 第２制御部６０ｂは、リレー接点５１ａ，５２ａの閉成により相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗをスター結線してインバータ３０のみを単独でスイッチングするスター結線モード、およびリレー接点５１ａ，５２ａの開放により相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗを非接続状態としてインバータ３０，４０を互いに連係（協調）してスイッチングするオープン巻線モードを、第１制御部６０ａで推

定される回転数Ｎおよび内部メモリに記憶している図３のモード選択条件を参照することで選択的に設定する。なお、図３の縦軸は冷凍サイクルの効率を示す。

[0026] モード選択条件は、回転数Ｎの上昇方向の変化に際し、回転数Ｎが第２閾値Ｎ２未満の低回転数域に存する場合に冷凍サイクル効率の高いスター結線モードを指定し、回転数Ｎが第２閾値Ｎ２以上の高回転数域に存する場合に冷凍サイクル効率の高いオープン巻線モードを指定する。さらに、モード選択条件は、回転数Ｎの下降方向の変化に際し、回転数Ｎが第１閾値Ｎ１（＜Ｎ２）超の高回転数域に存する場合にオープン巻線モードを指定し、回転数Ｎが閾値Ｎ１以下の低回転数域に存する場合にスター結線モードを指定することでヒステリシスを設けている。これによって回転数可変幅の全体にわたって高効率な運転が可能になるとともに、頻繁なモード変更を防止している。

[0027] 第３制御部６０ｃは、モータ電流Ｉｕ，Ｉｖ，Ｉｗのピーク値のそれぞれ単位時間(１秒から数秒単位)当りの変動幅ΔＩｕ，ΔＩｖ，ΔＩｗを検出し、その変動幅ΔＩｕ，ΔＩｖ，ΔＩｗのいずれかが設定値ΔＩｓ（例えば１Ａ）以上の場合、または第１制御部６０ａで推定される回転数Ｎの単位時間当りの変動幅ΔＮを検出し、その変動幅ΔＮが設定値ΔＮｓ（例えば１rps）以上の場合、または電圧検出部６１で検出されるインバータ３０，４０への入力電圧Ｖdcの単位時間当りの変動幅ΔＶを検出し、その変動幅ΔＶが設定値ΔＶｓ（例えば１０Ｖ）以上の場合、第２制御部６０ｂによるリレー接点５１ａ，５２ａの開閉を禁止する。

[0028] つぎに、モータコントローラ１３が実行する制御を図４のフローチャートを参照しながら説明する。フローチャート中のステップS1，S2…については単にS1，S2…と略称する。

[0029] ［スター結線モードからオープン巻線モードへの切換え］

コントローラ１０から運転開始指令を受けた場合（S1のYES）、モータコントローラ１３は、リレー接点５１ａ，５２ａを閉成して相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，

Ｌｗの他端を相互接続しかつインバータ３０を単独でスイッチングするスター結線モードを設定する（S2）。この設定に伴い、モータコントローラ１３は、コントローラ１０から通知される空調負荷に応じてモータ１Ｍの目標回転数（目標速度）Ｎｔを設定し、かつ電流検出部６２で検出されるモータ電流Ｉｕ，Ｉｖ，Ｉｗからモータ１Ｍの回転数（速度）Ｎを推定し、推定した回転数Ｎが目標回転数Ｎｔとなるようインバータ３０のスイッチングをＰＷＭ制御（パルス幅変調制御）する（S3）。

[0030] このＰＷＭ制御に伴い、モータコントローラ１３は、モータ電流Ｉｕ，Ｉｖ，Ｉｗのそれぞれ単位時間当りの変動幅ΔＩｕ，ΔＩｖ，ΔＩｗ、モータ１Ｍの回転数（推定回転数）Ｎの単位時間当りの変動幅ΔＮ、インバータ３０，４０への入力電圧Ｖdcの単位時間当りの変動幅ΔＶを検出する（S4）。

[0031] 続いて、モータコントローラ１３は、モータ１Ｍの回転数Ｎが上昇方向に変化して閾値Ｎ２に達したか否かを監視する（S5）。回転数Ｎが閾値Ｎ２まで上昇していれば（S5のYES）、モータコントローラ１３は、上記検出した変動幅ΔＩｕ，ΔＩｖ，ΔＩｗが設定値ΔＩｓ未満であること（つまりモータ電流Ｉｕ，Ｉｖ，Ｉｗの急変がないこと）、上記検出した変動幅ΔＮが設定値ΔＮｓ未満であること（つまり回転数Ｎの急変がないこと）、上記検出した変動幅ΔＶが設定値ΔＶｓ未満であること（つまり入力電圧Ｖdcの急変がないこと）のすべてが満たされることを条件に（S6のYES）、リレー接点５１ａ，５２ａを開放してオープン巻線モードを設定する（S7）。モータ電流Ｉｕ，Ｉｖ，Ｉｗや回転数Ｎの急変は、空調負荷の変動など応じて生じる。入力電圧Ｖdcの急変は、３相交流電源２０の瞬時停電やサグ（Sag；一時低下）などに応じて生じる。

[0032] このオープン巻線モードの設定に伴い、モータコントローラ１３は、コントローラ１０からの運転停止指令がなければ（S8のNO）、上記S3に移行し、回転数Ｎが目標回転数Ｎｔとなるよう、インバータ３０，４０を制御する（S3）。運転停止指令があれば（S8のYES）、モータコントローラ１３は、リレー５１，５２を消勢するとともにインバータ３０，４０を停止する（S12）。

[0033] オープン巻線モードが設定された場合の電流経路の一部を図２に破線で示している。まず、インバータ３０におけるＩＧＢＴ３１がオンしてインバータ４０におけるＩＧＢＴ４２がオン，オフを繰返すとともに、インバータ４０におけるＩＧＢＴ４３，４５が共にオンしてインバータ３０におけるＩＧＢＴ３４，３６が互いに同期してオン，オフを繰返す。これにより、破線矢印で示すように、直流電源２５の正側出力端からＩＧＢＴ３１を通って相巻線Ｌｕに電流が流れ、その相巻線Ｌｕを経た電流がＩＧＢＴ４２を通って直流電源２５の負側出力端に流れるとともに、直流電源２５の正側出力端からＩＧＢＴ４３，４５を通って相巻線Ｌｖ，Ｌｗに電流が流れ、その相巻線Ｌｖ，Ｌｗを経た電流がＩＧＢＴ３４，３６を通って直流電源２５の負側出力端に流れる。次に、インバータ３０におけるＩＧＢＴ３３がオンしてインバータ４０におけるＩＧＢＴ４４がオン，オフを繰返すとともに、インバータ４０におけるＩＧＢＴ４１，４５が共にオンしてインバータ３０におけるＩＧＢＴ３２，３６が互いに同期してオン，オフを繰返す。これにより、直流電源２５の正側出力端からＩＧＢＴ３３を通って相巻線Ｌｖに電流が流れ、その相巻線Ｌｖを経た電流がＩＧＢＴ４４を通って直流電源２５の負側出力端に流れるとともに、直流電源２５の正側出力端からＩＧＢＴ４１，４５を通って相巻線Ｌｕ，Ｌｗに電流が流れ、その相巻線Ｌｕ，Ｌｗを経た電流がＩＧＢＴ３２，３６を通って直流電源２５の負側出力端に流れる。次に、インバータ３０におけるＩＧＢＴ３５がオンしてインバータ４０におけるＩＧＢＴ４６がオン，オフを繰返すとともに、インバータ４０におけるＩＧＢＴ４１，４３が共にオンしてインバータ３０におけるＩＧＢＴ３２，３４が互いに同期してオン，オフを繰返す。これにより、直流電源２５の正側出力端からＩＧＢＴ３５を通って相巻線Ｌｗに電流が流れ、その相巻線Ｌｗを経た電流がＩＧＢＴ４６を通って直流電源２５の負側出力端に流れるとともに、直流電源２５の正側出力端からＩＧＢＴ４１，４３を通って相巻線Ｌｕ，Ｌｖに電流が流れ、その相巻線Ｌｕ，Ｌｖを経た電流がＩＧＢＴ３２，３４を通って直流電源２５の負側出力端に流れる。これら３パターンの電流経路が

順に切換わることにより、モータ１Ｍのロータが回転する。

[0034] このオープン巻線モードの設定により、スター結線モード時の約√３倍の電圧を相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗに印加することができ、モータ１Ｍおける逆起電力に打ち勝ってモータ１Ｍを高回転で運転することが可能となる。空気調和機の運転開始時は空調負荷が大きいので、モータ１Ｍの高回転数運転が必要な状況にあることが多い。このため、空気調和機の運転開始時は、スター結線モードからオープン巻線モードに切換わる流れとなる。

[0035] ただし、モータ１Ｍの回転数Ｎが上昇方向に変化して閾値Ｎ２に達した際に（S5のYES）、上記S4で検出した変動幅ΔＩｕ，ΔＩｖ，ΔＩｗのいずれかが設定値ΔＩｓ以上の場合（S6のNO）、または上記S4で検出した変動幅ΔＮが設定値ΔＮｓ以上の場合（S6のNO）、または上記S4で検出した変動幅ΔＶが設定値ΔＶｓ以上の場合（S6のNO）、モータコントローラ１３は、リレー接点５１ａ，５２ａの開放によるオープン巻線モードの設定を禁止するべく、上記S7の処理を迂回してコントローラ１０からの運転停止指令を監視する（S8）。コントローラ１０からの運転停止指令がなければ（S8のNO）、上記S3に戻り、スター結線モードの設定を維持したまま、回転数Ｎが目標回転数Ｎｔとなるようインバータ３０を制御する（S3）。

[0036] この制御に伴い、モータコントローラ１３は、モータ電流Ｉｕ，Ｉｖ，Ｉｗのそれぞれ単位時間当りの変動幅ΔＩｕ，ΔＩｖ，ΔＩｗ、モータ１Ｍの回転数（推定回転数）Ｎの単位時間当りの変動幅ΔＮ、インバータ３０，４０への入力電圧Ｖdcの単位時間当りの変動幅ΔＶを再び検出する（S4）。

[0037] 続いて、モータコントローラ１３は、モータ１Ｍの回転数Ｎが上昇方向に変化して閾値Ｎ２に達したか否かを再び監視する（S5）。回転数Ｎが閾値Ｎ２まで上昇していれば（S5のYES）、モータコントローラ１３は、上記再検出した変動幅ΔＩｕ，ΔＩｖ，ΔＩｗが設定値ΔＩｓ未満であること、上記再検出した変動幅ΔＮが設定値ΔＮｓ未満であること、上記再検出した変動幅ΔＶが設定値ΔＶｓ未満であることを条件に（S6のYES）、リレー接点５１ａ，５２ａを開放してオープン巻線モードを設定する（S7）。

[0038] ［オープン巻線モードからスター結線モードへの切換え］

回転数Ｎが下降方向に変化して閾値Ｎ１に達した場合（S5のNO，S9のYES）、モータコントローラ１３は、上記S4で検出した変動幅Δｌｕ，Δｌｖ，Δｌｗが設定値Δｌｓ未満であること（つまりモータ電流ｌｕ，ｌｖ，ｌｗの急変がないこと）、上記S4で検出した変動幅ΔＮが設定値ΔＮｓ未満であること（つまり回転数Ｎの急変がないこと）、上記S4で検出した変動幅ΔＶが設定値ΔＶｓ未満であること（つまり入力電圧Ｖdcの急変がないこと）を条件に（S10のYES）、リレー接点５１ａ，５２ａを閉成してスター結線モードを設定する（S11）。

[0039] このスター結線モードの設定に伴い、モータコントローラ１３は、コントローラ１０からの運転停止指令がなければ（S8のNO）、上記S3に移行し、回転数Ｎが目標回転数Ｎｔとなるよう、インバータ３０を制御する（S3）。このスター結線モードの設定により、低回転数運転に対応する低レベルの電圧を相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗに印加することができる。

[0040] ただし、モータ１Ｍの回転数Ｎが下降方向に変化して閾値Ｎ１に達した際に（S5のNO，S9のNO）、上記S4で検出した変動幅Δｌｕ，Δｌｖ，Δｌｗのいずれかが設定値Δｌｓ以上の場合（S10のNO）、または上記S4で検出した変動幅ΔＮが設定値ΔＮｓ以上の場合（S10のNO）、または上記S4で検出した変動幅ΔＶが設定値ΔＶｓ以上の場合（S10のNO）、モータコントローラ１３は、リレー接点５１ａ，５２ａの閉成によるスター結線モードの設定を禁止するべく、上記S11の処理を迂回してコントローラ１０からの運転停止指令を監視する（S8）。コントローラ１０からの運転停止指令がなければ（S8のNO）、上記S3に戻り、オープン巻線モードの設定を維持したまま、回転数Ｎが目標回転数Ｎｔとなるようインバータ３０、４０を制御する（S3）。

[0041] この制御に伴い、モータコントローラ１３は、モータ電流ｌｕ，ｌｖ，ｌｗのそれぞれ単位時間当りの変動幅Δｌｕ，Δｌｖ，Δｌｗ、モータ１Ｍの回転数（推定回転数）Ｎの単位時間当りの変動幅ΔＮ、インバータ３０，４０への入力電圧Ｖdcの単位時間当りの変動幅ΔＶを再び検出する（S4）。

[0042] 続いて、モータコントローラ１３は、モータ１Ｍの回転数Ｎが下降方向に変化して閾値Ｎ１に達したかいなかを再び監視する（S5のNO，S9）。回転数Ｎが閾値Ｎ１まで下降していれば（S9のYES）、モータコントローラ１３は、上記再検出した変動幅ΔＩｕ，ΔＩｖ，ΔＩｗが設定値ΔＩｓ未満であること、上記再検出した変動幅ΔＮが設定値ΔＮｓ未満であること、上記再検出した変動幅ΔＶが設定値ΔＶｓ未満であることを条件に（S10のYES）、リレー接点５１ａ，５２ａを閉成してスター結線モードを設定する（S11）。

[0043] なお、モータコントローラ１３は、スター結線モードとオープン巻線モードの相互の切換えに際し、リレー接点５１ａ，５２ａに電流が流れないようにインバータ３０，４０のスイッチングパターンを適切に制御した状態でリレー接点５１ａ，５２ａを開閉する。リレー接点５１ａ，５２ａに電流が流れない状態でリレー接点５１ａ，５２ａを開閉することにより、リレー接点５１ａ，５２ａにおける火花の発生等を防ぐことができ、ひいてはリレー接点５１ａ，５２ａの溶着等の故障を回避できる。

[0044] ［まとめ］

以上のように、モータ電流Ｉｕ，Ｉｖ，Ｉｗ、回転数Ｎ、入力電圧Ｖdcのいずれかの急変に際してリレー接点５１ａ，５２ａの開閉を禁止し、モータ電流Ｉｕ，Ｉｖ，Ｉｗ、回転数Ｎ、入力電圧Ｖdcのいずれにも急変がない場合にリレー接点５１ａ，５２ａの開閉を許容することにより、インバータ３０，４０の駆動制御とモータ１Ｍの実際の回転とが同期しなくなるいわゆる脱調が生じない。脱調によるモータ１Ｍの不要な停止を生じることなく、ひいては圧縮機１の運転の不要な停止を生じることなく、スター結線モードとオープン巻線モードを切換えることができる

［変形例］

上記実施形態では、開閉器がリレー接点５１ａ，５２ａである場合を例に説明したが、半導体スイッチを開閉器として用いてもよい。

[0045] また、モータ電流を検出する電流検出部６２として電流センサ５３ｕ，５３ｖ，５３ｗを用いて各相巻線に流れる電流Ｉｕ，Ｉｖ，Ｉｗを検出したが、

この内の１つの電流センサたとえば電流センサ５３ｗを除去し、その代わりに相巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗに流れる電流Ｉｕ，Ｉｖ，Ｉｗの合算値を検出する単一の電流センサ(カレントトランス)を設け、除去した電流センサ５３ｗが設けられていた相巻線Ｌｗに流れる電流Ｉｗについては、残りの電流センサ５３ｕ，５３ｖの検知電流と上記単一の電流センサの検知電流とを用いる計算により検出する構成としてもよい。さらに、直流電源２５の直流部にシャント抵抗などの単一の直流電流センサを設け、この直流電流センサをモータ電流検出用の電流検出部６２としてもよい。また、モータ電流の変動幅をピーク値の変動としたが、実効値等の変動としてもよい。要は大きな負荷変動の発生を検出できればよい

また、モータ電流を検出する電流検出部６２として電流センサ５３ｕ，５３ｖ，５３ｗを用いて各相巻線に流れる電流Ｉｕ，Ｉｖ，Ｉｗを検出したが、直流電源２５の直流部にシャント抵抗などの単一の直流電流センサを設け、これによりモータ電流を検出する電流検出部６２としてもよい。

[0046] なお、上記実施形態では、回転数Ｎの急変を検出してスター結線モードとオープン巻線モードの切換えを禁止したが、モータコントローラ１３がオープン巻線モードとスター結線モードとの相互切換え時に予めモータ１Ｍの回転数変更を禁止するようにした場合には、回転数の変動は発生しないため、回転数Ｎの変化は負荷急変の判断要素から除外してもよい。

[0047] 上記実施形態では、オープン巻線モータの用途が圧縮機の駆動用モータである場合を例に説明したが、他の用途に用いるオープン巻線モータについても同様に実施できる。

[0048] 上記実施形態では、インバータ３０，４０を同じ直流電源２５に接続する電源共通方式を採用したが、インバータ３０，４０を別々の直流電源に接続する電源絶縁方式においても、同様に実施できる。

[0049] その他、上記各実施形態および変形例は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。この新規な各実施形態および変形例は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨

を逸脱しない範囲で、種々の省略、書き換え、変更を行うことができる。これら実施形態や変形は、発明の範囲は要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

符号の説明

[0050] １…圧縮機、１Ｍ…オープン巻線モータ、Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗ…相巻線、２…四方弁、３…室外熱交換器、４…電動膨張弁、５…室内熱交換器、１０…コントローラ、１１…モータ駆動装置、１２…駆動回路、１３…モータコントローラ、２０…３相交流電源、２５…直流電源、３０…インバータ（第１インバータ）、４０…インバータ（第２インバータ）、５１，５２…リレー、５１ａ，５２ａ…リレー接点、６０…主制御部、６１…電圧検出部、６２…電流検出部、６３…リレー駆動部

請求の範囲

[請求項1] 互いに非接続状態の複数の相巻線を有するモータのモータ駆動装置であって、

前記各相巻線の一端への通電を制御する第１インバータと、

前記各相巻線の他端への通電を制御する第２インバータと、

前記各相巻線の他端の相互間に接続された開閉器と、

前記モータに流れる電流を検出する電流検出部と、

前記開閉器の開閉および前記第１および第２インバータのスイッチングを制御するモータコントローラと、

を備え、

前記モータコントローラは、前記電流検出部の検出電流の単位時間当りの変動幅が閾値以上の場合に前記開閉器の開閉を禁止する、

ことを特徴とするモータ駆動装置。

[請求項2] さらに、前記第１および第２インバータへの入力電圧を検出する電圧検出部を備え、

前記モータコントローラは、前記電流検出部の検出電流の単位時間当りの変動幅が設定値以上の場合、または前記電圧検出部の検出電圧の単位時間当りの変動幅が設定値以上の場合に、前記開閉器の開閉を禁止する、

ことを特徴とする請求項１に記載のモータ駆動装置。

[請求項3] さらに、前記第１および第２インバータへの入力電圧を検出する電圧検出部を備え、

前記モータコントローラは、前記電流検出部の検出電流の単位時間当りの変動幅が設定値以上の場合、または前記モータの回転数の単位時間当りの変動幅が設定値以上の場合、または前記電圧検出部の検出電圧の単位時間当りの変動幅が設定値以上の場合に、前記開閉器の開閉を禁止する、

ことを特徴とする請求項１に記載のモータ駆動装置。

[請求項4] 前記モータコントローラは、前記開閉器の閉成により前記各相巻線の他端を相互接続して前記第１インバータを単独でスイッチングするスター結線モード、および前記開閉器の開放により前記各相巻線の他端を非接続状態として前記第１および第２インバータを互いに連係してスイッチングするオープン巻線モードを、選択的に設定する

ことを特徴とする請求項１に記載のモータ駆動装置。

[請求項5] 前記モータコントローラは、前記モータを低回転数域で駆動する場合に前記スター結線モードを設定し、前記モータを高回転数域で駆動する場合に前記オープン巻線モードを設定する、

ことを特徴とする請求項４に記載のモータ駆動装置。

[請求項6] 前記モータコントローラは、

前記モータの回転数の上昇に際し、その回転数が第２閾値未満の回転数域に存する場合に前記スター結線モードを設定し、前記回転数が前記第２閾値以上の回転数域に存する場合に前記オープン巻線モードを設定する、

前記モータの回転数の下降に際し、その回転数が第１閾値（＜前記第２閾値）超の回転数域に存する場合に前記オープン巻線モードを設定し、前記回転数が前記第１閾値以下の回転数域に存する場合に前記スター結線モードを設定する、

ことを特徴とする請求項４に記載のモータ駆動装置。

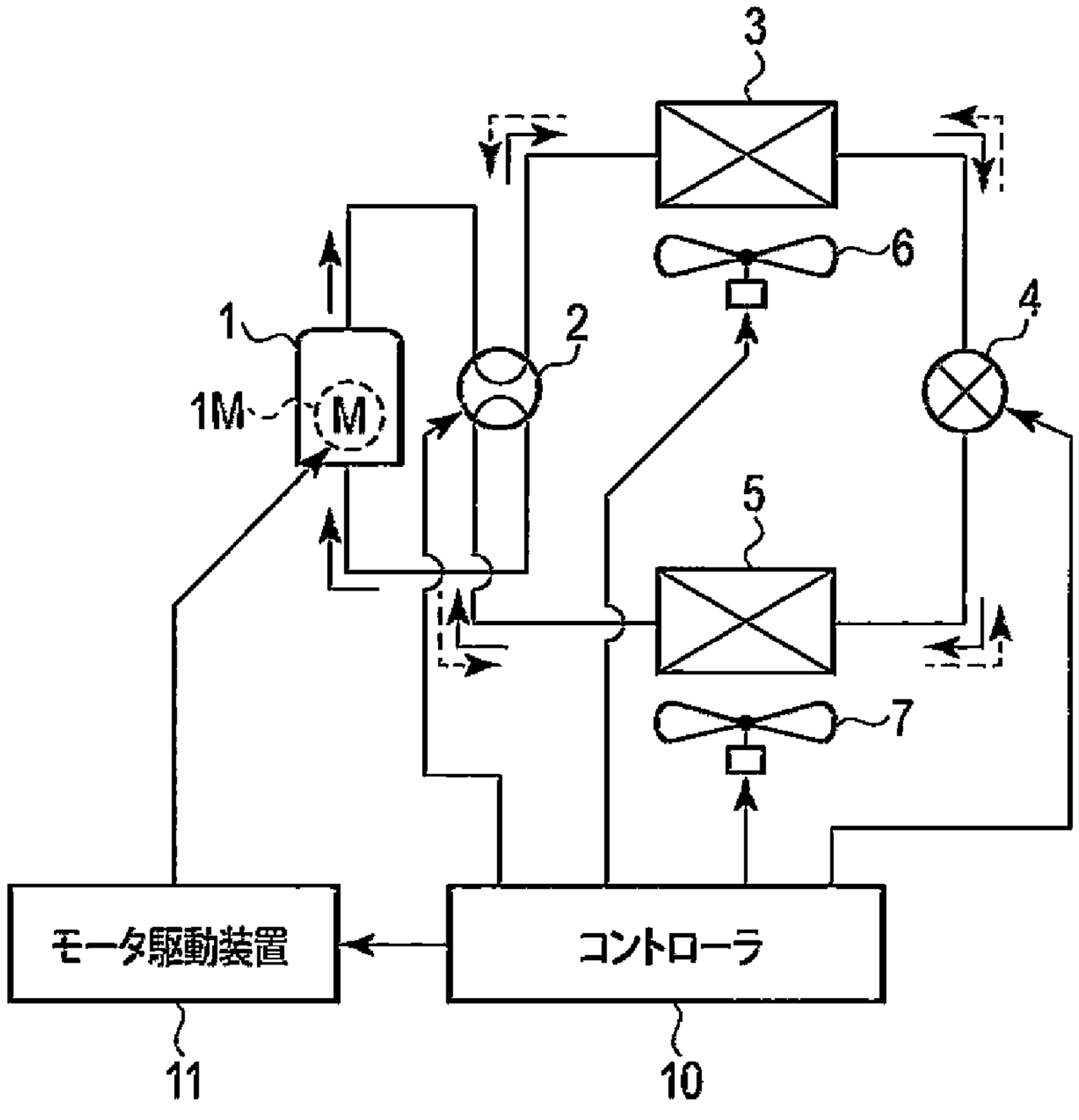
[請求項7] 請求項１に記載のモータ駆動装置を備えた冷凍サイクル装置であって、

前記モータを駆動用モータとして有し、冷媒を吸込んで圧縮し吐出する圧縮機と、

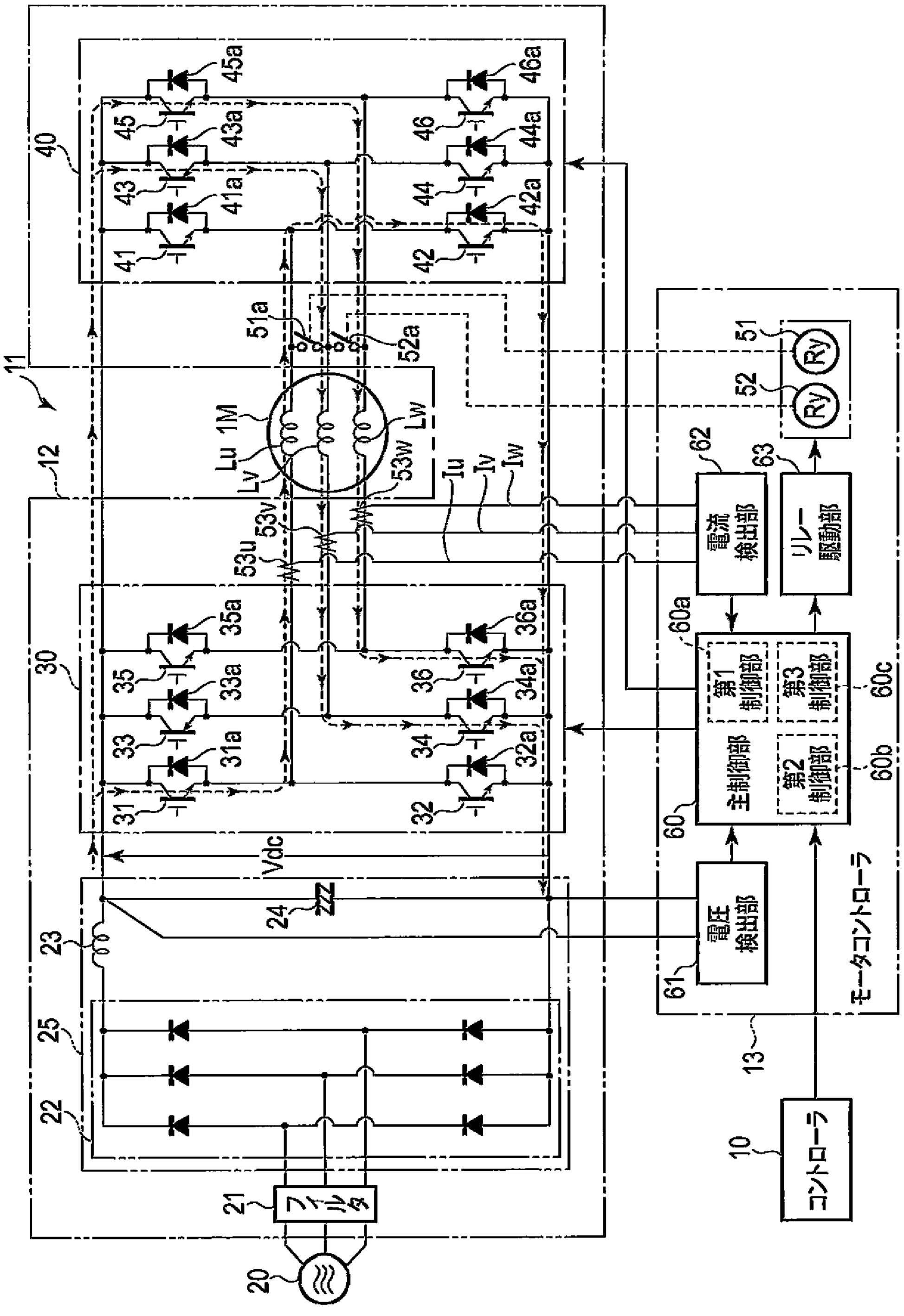
前記圧縮機から吐出される前記冷媒を四方弁、凝縮器、減圧器、蒸発器に通して前記圧縮機に戻すヒートポンプ式冷凍サイクルと、

を備えることを特徴とする冷凍サイクル装置。

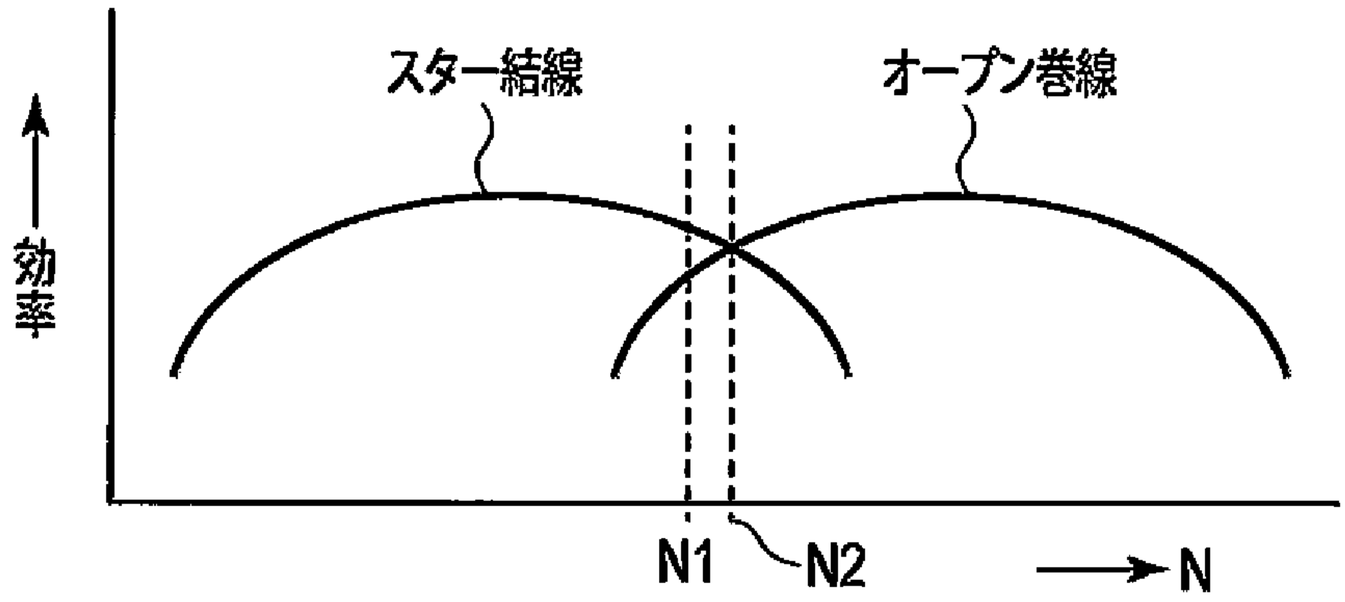
[図1]



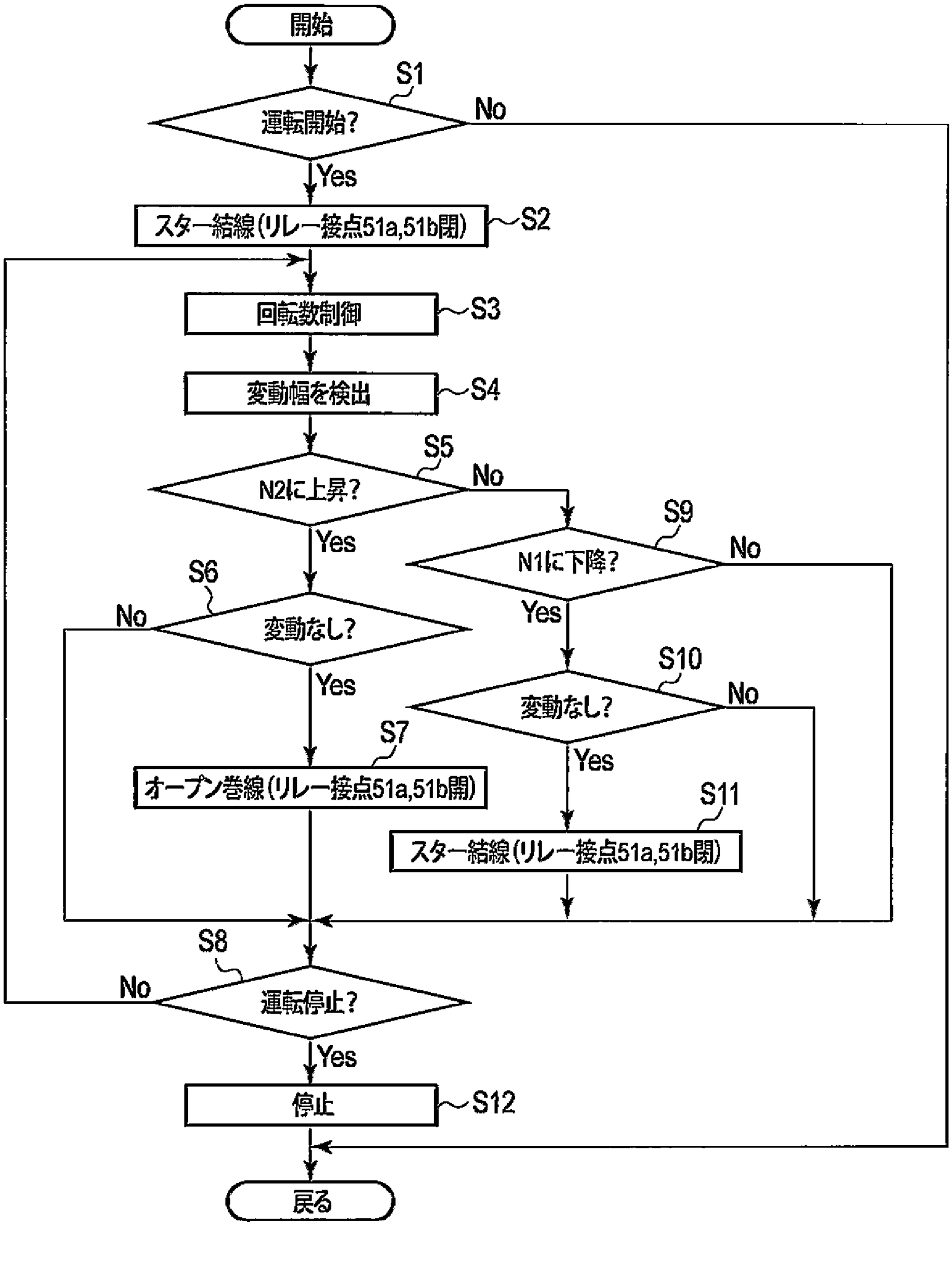
[図2]


40
45a
45
43a
43
41a
41
46a
46
44a
44
42a
42
51a
52a
11
12
1M
Lu
Lv
Lw
53w
53v
53u
Iu
Iv
Iw
51
52
Ry
62
63
電流検出部
リレー駆動部
35a
35
33a
33
31a
31
36a
36
34a
34
32a
32
30
60a
第1制御部
第3制御部
第2制御部
主制御部
60
60c
60b
Vdc
24
23
25
22
61
電圧検出部
モータコントローラ
13
21
インバータ
20
10
コントローラ

[図3]



[図4]


開始
S1
運転開始?
No
Yes
スター結線(リレー接点51a,51b閉)
S2
回転数制御
S3
変動幅を検出
S4
S5
N2に上昇?
No
Yes
S9
N1に下降?
No
Yes
S6
No
変動なし?
Yes
S10
変動なし?
No
Yes
S7
オープン巻線(リレー接点51a,51b開)
S11
スター結線(リレー接点51a,51b閉)
S8
No
運転停止?
Yes
停止
S12
戻る

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/047663

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02P 25/18(2006.01)i
FI: H02P25/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02P25/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2019/186631 A1 (TOSHIBA CARRIER CORPORATION) 03.10.2019 (2019-10-03) paragraphs [0005]-[0006], [0011], [0018]-[0025], [0053]-[0055], fig. 1-5	1-7
Y	JP 6-225588 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 12.08.1994 (1994-08-12) paragraphs [0009], [0025]-[0042], fig. 1, 3	1-7
A	JP 2008-22665 A (SHARP CORP.) 31.01.2008 (2008-01-31) paragraphs [0008], [0046], [0053]	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
17 January 2020 (17.01.2020)	28 January 2020 (28.01.2020)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2019/047663

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2019/186631 A1	03 Oct. 2019	(Family: none)	
JP 6-225588 A	12 Aug. 1994	(Family: none)	
JP 2008-22665 A	31 Jan. 2008	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2019/047663

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H02P 25/18(2006.01)i
FI: H02P25/18

B.　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

H02P25/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報　１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報　１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報　１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報　１９９４－２０２０年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	WO 2019/186631 A1 (東芝キヤリア株式会社) 03.10.2019 (2019-10-03) 段落［０００５］－［０００６］，［００１１］，［００１８］－［００２５］，［００５３］－［００５５］，図１－５	１－７
Y	JP 6-225588 A (トヨタ自動車株式会社) 12.08.1994 (1994-08-12) 段落［０００９］，［００２５］－［００４２］，図１，３	１－７
A	JP 2008-22665 A (シャープ株式会社) 31.01.2008 (2008-01-31) 段落［０００８］，［００４６］，［００５３］	１－７

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

*　引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
17.01.2020	28.01.2020

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
上野　力　3V 3748

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2019/047663

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2019/186631	A1	03.10.2019	（ファミリーなし）	
JP	6-225588	A	12.08.1994	（ファミリーなし）	
JP	2008-22665	A	31.01.2008	（ファミリーなし）	