

(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9月16日(16.09.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/181639 A1

(51) 国際特許分類:
H02P 25/18 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/010955

(22) 国際出願日: 2020年3月12日(12.03.2020)

(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: 東芝キャリア株式会社 (TOSHIBA CARRIER CORPORATION) [JP/JP]; 〒2128585 神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 Kanagawa (JP).

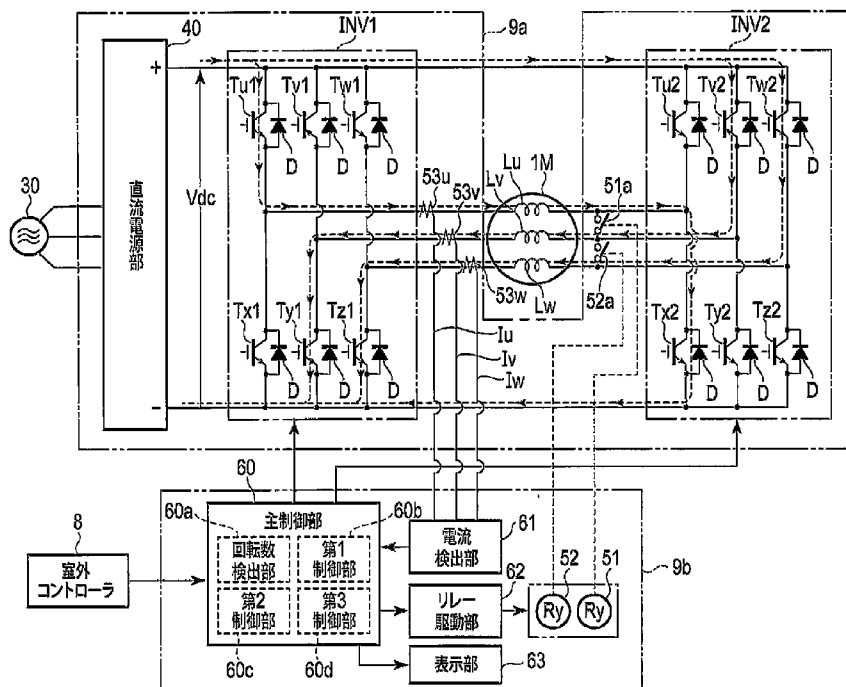
(72) 発明者: 山本 研一 (YAMAMOTO, Kenichi); 〒4168521 静岡県富士市蓼原336番地 東芝キャリア株式会社内 Shizuoka (JP).

(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 DRIVE 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



- 8 Outdoor controller
- 40 DC power source unit
- 60 Main control unit
- 60a RPM detection unit
- 60b First control unit
- 60c Second control unit
- 60d Third control unit
- 61 Current detection unit
- 62 Relay drive unit
- 63 Display unit

(57) Abstract: A motor drive device, according to the present invention, selectively sets an open winding mode in which other ends of each phase winding in a motor are disconnected by opening a switch and a first and second inverter are linked together and switched between, and a star connection mode in which the other ends of each phase winding are connected to each other by closing the switch to each other and which switches to the first inverter. If the motor stops abnormally when the open winding mode is set, the motor drive device sets the star connection mode instead of the open

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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

winding mode and restarts the motor.

(57) 要約：モータ駆動装置は、開閉器の開放によりモータの各相巻線の他端を非接続状態とし第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、及び上記開閉器の閉成により上記各相巻線の他端を相互接続し上記第1インバータをスイッチングするスター結線モードを、選択的に設定する。そして、モータ駆動装置は、上記オープン巻線モードの設定時に上記モータが異常停止した場合、そのオープン巻線モードに代えて上記スター結線モードを設定し、上記モータを再起動する。

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そのモータ駆動装置を備える冷凍サイクル装置に関する。

背景技術

[0002] 空気調和機等の冷凍サイクル装置に搭載される圧縮機の駆動モータとして、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、モータの各相巻線他端への通電を制御する第2インバータ、各相巻線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インバータを単独でスイッチングするスター結線モード、及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、モータ駆動装置は、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、モータの回転数が負荷に応じた目標回転数となるよう第1インバータ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、モータの回転数が負荷に応じた目標回転数となるよう第1および第2インバータのスイッチングを制御す

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] 第1および第2インバータのスイッチ素子に故障が生じると、モータ駆動が困難となる。ビル用の空気調和機や熱源装置等の大型の業務用設備として用いられる冷凍サイクル装置では、機器が故障で停止すると使用者に迷惑がかかったり、製造工程では生産に遅延を招いたりすることから、極力運転を継続できるようにすることが望まれる。

[0007] 本発明の実施形態の目的は、第1および第2インバータのスイッチ素子に故障が生じた場合でも、故障の状態によってはモータ駆動を続けることができる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

[0008] 請求項1のモータ駆動装置は、開閉器の開放によりモータの各相巻線の他端を非接続状態とし第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、及び上記開閉器の閉成により上記各相巻線の他端を相互接続し上記第1インバータをスイッチングするスター結線モードを、選択的に設定する。そして、上記オープン巻線モードの設定時に上記モータが異常停止した場合、そのオープン巻線モードに代えて上記スター結線モードを設定し、前記モータを再起動する。

[0009] 請求項9の冷凍サイクル装置は、上記請求項1に記載のモータ駆動装置を備えたものであって、上記モータにより駆動され、冷媒を吸込んで圧縮し吐出する圧縮機と；この圧縮機、凝縮器、減圧器、蒸発器を接続して上記冷

媒を循環させる冷凍サイクルと；を備える。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]第1 および第2実施形態に関わる空気調和機の構成を示すブロック図。

[図2]第1 および第2実施形態の構成を示すブロック図。

[図3]第1 および第2実施形態のモード選択条件を示す図。

[図4]第1実施形態の制御を示すフローチャート。

[図5]図4 および図6に続くフローチャート。

[図6]第2実施形態の制御を示すフローチャート。

[図7]図6における故障検出ルーチンを示す図。

発明を実施するための形態

[0011] [1] 第1実施形態

第1実施形態の構成について図面を参照しながら説明する。

[0012] 図1に示すように、室外機Aに液側管C1およびガス側管C2を介して、例えば2台の室内機B1、B2が互いに並列状態で接続されている。そして、室外機Aおよび室内機B1、B2の相互間にデータ伝送用および制御用の信号ラインEが接続されている。これら室外機Aおよび室内機B1、B2の接続により、冷暖房を行うマルチタイプの冷凍サイクル装置が構成される。この冷凍サイクル装置では、室外機Aが全体制御用の親機として機能し、室内機B1、B2が親機からの指示に従って動作する子機として機能する。

[0013] 室外機Aは、圧縮機1、四方弁2、室外熱交換器3、膨張弁（減圧器）4、アキュムレータ5、室外ファン6、室外温度センサ7、室外コントローラ8、および本実施形態のモータ駆動装置9を備える。冷房運転時、実線矢印で示すように、室内機B1、B2からガス側管C2に流れるガス冷媒が四方弁2およびアキュムレータ5を通して圧縮機1に吸込まれ、その圧縮機1で圧縮され吐出されるガス冷媒が四方弁2を通して室外熱交換器3（凝縮器）に流れ、その室外熱交換器3で外気と熱交換して凝縮する冷媒が膨張弁4および液側管C1を通して室内機B1、B2へ流れる。暖房運転時、室内機B1、B2から液側管C1に流れる液冷媒が膨張弁4を通して室外熱交換

器 3（蒸発器）に流れ、その室外熱交換器 3 で外気と熱交換して気化する冷媒が四方弁 2 およびアキュムレータ 5 を通って圧縮機 1 に吸込まれ、その圧縮機 1 で圧縮され吐出されるガス冷媒が四方弁 2 およびガス側管 C 2 を通って室内機 B 1, B 2 へ流れる。

[0014] 室内機 B 1, B 2 は、それぞれ、流量調整弁 1 1、室内熱交換器 1 2、室内ファン 1 3、室内温度センサ 1 4、および室内コントローラ 1 5 を含む。冷房運転時、実線矢印で示すように、室外機 A から液側管 C 1 に流れる液冷媒が流量調整弁 1 1 を通って室内熱交換器（蒸発器） 1 2 に流れ、その室内熱交換器 1 2 で室内空気と熱交換して気化する冷媒がガス側管 C 2 を通って室外機 A へ戻る。暖房運転時、室外機 A からガス側管 C 2 に流れるガス冷媒が室内熱交換器（凝縮器） 1 2 に流れ、その室内熱交換器 1 2 で室内空気と熱交換して凝縮する冷媒が液側管 C 1 を通って室外機 A へ戻る。流量調整弁 1 1 は、供給される駆動電圧パルスの数に応じて開度が全閉から全開まで連続的に変化するパルスモータバルブ（PMV）である。室内ファン 1 3 は、室内空気を吸込んで室内熱交換器 1 2 に送る。室内温度センサ 1 4 は、室内ファン 1 3 により吸込まれる室内空気の流路に配置され、その室内空気の温度 T_a を検知する。室内コントローラ 1 5 は、室内温度センサ 1 4 の検知温度 T_a と予め設定される室内設定温度 T_s との差 ΔT_a を空調負荷として検出し、その空調負荷 ΔT_a に応じて流量調整弁 1 1 の開度を制御するとともに、その空調負荷 ΔT_a を信号ライン E により室外コントローラ 8 に通知する。

[0015] 室外コントローラ 8 は、室内機 B 1, B 2 から通知される空調負荷 ΔT_a の合計負荷に対応する能力を室外機 A が発揮できるよう圧縮機 1 や室外ファン 6 の回転数等を制御する。

[0016] 圧縮機 1 は、図 2 に示すモータ 1 M を駆動モータとして圧縮部と共に密閉ケースに収容した密閉型圧縮機である。モータ 1 M は、互いに非接続状態の複数の相巻線 L_u , L_v , L_w 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（Open-Windings Motor）である。相巻線 L_u , L_v , L_w 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、高密度に多く巻かれた相巻線を用いると、モータ 1 M の回転数（速度）の上昇に伴って相巻線 L_u 、 L_v 、 L_w 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 L_u 、 L_v 、 L_w 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 1 M の回転数を上昇させることができなくなる。そこで、後述のモータコントローラ 9 b は、起動時を除き、低回転数域では相巻線 L_u 、 L_v 、 L_w をスター結線（星形結線ともいう）して後述のインバータ INV 1 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 L_u 、 L_v 、 L_w を非接続状態（オープン状態）として後述のインバータ INV 1 および後述のインバータ INV 2 を互いに連係（協調ともいう）してスイッチング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。

[0017] 室外機 A のモータ駆動装置 9 は、図 2 に示す駆動回路 9 a およびモータコントローラ 9 b を含む。駆動回路 9 a は、三相交流電源 5 0 の交流電圧を全波整流して平滑し出力する直流電源部 4 0、この直流電源部 4 0 の出力端とオープン巻線モータ 1 M の相巻線 L_u 、 L_v 、 L_w の一端との間の通電を制御するインバータ（第 1 インバータ；マスタインバータともいう）INV 1、および直流電源部 4 0 の出力端とオープン巻線モータ 1 M の相巻線 L_u 、 L_v 、 L_w の他端との間の通電を制御するインバータ（第 2 インバータ；スレーブインバータともいう）INV 2 を含む。直流電源部 4 0 をインバータ INV 1、INV 2 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 INV 1 は、上流側スイッチ素子 T_{u1} と下流側スイッチ素子 T_{x1} を直列接続しその相互接続点が相巻線 L_u の一端に接続される第 1 直列回路、上流側スイッチ素子 T_{v1} と下流側スイッチ素子 T_{y1} を直列接続しその相互接続点が相巻線 L_v の一端に接続される第 2 直列回路、上流側スイッチ素子 T_{w1} と下流側スイッチ素子 T_{z1} を直列接続しその相互接続点が相巻線 L_w の一端に接続される第 3 直列回路を互いに並列接続し、直流電源部

40の正側出力端から相巻線 L_u 、 L_v 、 L_w の一端への通電および相巻線 L_u 、 L_v 、 L_w の一端から直流電源部40の負側出力端への通電を上流側スイッチ素子 $T_{u1} \sim T_{w1}$ および下流側スイッチ素子 $T_{x1} \sim T_{z1}$ のスイッチングにより制御する。上流側スイッチ素子 $T_{u1} \sim T_{w1}$ および下流側スイッチ素子 $T_{x1} \sim T_{z1}$ にはダイオード（フリー・ホイール・ダイオードともいう）Dがそれぞれ逆並列接続されている。上流側スイッチ素子 $T_{u1} \sim T_{w1}$ および下流側スイッチ素子 $T_{x1} \sim T_{z1}$ として例えばIGBTを用いる。

[0019] インバータINV2は、上流側スイッチ素子 T_{u2} と下流側スイッチ素子 T_{x2} を直列接続しその相互接続点が相巻線 L_u の他端に接続される第4直列回路、上流側スイッチ素子 T_{v2} と下流側スイッチ素子 T_{y2} を直列接続しその相互接続点が相巻線 L_v の他端に接続される第5直列回路、上流側スイッチ素子 T_{w2} と下流側スイッチ素子 T_{z2} を直列接続しその相互接続点が相巻線 L_w の他端に接続される第6直列回路を互いに並列接続し、直流電源部40の正側出力端から相巻線 L_u 、 L_v 、 L_w の他端への通電および相巻線 L_u 、 L_v 、 L_w の他端から直流電源部40の負側出力端への通電を上流側スイッチ素子 $T_{u2} \sim T_{w2}$ および下流側スイッチ素子 $T_{x2} \sim T_{z2}$ のスイッチングにより制御する。上流側スイッチ素子 $T_{u2} \sim T_{w2}$ および下流側スイッチ素子 $T_{x2} \sim T_{z2}$ にはダイオードDがそれぞれ逆並列接続されている。上流側スイッチ素子 $T_{u2} \sim T_{w2}$ および下流側スイッチ素子 $T_{x2} \sim T_{z2}$ として例えばIGBTを用いる。

[0020] なお、インバータINV1は、実際には、上記第1～第3直列回路を互いに並列接続してなる主回路、およびこの主回路の各スイッチ素子を駆動する駆動回路などの周辺回路を、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INV2も、同様の構成のIPMである。

[0021] モータ1Mの相巻線 L_u の他端と相巻線 L_v の他端との間に第1開閉器として例えばリレー51の常開形接点（リレー接点という）51aが接続され

、モータ 1 M の相巻線 L v の他端と相巻線 L w の他端との間に第 2 開閉器として例えばリレー 5 2 の常開形接点（リレー接点という）5 2 a が接続されている。リレー 5 1, 5 2 は、モータコントローラ 9 b 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 5 1, 5 2 が付勢されるとリレー接点 5 1 a, 5 2 a が閉成し、相巻線 L u, L v, L w の他端が相互接続されて相巻線 L u, L v, L w がスター結線状態となる。リレー 5 1, 5 2 が消勢されるとリレー接点 5 1 a, 5 2 a が開放し、相巻線 L u, L v, L w が非接続状態つまり電氣的に分離したオープン巻線状態となる。

[0022] インバータ INV 1 と相巻線 L u, L v, L w の一端との間の 3 つの通電ラインに電流センサ 5 3 u, 5 3 v, 5 3 w が配置され、これら電流センサ 5 3 u, 5 3 v, 5 3 w の出力信号がモータコントローラ 9 b に送られる。

[0023] モータコントローラ 9 b は、室外コントローラ 8 からの指令に応じて駆動回路 9 a を制御するもので、主制御部 6 0、電流検出部 6 1、リレー駆動部 6 2、表示部 6 3、リレー 5 1, 5 2 などを含む。電流検出部 6 1 は、モータ 1 M の相巻線 L u, L v, L w に流れる電流（モータ電流という） I_u , I_v , I_w を電流センサ 5 3, 5 3 v, 5 3 w の出力信号に基づき検出する。リレー駆動部 6 2 は、主制御部 6 0 からの指令に応じてリレー 5 1, 5 2 を付勢（通電オン）および消勢（通電オフ）する。主制御部 6 0 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、室外コントローラ 8 からの指令および電流検出部 6 2 の検出結果などに応じてリレー接点 5 1 a, 5 2 a の開閉およびインバータ INV 1, INV 2 のスイッチングを制御する。

[0024] とくに、主制御部 6 0 は、リレー接点 5 1 a, 5 2 a の開放により相巻線 L u, L v, L w の他端を非接続状態としかつインバータ INV 1, INV 2 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、及びリレー接点 5 1 a, 5 2 a の閉成により相巻線 L u, L v, L w の他端を相互接続しかつインバータ INV 1 を単独でスイッチングするスター結線モードを、選択的に設定する。主制御部 6 0 は、これらモードの設定に関わる主要な構成として、回転数検出部 6 0 a, 第 1 制御部 6 0 b, 第 2 制御部 6 0 c, 第 3 制御部 6 0 d

を含む。

[0025] 回転数検出部60aは、電流検出部61で検出されるモータ電流 I_u , I_v , I_w に基づき、モータ1Mの回転数（速度ともいう） N を検出（推定ともいう）する。

[0026] 第1制御部60bは、モータ1Mの起動に際し、オープン巻線モードを設定し、回転数検出部60aの検出回転数 N が図3のモード選択条件における高回転数域の所定値 N_3 まで上昇するよう、そのオープン巻線モードのスイッチング（インバータINV1, INV2の連係スイッチング）を制御する。そして、第1制御部60bは、回転数検出部60aの検出回転数 N が上記所定値 N_3 （例えば50rps）まで上昇した後、室外コントローラ8からの割当て能力に対応する目標回転数（目標速度ともいう） N_t を設定し、この目標回転数 N_t が上記高回転数域にある場合はオープン巻線モードを設定して回転数検出部60aの検出回転数 N が目標回転数 N_t となるようそのオープン巻線モードのスイッチングを制御し、上記目標回転数 N_t が図3のモード選択条件における低回転数域にある場合はスター結線モードを設定して回転数検出部60aの検出回転数 N が目標回転数 N_t となるようそのオープン巻線モードのスイッチング（インバータINV1の単独スイッチング）を制御する。

[0027] モード選択条件は、目標回転数 N_t の上昇方向の変化に際し、目標回転数 N_t が第2閾値 N_2 （例えば40rps）未満の低回転数域に存する場合にスター結線モードを指定し、目標回転数 N_t が第2閾値 N_2 以上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する。さらに、モード選択条件は、目標回転数 N_t の下降方向の変化に際し、目標回転数 N_t が第2閾値 N_2 より少し低い第1閾値 N_1 （例えば35rps）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、目標回転数 N_t が第1閾値 N_1 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。低回転数域と高回転数域の境界に第2閾値 N_2 と第1閾値 N_1 によるヒステリシス幅を設けることにより、スター結線モードとオープン巻線モードの頻繁な切換えを防止している。

[0028] 第2制御部60cは、回転数検出部60aの検出回転数 N が急低下する異

常が生じた場合、あるいは電流検出部 61 で検出されるモータ電流 I_u , I_v , I_w のいずれかが過大または過少に変化する異常が生じた場合等に、インバータ INV 1, INV 2 のスイッチングを終了してモータ 1 M を停止する。このような異常が生じた場合にモータ 1 M を停止することを、モータ 1 M の異常停止という。異常の原因として、インバータ INV 1, INV 2 における各スイッチ素子のいずれかの短絡故障やオープン故障、インバータ INV 1, INV 2 のスイッチングとモータ 1 M の実際の回転とが同期しない脱調、電源電圧が一時的に低下するサグ等がある。

[0029] 第 3 制御部 60 d は、オープン巻線モードの設定時にモータ 1 M が異常停止した場合、オープン巻線モードに代えてスター結線モードを設定し、モータ 1 M を再起動する。なお、第 3 制御部 60 d は、具体的には、オープン巻線モードの設定時にモータ 1 M が異常停止した場合、先ずオープン巻線モードの設定のままモータ 1 M を再起動し、この再起動にもかかわらずモータ 1 M の異常停止が再発した場合にオープン巻線モードに代えてスター結線モードを設定し、モータ 1 M を再起動する。そして、第 3 制御部 60 d は、スター結線モードを設定してモータ 1 M を再起動したにもかかわらずモータ 1 M の異常停止が続いた場合、モータ 1 M の駆動を停止する。

[0030] なお、上記第 2 制御部 60 c は、圧縮機 1 やモータ 1 M の異常温度上昇に際し、モータ 1 M を異常停止する機能を有する。これに伴い、上記第 3 制御部 60 d は、異常温度上昇によるモータ 1 M の異常停止に際しては、オープン巻線モードおよびスター結線モードのどちらを設定している場合でも、異常温度上昇が解消した時点でモータ 1 M を再起動する。

[0031] つぎに、モータコントローラ 9 b が実行する制御を図 4 およびそれに続く図 5 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。

[0032] [モータ 1 M の起動時]

室外コントローラ 8 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 9 b は、当該モータコントローラ 9 b の異常判定フラグ f に “0

”をセットするとともに当該モータコントローラ9bのリトライカウントR1, R2, R3をそれぞれ“0”にクリアする(S2)。そして、モータコントローラ9bは、リレー51, 52の消勢(通電オフ)によるリレー接点51a, 52aの開放状態(つまり相巻線Lu, Lv, Lwの非接続状態)を維持したままインバータINV1, INV2を連係スイッチングするオープン巻線モードを設定する(S3)。続いて、モータコントローラ9bは、回転数検出部60aの検出回転数Nが高回転数域の所定値N3まで上昇するよう、そのオープン巻線モードのスイッチングを制御する(S4)。

[0033] オープン巻線モード時に形成される電流経路の一部を図2に破線で示す。

まず、インバータINV1の上流側スイッチ素子Tu1がオンしてインバータINV2の下流側スイッチ素子Tx2がオン、オフを繰り返すとともに、インバータINV2の上流側スイッチ素子Tv2, Tw2が共にオンしてインバータINV1の下流側スイッチ素子Ty1, Tz1が互いに同期してオン、オフを繰り返す。これにより、破線矢印で示すように、直流電源部40の正側出力端から上流側スイッチ素子Tu1を通して相巻線Luに電流が流れ、その相巻線Luを経た電流が下流側スイッチ素子Tx2を通して直流電源部40の負側出力端に流れるとともに、直流電源部40の正側出力端から上流側スイッチ素子Tv2, Tw2を通して相巻線Lv, Lwに電流が流れ、その相巻線Lv, Lwを経た電流が下流側スイッチ素子Ty1, Tz1を通して直流電源部40の負側出力端に流れる。次に、インバータINV1の上流側スイッチ素子Tv1がオンしてインバータINV2の下流側スイッチ素子Ty2がオン、オフを繰り返すとともに、インバータINV2の上流側スイッチ素子Tu2, Tw2が共にオンしてインバータINV1の下流側スイッチ素子Tx1, Tz1が互いに同期してオン、オフを繰り返す。これにより、直流電源部40の正側出力端から上流側スイッチ素子Tv1を通して相巻線Lvに電流が流れ、その相巻線Lvを経た電流が下流側スイッチ素子Ty2を通して直流電源部40の負側出力端に流れるとともに、直流電源部40の正側出力端から上流側スイッチ素子Tu2, Tw2を通して相巻線Lu, Lwに電流が流れ、その相巻線Lu,

L_wを経た電流が下流側スイッチ素子T_{x1}, T_{z1}を通して直流電源部40の負側出力端に流れる。次に、インバータINV1の上流側スイッチ素子T_{w1}がオンしてインバータINV2の下流側スイッチ素子T_{z2}がオン、オフを繰り返すとともに、インバータINV2の上流側スイッチ素子T_{u2}, T_{v2}が共にオンしてインバータINV1の下流側スイッチ素子T_{x1}, T_{y1}が互いに同期してオン、オフを繰り返す。これにより、直流電源部40の正側出力端から上流側スイッチ素子T_{w1}を通して相巻線L_wに電流が流れ、その相巻線L_wを経た電流が下流側スイッチ素子T_{z2}を通して直流電源部40の負側出力端に流れるとともに、直流電源部40の正側出力端から上流側スイッチ素子T_{u2}, T_{v2}を通して相巻線L_u, L_vに電流が流れ、その相巻線L_u, L_vを経た電流が下流側スイッチ素子T_{x1}, T_{y1}を通して直流電源部40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次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 $\sqrt{3}$ 倍の電圧を相巻線L_u, L_v, L_wに印加することができ、よって運転開始時の高空調負荷に対応する高回転数域へとモータ1Mの回転数Nを効率よく上昇させることが可能となる。

[0035] とくに、空調調和機の運転開始時は、空調負荷が高いだけでなく、室内ファン13が動き始めたばかりで新鮮な室内空気が室内温度センサ14にうまく流れないため室内温度検知が不安定な状態にあって、空調負荷を的確に捕らえることが難しい。このような状況では、本実施形態のように、リレー51, 52の消勢（通電オフ）によるリレー接点51a, 52aの開放状態を維持したままインバータINV1, INV2を連係スイッチングするオープン巻線モードを初めから設定してモータ1Mの回転数Nを高回転数域まで上昇させるほうが、リレー51, 52を付勢してリレー接点51a, 52aを閉成するスター結線モードを低回転数域で設定しその後の高回転数域でオープン巻線モードに移行する場合よりも、リレー接点51a, 52aの作動回数を少なくすることができる。つまり、リレー接点51a, 52aの作動回数を少

なく抑えながら、不安定な高空調負荷に対処し得る十分な空調能力を発揮することが可能となる。

[0036] また、空気調和機の運転開始時は、圧縮機 1 の起動に伴い、圧縮機 1 の密閉ケース内に存する潤滑油の一部が冷媒と混合した状態で冷凍サイクル中に流出し、流出した潤滑油が冷凍サイクルを巡って圧縮機 1 の密閉ケースに徐々に戻るようになる。流出した潤滑油が圧縮機 1 の密閉ケースに戻るまでの間、圧縮機 1 において潤滑油が不足気味となる。この潤滑油不足は、圧縮機 1 の寿命に悪影響を与える。しかしながら、本実施形態では、起動するモータ 1 M の回転数 N が高回転数域まで一気に上昇するので、圧縮機 1 の密閉ケース内の潤滑油が冷凍サイクル中に流出して一旦は減少しても、流出した潤滑油は冷凍サイクルを迅速に巡って圧縮機 1 の密閉ケースに早期に戻る。流出した潤滑油が圧縮機 1 の密閉ケースに早期に戻るので、圧縮機 1 における潤滑油不足を防ぐことができる。

[0037] このオープン巻線モードによるモータ 1 M の起動に伴い、モータコントローラ 9 b は、回転数検出部 60 a の検出回転数 N が高回転数域の所定値 N_3 に達するまでの間 (S5 の N0)、モータ 1 M の異常停止を監視する (S6)。異常停止がない場合 (S7 の N0)、モータコントローラ 9 b は、上記 S4 に戻り、回転数検出部 60 a の検出回転数 N が高回転数域の所定値 N_3 まで上昇するよう、オープン巻線モードのスイッチングを継続する (S4)。

[0038] [モータ 1 M の起動完了]

回転数検出部 60 a の検出回転数 N が高回転数域の所定値 N_3 に達した場合 (S5 の YES)、モータコントローラ 9 b は、モータ 1 M の起動が完了したとの判断の下に、所定時間 t にわたり、回転数検出部 60 a の検出回転数 N が所定値 N_3 を保持するようオープン巻線モードのスイッチングを制御する (S13)。所定時間 t は、圧縮機 1 が起動してから冷凍サイクルの運転が安定するまでの時間 t と例えば 30 秒程度である。所定時間 t があまり長過ぎると、所定時間 t が経過した後の目標回転数 N_t と実際の回転数 N との差が広がり、回転数 N が目標回転数 N_t に到達するまでに時間がかかり過ぎてしまう。

このような不具合が生じないように、所定時間 t として一般的に 10 秒～1 分程度が選定される。

[0039] 所定時間 t の経過後、モータコントローラ 9 b は、室外コントローラ 8 からの割当て能力に対応する目標回転数 N_t を設定する (S14)。そして、モータコントローラ 9 b は、現時点の異常判定フラグ f が “0” なので (S15のYES)、上記設定した目標回転数 N_t が高回転数域にあるか低回転数域にあるかを判定する (S16)。

[0040] 目標回転数 N_t が高回転数域にある場合 (S16のYES)、モータコントローラ 9 b は、オープン巻線モードの設定を継続し (S17)、回転数検出部 60 a の検出回転数 N が目標回転数 N_t となるようそのオープン巻線モードのスイッチングを制御する (S18)。続いて、モータコントローラ 9 b は、モータ 1 M の異常停止を監視する (S19)。異常停止がない場合 (S20のNO)、モータコントローラ 9 b は、リトライカウント R_2 を “0” にクリアし (S26)、上記S27の運転停止指令の判定に移る。停止指令がなければ (S27のNO)、モータコントローラ 9 b は、上記S14に戻り、目標回転数 N_t を再設定する (S14)。

[0041] 一方、S16の判定において、目標回転数 N_t が低回転数域にある場合 (S16のNO)、モータコントローラ 9 b は、図 5 のS29に移行して、開閉器 51 a, 52 a を閉じてスター結線モードを設定し、回転数検出部 60 a の検出回転数 N が目標回転数 N_t となるようスター結線モードのスイッチングを制御する (S30)。続いて、モータコントローラ 9 b は、モータ 1 M の異常停止を監視する (S31)。異常停止がない場合 (S32のNO)、モータコントローラ 9 b は、リトライカウント R_3 を “0” にクリアし (S37)、上記S27の運転停止指令の判定に移る。停止指令がある場合 (S27のYES)、モータコントローラ 9 b は、リレー 51, 52 を消勢 (通電オフ) するとともにインバータ INV 1, INV 2 のスイッチングを終了し、これによりモータ駆動を停止する (S28)。

[0042] [モータ 1 M の起動時の異常停止]

オープン巻線モードによりモータ 1 M を起動しているときの上記 S6 の監視において、例えば電流センサ 5 3 u, 5 3 v, 5 3 w のいずれかが過電流を検知したことによるモータ 1 M の異常停止がある場合 (S7 の YES)、モータコントローラ 9 b は、リトライカウント R 1 が設定値 (例えば “2”) R 1 s 以下であるかを判定する (S8)。この時点ではリトライカウント R 1 が設定値 R 1 s 以下の “0” なので (S8 の YES)、モータコントローラ 9 b は、オープン巻線モードの設定のまま、モータ 1 M を再起動 (リトライ) するべくインバータ INV 1, INV 2 の連係スイッチングを続けるとともに (S9)、リトライカウント R 1 を “1” アップする (S10)。続いて、モータコントローラ 9 b は、上記 S4 に戻り、回転数検出部 6 0 a の検出回転数 N が高回転数域の所定値 N 3 まで上昇するよう、オープン巻線モードのスイッチングを継続する (S4)。

[0043] この再起動に伴い、モータコントローラ 9 b は、回転数検出部 6 0 a の検出回転数 N が高回転数域の所定値 N 3 に達するまでの間 (S5 の N0)、モータ 1 M の異常停止を再び監視する (S6)。異常停止がない場合 (S7 の N0)、モータコントローラ 9 b は、上記 S4 に戻り、回転数検出部 6 0 a の検出回転数 N が高回転数域の所定値 N 3 まで上昇するよう、そのオープン巻線モードのスイッチングを継続する (S4)。

[0044] ただし、この再起動 (1 回目) にもかかわらずモータ 1 M の異常停止が続く場合 (S7 の YES)、モータコントローラ 9 b は、リトライカウント R 1 が設定値 R 1 s 以下であるかを判定する (S8)。この時点ではリトライカウント R 1 が設定値 R 1 s 以下の “1” なので (S8 の YES)、モータコントローラ 9 b は、現状のオープン巻線モードの設定のまま、モータ 1 M を再々起動するべくインバータ INV 1, INV 2 の連係スイッチングを続けるとともに (S9)、リトライカウント R 1 を “1” アップする (S10)。続いて、モータコントローラ 9 b は、上記 S4 に戻り、回転数検出部 6 0 a の検出回転数 N が高回転数域の所定値 N 3 まで上昇するよう、オープン巻線モードのスイッチングを継続する (S4)。

- [0045] 再起動を繰り返してもモータ 1 M の異常停止が続き (S7 の YES) 、リトライカウンタ R 1 が設定値 R 1 s 超の “3” に達した場合 (S8 の NO) 、モータコントローラ 9 b は、モータ 1 M が異常停止の状態にある旨を表示部 6 3 の文字表示や画像表示によりユーザに報知するとともに (S11) 、異常判定フラグ f に “1” をセットする (S12) 。そして、モータコントローラ 9 b は、上記 S14 に移行して目標回転数 N t を設定し (S14) 、かつ異常判定フラグ f を確認する (S15) 。
- [0046] この時点の異常判定フラグ f は “1” なので (S15 の NO) 、モータコントローラ 9 b は、図 5 の上記 S29 に移行してスター結線モードを設定し (S29) 、回転数検出部 6 0 a の検出回転数 N が目標回転数 N t となるようそのスター結線モードのスイッチングを制御する (S30) 。すなわち、モータコントローラ 9 b は、これまでのオープン巻線モードによる再起動に代えて、スター結線モードによる再起動を開始する。
- [0047] 異常停止の原因がインバータ INV 2 におけるスイッチ素子 T u 2 ~ T z 2 のいずれかがオフしたままオンしないオープン故障である場合、インバータ INV 1 、 INV 2 を連係スイッチングするオープン巻線モードによるモータ 1 M の起動は不可能となるが、インバータ INV 1 を単独スイッチングするスター結線モードによるモータ 1 M の起動は可能である。この点を考慮し、モータコントローラ 9 b は、オープン巻線モードによる再起動に代えてスター結線モードによる再起動を行う。
- [0048] スター結線モードによる再起動に際し、モータコントローラ 9 b は、モータ 1 M の異常停止を監視する (S31) 。異常停止がない場合 (S32 の NO) 、モータコントローラ 9 b は、リトライカウンタ R 3 を “0” にクリアし (S37) 、上記 S27 の運転停止指令の判定に移る。停止指令がなければ (S27 の NO) 、モータコントローラ 9 b は、上記 S14 に戻り、目標回転数 N t を設定する (S14) 。そして、モータコントローラ 9 b は、異常判定フラグ f が “1” なので (S15 の NO) 、上記 S29 のスター結線モードの設定を継続する。なお、スター結線モードによる運転では、オープン巻線モードよりも、モータ 1 M の相巻

線 L_u , L_v , L_w に印加し得る電圧が低い。このため、スター結線モードによる運転では、目標回転数 N_t が高い場合には、モータ 1 M を効率的に回転し得る回転数を上限として、実際の回転数 N を制限する必要がある。

[0049] [モータ 1 M の起動完了後の異常停止]

オープン巻線モードによるモータ 1 M の起動が完了した後の上記 S19 の監視において、モータ 1 M の異常停止がある場合 (S20 の YES)、モータコントローラ 9 b は、リトライカウント R_2 が設定値 (例えば “1”) R_{2s} 以下であることを判定する (S21)。この時点ではリトライカウント R_2 が設定値 R_{1s} 以下なので (S21 の YES)、モータコントローラ 9 b は、オープン巻線モードの設定のままモータ 1 M を再起動するべくインバータ INV 1, INV 2 の関係スイッチングを行い (S22)、リトライカウント R_2 を “1” アップする (S23)。

[0050] 続いて、モータコントローラ 9 b は、上記 S18 に戻り、再び、回転数検出部 60 a の検出回転数 N が目標回転数 N_t となるようオープン巻線モードのスイッチングを制御しながら (S18)、モータ 1 M の異常停止を監視する (S19)。異常停止がない場合 (S20 の NO)、モータコントローラ 9 b は、リトライカウント R_2 を “0” にクリアし (S26)、上記 S27 の運転停止指令の判定に移る。

[0051] 再起動を繰り返してもモータ 1 M の異常停止が続き (S20 の YES)、リトライカウント R_2 が設定値 R_{2s} 超の “2” に達した場合 (S21 の NO)、モータコントローラ 9 b は、モータ 1 M が異常停止の状態にある旨を表示部 63 の文字表示や画像表示によりユーザに報知するとともに (S24)、異常判定フラグ f に “1” をセットする (S25)。そして、モータコントローラ 9 b は、上記 S14 に移行して目標回転数 N_t を設定し (S14)、かつ異常判定フラグ f を確認する (S15)。

[0052] この時点の異常判定フラグ f は “1” なので (S15 の NO)、モータコントローラ 9 b は、上記 S29 に移行してスター結線モードを設定し (S29)、回転数検出部 60 a の検出回転数 N が目標回転数 N_t となるよう、そのスター結線

モードの単独スイッチングを制御する (S30)。すなわち、モータコントローラ 9 b は、オープン巻線モードによるモータ駆動に代えてスター結線モードによるモータ駆動を行う。

[0053] 異常停止の原因がインバータ INV 2 におけるスイッチ素子 $T_{u2} \sim T_{z2}$ のいずれかがオフしたままオンしないオープン故障の場合、2つのインバータ INV 1, INV 2 を連係スイッチングするオープン巻線モードによるモータ駆動は不可能となるが、インバータ INV 1 を単独スイッチングするスター結線モードによるモータ駆動は可能である。

[0054] このスター結線モードによるモータ駆動に際し、モータコントローラ 9 b は、モータ 1 M の異常停止を監視する (S31)。異常停止がない場合 (S32のN0)、モータコントローラ 9 b は、リトライカウント R 3 を“0”にクリアし (S37)、上記S27の運転停止指令の判定に移る。停止指令がなければ (S27のN0)、モータコントローラ 9 b は、上記S14に戻り、目標回転数 N_t を設定し (S14)、かつ異常判定フラグ f を確認する (S15)。この時点では異常判定フラグ f が“1”なので (S15のN0)、モータコントローラ 9 b は、上記S29のスター結線モードの設定を継続する。

[0055] [スター結線モードでのモータ 1 M の異常停止]

スター結線モードにおいてモータ 1 M の異常停止が生じた場合 (S32のYES)、モータコントローラ 9 b は、リトライカウント R 3 が設定値 (例えば“1”) R_{3s} 以下であるかを判定する (S33)。リトライカウント R 3 が設定値 R_{3s} 以下の場合 (S33のYES)、モータコントローラ 9 b は、モータ 1 M を再起動するべくインバータ INV 1 の単独スイッチングを続けるとともに (S34)、リトライカウント R 3 を“1”アップする (S35)。

[0056] 続いて、モータコントローラ 9 b は、上記S30に戻り、回転数検出部 60 a の検出回転数 N が目標回転数 N_t となるようスター結線モードの単独スイッチングを制御しながら (S30) モータ 1 M の異常停止を再び監視する (S31)。異常停止がない場合 (S32のN0)、モータコントローラ 9 b は、リトライカウント R 3 を“0”にクリアし (S37)、上記S27の運転停止指令の判定に移

る。停止指令がなければ（S27のN0）、モータコントローラ9bは、上記S14に戻り、目標回転数 N_t を設定する（S14）。

[0057] 再起動を繰り返してもモータ1Mの異常停止が続き（S32のYES）、リトライカウント R_3 が設定値 R_{3s} 超の“2”に達した場合（S33のN0）、モータコントローラ9bは、モータ1Mが異常停止の状態にある旨を表示部63の文字表示や画像表示によりユーザに報知する（S36）。この報知に伴い、モータコントローラ9bは、リレー51, 52を消勢するとともにインバータINV1の単独スイッチングを終了し、これによりモータ駆動を停止する（S28）。すなわち、異常停止の原因がインバータINV1におけるスイッチ素子 $T_{u1} \sim T_{z1}$ のいずれかがオフしたままオンしないオープン故障である場合、スター結線モードによるモータ駆動は不可能であり、オープン巻線モードによるモータ駆動も不可能なので、モータコントローラ9bはモータ駆動を直ちに停止する。

[0058] [まとめ]

以上のように、オープン巻線モードによるモータ1Mの運転に際してモータ1Mが異常停止した場合は、オープン巻線モードに代えてスター結線モードを設定し、そのスター結線モードの単独スイッチングによりモータ1Mを再起動するので、異常停止の原因がインバータINV2におけるスイッチ素子 $T_{u2} \sim T_{z2}$ のいずれかのオープン故障であれば、スター結線モードによってモータ1Mを駆動することができる。この結果、応急的に冷凍サイクル装置の運転を継続することができる。

[0059] [2] 第2実施形態

第2実施形態では、モータ1Mが異常停止した際のインバータINV1, INV2に対する故障検出処理をモータコントローラ9bの第3制御部60dが含む。

[0060] すなわち、第3制御部60dは、オープン巻線モードの設定時にモータ1Mが異常停止した場合、インバータINV1, INV2における故障の有無を検出する。そして、第3制御部60dは、この検出の結果、少なくともインバー

タINV 1 に故障がなければ、スター結線モードを設定してインバータINV 1 のみを使用してモータ 1 Mを再起動する。さらに、第3制御部60dは、インバータINV 1 に故障がある場合、および上記再起動にもかかわらずモータ 1 Mの異常停止が続いた場合、モータ駆動が困難との判断の下にモータ 1 Mの駆動を停止する。

[0061] このモータコントローラ9bが実行する制御を図7およびそれに続く図5のフローチャートを参照しながら説明する。

[0062] [モータ 1 Mの起動時の異常停止]

オープン巻線モードによりモータ 1 Mを起動しているときの上記S6の監視において、モータ 1 Mの異常停止がある場合（S7のYES）、モータコントローラ9bは、インバータINV 1、INV 2の各スイッチ素子におけるオープン故障の有無を検出する（S41；故障検出ルーチン）。

[0063] この検出の結果、インバータINV 1、INV 2の各スイッチ素子にオープン故障がない場合（S42のYES）、モータコントローラ9bは、リトライカウントR 1が設定値（例えば“2”）R 1s以下であるかを判定する（S8）。この時点ではリトライカウントR 1が設定値R 1s以下の“0”なので（S8のYES）、モータコントローラ9bは、オープン巻線モードの設定のまま、モータ 1 Mを再起動するべくインバータINV 1、INV 2の連係スイッチングを続けるとともに（S9）、リトライカウントR 1を“1”アップする（S10）。続いて、モータコントローラ9bは、上記S4に戻り、回転数検出部60aの検出回転数Nが高回転数域の所定値N 3まで上昇するよう、オープン巻線モードのスイッチングを継続する（S4）。

[0064] 再起動を繰り返してもモータ 1 Mの異常停止が続き（S7のYES）、しかもインバータINV 1、INV 2の各スイッチ素子にオープン故障がないまま（S41、S42のYES）、リトライカウントR 1が設定値R 1s超の“3”に達した場合（S8のNO）、モータコントローラ9bは、モータ 1 Mが異常停止の状態にある旨を表示部63の文字表示や画像表示によりユーザに報知するとともに（S11）、異常判定フラグfに“1”をセットする（S12）。そして、モータコントロ

ーラ 9 b は、上記 S14 に移行して目標回転数 N_t を設定し (S14)、かつ異常判定フラグ f を確認する (S15)。

[0065] この時点の異常判定フラグ f は “1” なので (S15 の N0)、モータコントローラ 9 b は、上記 S29 に移行してスター結線モードを設定し (S29)、回転数検出部 60 a の検出回転数 N が目標回転数 N_t となるようそのスター結線モードのスイッチングを制御する (S30)。すなわち、モータコントローラ 9 b は、これまでのオープン巻線モードによる起動に代えて、スター結線モードによる再起動を開始する。

[0066] 上記 S41 の故障検出において、インバータ INV 1 のスイッチ素子 $T_{u1} \sim T_{z1}$ にはオープン故障がなくインバータ INV 2 のスイッチ素子 $T_{u2} \sim T_{z2}$ のいずれかにオープン故障がある場合 (S42 の N0, S43 の YES)、モータコントローラ 9 b は、モータ 1 M が異常停止の状態にある旨およびインバータ INV 2 が故障である旨を表示部 63 の文字表示や画像表示によりユーザに報知するとともに (S11)、異常判定フラグ f に “1” をセットする (S12)。そして、モータコントローラ 9 b は、上記 S14 に移行して目標回転数 N_t を設定し (S14)、かつ異常判定フラグ f を確認する (S15)。

[0067] この時点の異常判定フラグ f は “1” なので (S15 の N0)、モータコントローラ 9 b は、上記 S29 に移行してスター結線モードを設定し (S29)、回転数検出部 60 a の検出回転数 N が目標回転数 N_t となるようそのスター結線モードのスイッチングを制御する (S30)。すなわち、モータコントローラ 9 b は、これまでのオープン巻線モードによる起動に代えて、スター結線モードによる再起動を開始する。

[0068] 異常停止の原因がインバータ INV 2 におけるスイッチ素子 $T_{u2} \sim T_{z2}$ のいずれかのオープン故障である場合、インバータ INV 1, INV 2 を連係スイッチングするオープン巻線モードによるモータ 1 M の起動は不可能となるが、少なくともインバータ INV 1 に故障がなければインバータ INV 1 を単独スイッチングするスター結線モードによるモータ 1 M の起動は可能である。

[0069] ただし、上記 S41 の故障検出において、インバータ INV 2 のスイッチ素子 T

u 2 ~ T z 2 にはオープン故障がなくインバータINV 1 のスイッチ素子T u 1 ~ T z 1 のいずれかにオープン故障がある場合 (S42のN0, S43のN0)、モータコントローラ9 bは、インバータINV 1 が故障である旨を表示部6 3の文字表示や画像表示によりユーザに報知し (S44)、上記S28に移ってモータ駆動を停止する (S28)。

[0070] [モータ1 Mの起動完了後の異常停止]

オープン巻線モードによるモータ1 Mの起動が完了した後の上記S19の監視において、モータ1 Mの異常停止がある場合 (S20のYES)、モータコントローラ9 bは、インバータINV 1, INV 2の各スイッチ素子におけるオープン故障の有無を検出する (S45; 故障検出ルーチン)。

[0071] この検出の結果、インバータINV 1, INV 2の各スイッチ素子にオープン故障がない場合 (S46のYES)、モータコントローラ9 bは、リトライカウントR 2が設定値R 2 s以下であるかを判定する (S21)。リトライカウントR 2が設定値R 2 s以下の場合 (S21のYES)、モータコントローラ9 bは、オープン巻線モードの設定のまま、モータ1 Mを再起動するべくインバータINV 1, INV 2の連係スイッチングを続けるとともに (S22)、リトライカウントR 2を“1”アップする (S23)。続いて、モータコントローラ9 bは、上記S18に戻り、回転数検出部6 0 aの検出回転数Nが高回転数域の所定値N 3となるよう、オープン巻線モードのスイッチングを継続する (S18)。

[0072] 再起動を繰り返してもモータ1 Mの異常停止が続き (S20のYES)、しかもインバータINV 1, INV 2の各スイッチ素子にオープン故障がないまま (S45, S46のYES)、リトライカウントR 2が設定値R 2 sを超えた場合 (S21のN0)、モータコントローラ9 bは、モータ1 Mが異常停止の状態にある旨を表示部6 3の文字表示や画像表示によりユーザに報知するとともに (S24)、異常判定フラグfに“1”をセットする (S25)。そして、モータコントローラ9 bは、上記S14に移行して目標回転数N tを設定し (S14)、かつ異常判定フラグfを確認する (S15)。

[0073] この時点の異常判定フラグfは“1”なので (S15のN0)、モータコントロ

ーラ 9 b は、上記 S29 に移行してスター結線モードを設定し (S29)、回転数検出部 60 a の検出回転数 N が目標回転数 N_t となるようそのスター結線モードのスイッチングを制御する (S30)。これまでのオープン巻線モードによる起動に代わり、スター結線モードによる再起動が開始となる。

[0074] 上記 S45 の故障検出において、インバータ INV 1 のスイッチ素子 $T_{u1} \sim T_{z1}$ にはオープン故障がなくインバータ INV 2 のスイッチ素子 $T_{u2} \sim T_{z2}$ のいずれかにオープン故障がある場合 (S46 の NO, S47 の YES)、モータコントローラ 9 b は、モータ 1 M が異常停止の状態にある旨およびインバータ INV 2 が故障である旨を表示部 63 の文字表示や画像表示によりユーザに報知するとともに (S24)、異常判定フラグ f に “1” をセットする (S25)。そして、モータコントローラ 9 b は、上記 S14 に移行して目標回転数 N_t を設定し (S14)、かつ異常判定フラグ f を確認する (S15)。

[0075] この時点の異常判定フラグ f は “1” なので (S15 の NO)、モータコントローラ 9 b は、上記 S29 に移行してスター結線モードを設定し (S29)、回転数検出部 60 a の検出回転数 N が目標回転数 N_t となるようそのスター結線モードのスイッチングを制御する (S30)。すなわち、モータコントローラ 9 b は、これまでのオープン巻線モードによるモータ駆動に代えて、スター結線モードによるモータ駆動を行う。

[0076] 異常停止の原因がインバータ INV 2 におけるスイッチ素子 $T_{u2} \sim T_{z2}$ のいずれかがオフしたままオンしないオープン故障である場合、インバータ INV 1, INV 2 を連係スイッチングするオープン巻線モードによるモータ 1 M の駆動は不可能となるが、少なくともインバータ INV 1 に故障がなければインバータ INV 1 を単独スイッチングするスター結線モードによるモータ 1 M の駆動は可能である。

[0077] ただし、上記 S45 の故障検出において、インバータ INV 2 のスイッチ素子 $T_{u2} \sim T_{z2}$ にはオープン故障がなくインバータ INV 1 のスイッチ素子 $T_{u1} \sim T_{z1}$ のいずれかにオープン故障がある場合 (S46 の NO, S47 の NO)、モータコントローラ 9 b は、インバータ INV 1 が故障である旨を表示部 63 の文

字表示や画像表示によりユーザに報知し（S44）、上記S28に移ってモータ駆動を停止する（S28）。

[0078] 他の処理は第1実施形態と同じなので、その説明については省略する。

[0079] [故障検出ルーチンの説明]

モータ1Mが異常停止した場合にモータコントローラ9bが実行する上記S41および上記S45の故障検出ルーチンを図7に示す。

[0080] モータコントローラ9bは、まず上流側スイッチ素子Tu1および下流側スイッチ素子Tx2のみオンし、これにより直流電源部40の正側出力端から上流側スイッチ素子Tu1、相巻線Luの一端から他端、下流側スイッチ素子Tx2、直流電源部40の負側出力端へと電流が流れる第1通電路を形成する（S51）。次に、モータコントローラ9bは、上流側スイッチ素子Tv1および下流側スイッチ素子Ty2のみオンし、これにより直流電源部40の正側出力端から上流側スイッチ素子Tv1、相巻線Lvの一端から他端、下流側スイッチ素子Ty2、直流電源部40の負側出力端へと電流が流れる第2通電路を形成する（S52）。次に、モータコントローラ9bは、上流側スイッチ素子Tw1および下流側スイッチ素子Tz2のみオンし、これにより直流電源部40の正側出力端から上流側スイッチ素子Tw1、相巻線Twの一端から他端、下流側スイッチ素子Tz2、直流電源部40の負側出力端へと電流が流れる第3通電路を形成する（S53）。次に、モータコントローラ9bは、上流側スイッチ素子Tu2および下流側スイッチ素子Tx1のみオンし、これにより直流電源部40の正側出力端から上流側スイッチ素子Tu2、相巻線Luの他端から一端、下流側スイッチ素子Tx1、直流電源部40の負側出力端へと電流が流れる第4通電路を形成する（S54）。次に、モータコントローラ9bは、上流側スイッチ素子Tv2および下流側スイッチ素子Ty1のみオンし、これにより直流電源部40の正側出力端から上流側スイッチ素子Tv2、相巻線Lvの他端から一端、下流側スイッチ素子Ty1、直流電源部40の負側出力端へと電流が流れる第5通電路を形成する（S55）。次に、モータコントローラ9bは、上流側スイッチ素子Tw2および下流

側スイッチ素子 T_z1 のみオンし、これにより直流電源部40の正側出力端から上流側スイッチ素子 T_w2 、相巻線 L_w の他端から一端、下流側スイッチ素子 T_z1 、直流電源部40の負側出力端へと電流が流れる第6通電路を形成する(S56)。

[0081] そして、モータコントローラ9bは、これら第1通電路ないし第6通電路の形成に際してそれぞれ通電があるか否かを電流検出部61で検出されるモータ電流 I_u 、 I_v 、 I_w に基づき判定する(S57, S58, S59)。この判定において、第1通電路ないし第6通電路のいずれの形成に際しても通電がある場合(S57のN0, S58のN0, S59のN0)、モータコントローラ9bは、インバータINV1, INV2の各スイッチ素子にオープン故障なしと判定する(S60)。

[0082] 上記S51の第1通電路の形成に際して通電がない場合および上記S55の第5通電路の形成に際して通電がない場合(S57のYES)、モータコントローラ9bは、リレー接点51a, 52aのうちリレー接点51aのみ閉成するとともに(S61)、インバータINV1側の上流側スイッチ素子 T_u1 および下流側スイッチ素子 T_y1 のみオンし(S62)、これにより直流電源部40の正側出力端から上流側スイッチ素子 T_u1 、相巻線 L_u の一端から他端、リレー接点51a、相巻線 L_v の他端から一端、下流側スイッチ素子 T_y1 、直流電源部40の負側出力端へと電流が流れる第7通電路を形成する。

[0083] 上記S52の第2通電路の形成に際して通電がない場合および上記S56の第6通電路の形成に際して通電がない場合(S58のYES)、モータコントローラ9bは、リレー接点51a, 52aのうちリレー接点52aのみ閉成するとともに(S63)、インバータINV1側の上流側スイッチ素子 T_v1 および下流側スイッチ素子 T_z1 のみオンし(S64)、これにより直流電源部40の正側出力端から上流側スイッチ素子 T_v1 、相巻線 L_v の一端から他端、リレー接点52a、相巻線 L_w の他端から一端、下流側スイッチ素子 T_z1 、直流電源部40の負側出力端へと電流が流れる第8通電路を形成する。

[0084] 上記S53の第3通電路の形成に際して通電がない場合および上記S54の第4通電路の形成に際して通電がない場合(S59のYES)、モータコントローラ9

bは、リレー接点5 1 a、5 2 aを共に閉成するとともに（S65）、インバータINV 1 側の上流側スイッチ素子T w 1 および下流側スイッチ素子T x 1 のみオンし（S66）、これにより直流電源部4 0の正側出力端から上流側スイッチ素子T w 1、相巻線L wの一端から他端、リレー接点5 2 a、リレー接点5 1 a、相巻線L uの他端から一端、下流側スイッチ素子T x 1、直流電源部4 0の負側出力端へと電流が流れる第9通電路を形成する。

[0085] そして、モータコントローラ9 bは、これら第7通電路ないし第9通電路のいずれの形成に際しても通電がある場合（S67のN0）、インバータINV 2のみにオープン故障ありと判定する（S68）。第7通電路ないし第9通電路のいずれかの形成に際して通電がない場合（S67のYES）、モータコントローラ9 bは、インバータINV 1のみにオープン故障ありと判定する（S69）。

[0086] 具体的には、第7通電路の形成に際して通電がない場合（S67のN0）、モータコントローラ9 bは、インバータINV 1の上流側スイッチ素子T u 1または下流側スイッチ素子T y 1にオープン故障ありと判定する（S69）。第8通電路の形成に際して通電がない場合（S67のN0）、モータコントローラ9 bは、インバータINV 1の上流側スイッチ素子T v 1または下流側スイッチ素子T z 1にオープン故障ありと判定する（S69）。第9通電路の形成に際して通電がない場合（S67のN0）、モータコントローラ9 bは、インバータINV 1の上流側スイッチ素子T w 1または下流側スイッチ素子T x 1にオープン故障ありと判定する（S69）。

[0087] 他の構成および制御は第1実施形態と同じである。よって、その説明は省略する。

[0088] [まとめ]

以上のように、オープン巻線モードによるモータ1 Mの駆動に際してモータ1 Mが異常停止した場合、少なくともインバータINV 1のスイッチ素子T u 1～T z 1にオープン故障がなければ、オープン巻線モードに代えてスター結線モードを設定し、そのスター結線モードの単独スイッチングによりモータ1 Mを再起動するので、異常停止の原因がインバータINV 2におけるスイッ

チ素子 $T_{u2} \sim T_{z2}$ のいずれかのオープン故障であっても、スター結線モードによってモータ1Mを確実に運転することができる。

[0089] [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、導通／遮断が可能な半導体スイッチを開閉器として用いてもよい。

[0090] 上記実施形態では、モータ電流 I_u, I_v, I_w を3つの電流センサ53u, 53v, 53wを用いて検出したが、このうち1つの電流センサたとえば電流センサ53wを取り除き、代わりにモータ電流 I_u, I_v, I_w 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、取り除いた電流センサ53wにより検出していたモータ電流 I_w については残りの電流センサ53u, 53vにより検出するモータ電流 I_u, I_v と上記単一の電流センサの検知電流とを用いる演算により検出してもよい。

[0091] 上記実施形態では、インバータINV1, INV2を同じ直流電源部40に接続する電源共通方式を採用したが、インバータINV1, INV2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。

[0092] 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

[0093] 1…圧縮機、1M…オープン巻線モータ、 L_u, L_v, L_w …相巻線、2…四方弁、3…室外熱交換器、4…膨張弁、8…室外コントローラ、9…モータ駆動装置、9a…駆動回路、9b…モータコントローラ、11…流量調整弁、12…室内熱交換器、13…室内ファン、14…室内温度センサ、15…室内コントローラ、30…3相交流電源、40…直流電源部、INV1…イ

ンバータ（第１インバータ）、INV２…インバータ（第２インバータ）、５１
、５２…リレー、５１a、５２a…リレー接点（開閉器）、６０…主制御部
、６０a…回転数検出部、６０b…第１制御部、６０c…第２制御部、６０
d…第３制御部、６１…電流検出部、６２…リレー駆動部、６３…表示部

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と、
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、
前記各相巻線他端の相互間に接続された開閉器と、
前記開閉器の開放により前記各相巻線他端を非接続状態とし前記第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、及び前記開閉器の閉成により前記各相巻線他端を相互接続し前記第1インバータをスイッチングするスター結線モードを、
選択的に設定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、
前記オープン巻線モードの設定時に前記モータが異常停止した場合、そのオープン巻線モードに代えて前記スター結線モードを設定し、
前記モータを再起動する、
ことを特徴とするモータ駆動装置。

[請求項2]

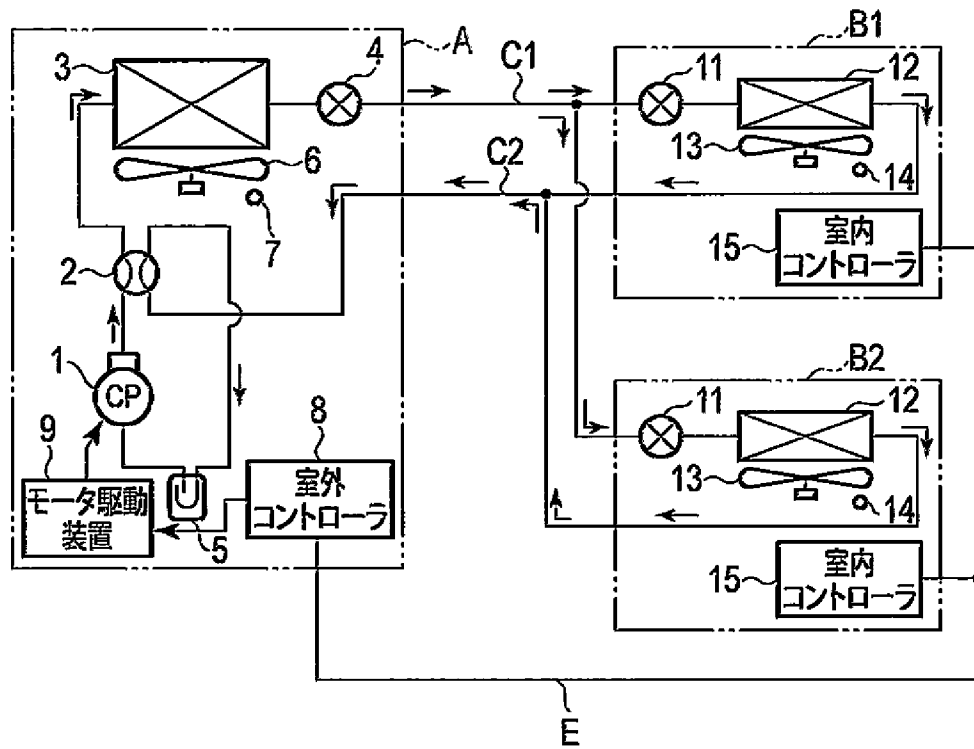
前記モータコントローラは、
前記スター結線モードを設定して前記モータを再起動したにもかかわらず前記モータの異常停止が続く場合に前記モータの駆動を停止する、
ことを特徴とする請求項1に記載のモータ駆動装置。

[請求項3]

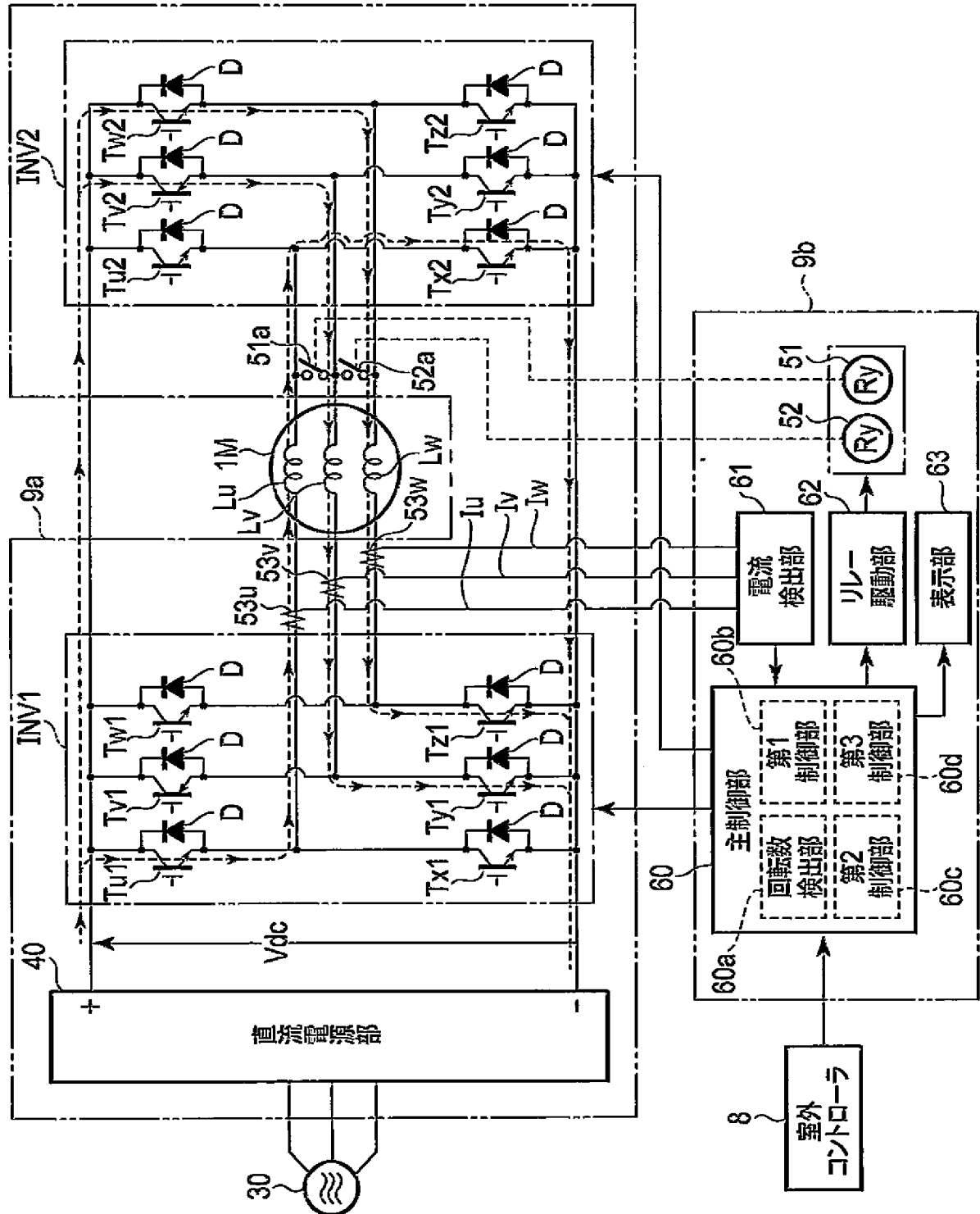
前記モータコントローラは、
前記オープン巻線モードの設定時に前記モータが異常停止した場合、そのオープン巻線モードの設定のまま前記モータを再起動し、この再起動にもかかわらず前記モータの異常停止が続く場合に前記オープン巻線モードに代えて前記スター結線モードを設定しかつ前記モータを再起動する、
ことを特徴とする請求項1に記載のモータ駆動装置。

- [請求項4] 前記モータコントローラは、
前記オープン巻線モードの設定時に前記モータが異常停止した場合、
前記第1および第2インバータにおける故障の有無を検出し、
前記第1インバータに故障がなく、かつ第2インバータに含まれるスイッチング素子のオープン故障であれば前記オープン巻線モードに代えて前記スター結線モードを設定しかつ前記モータを再起動する、
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] 前記第1インバータに故障がある場合、または第2インバータに含まれるスイッチング素子の短絡故障である場合、もしくは前記再起動にもかかわらず前記モータの異常停止が続いた場合は前記モータの駆動を停止する
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] 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、
前記モータにより駆動され、冷媒を吸込んで圧縮し吐出する圧縮機と、
前記圧縮機、凝縮器、減圧器、蒸発器を接続して前記冷媒を循環させる冷凍サイクルと、
を備えることを特徴とする冷凍サイクル装置。

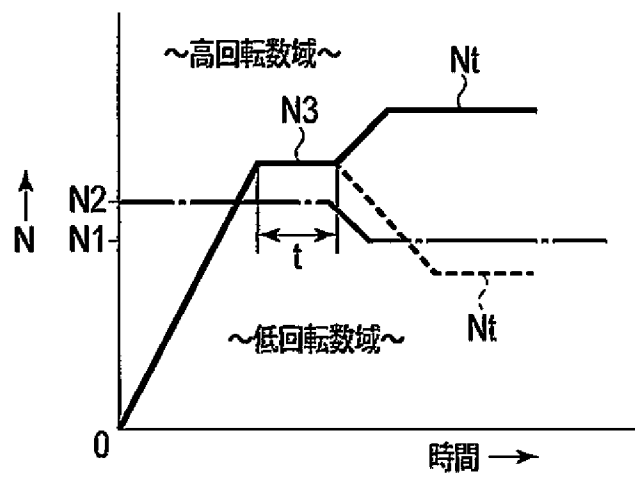
[図1]



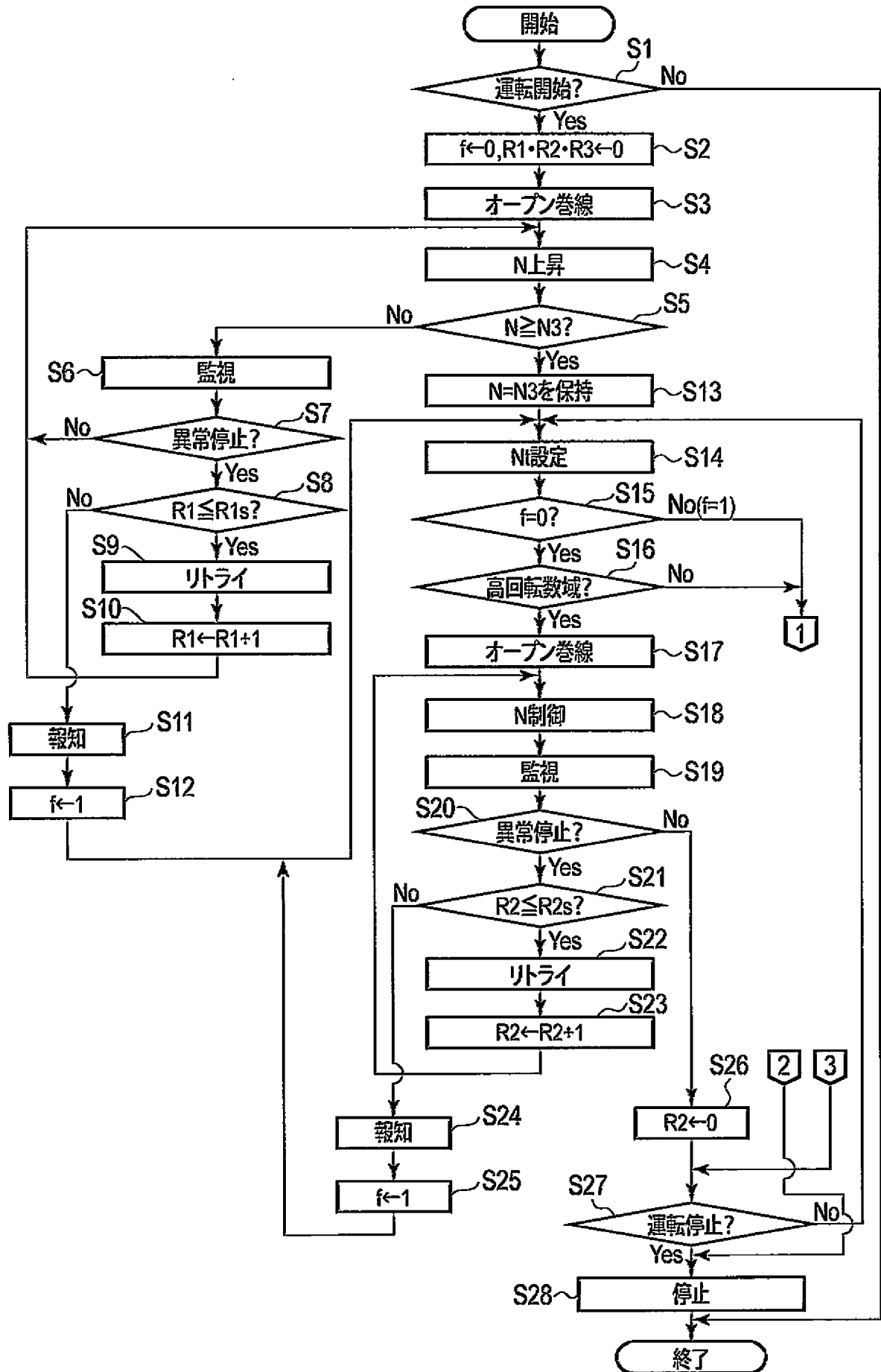
[図2]



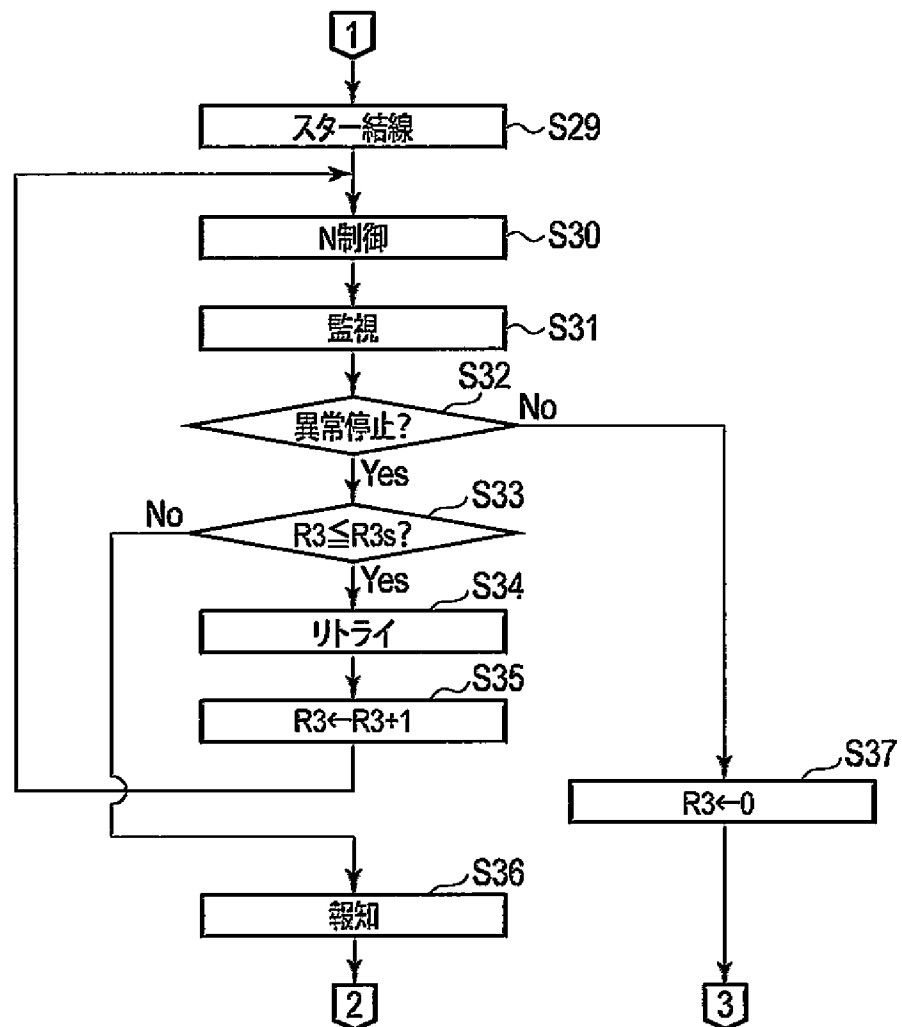
[図3]

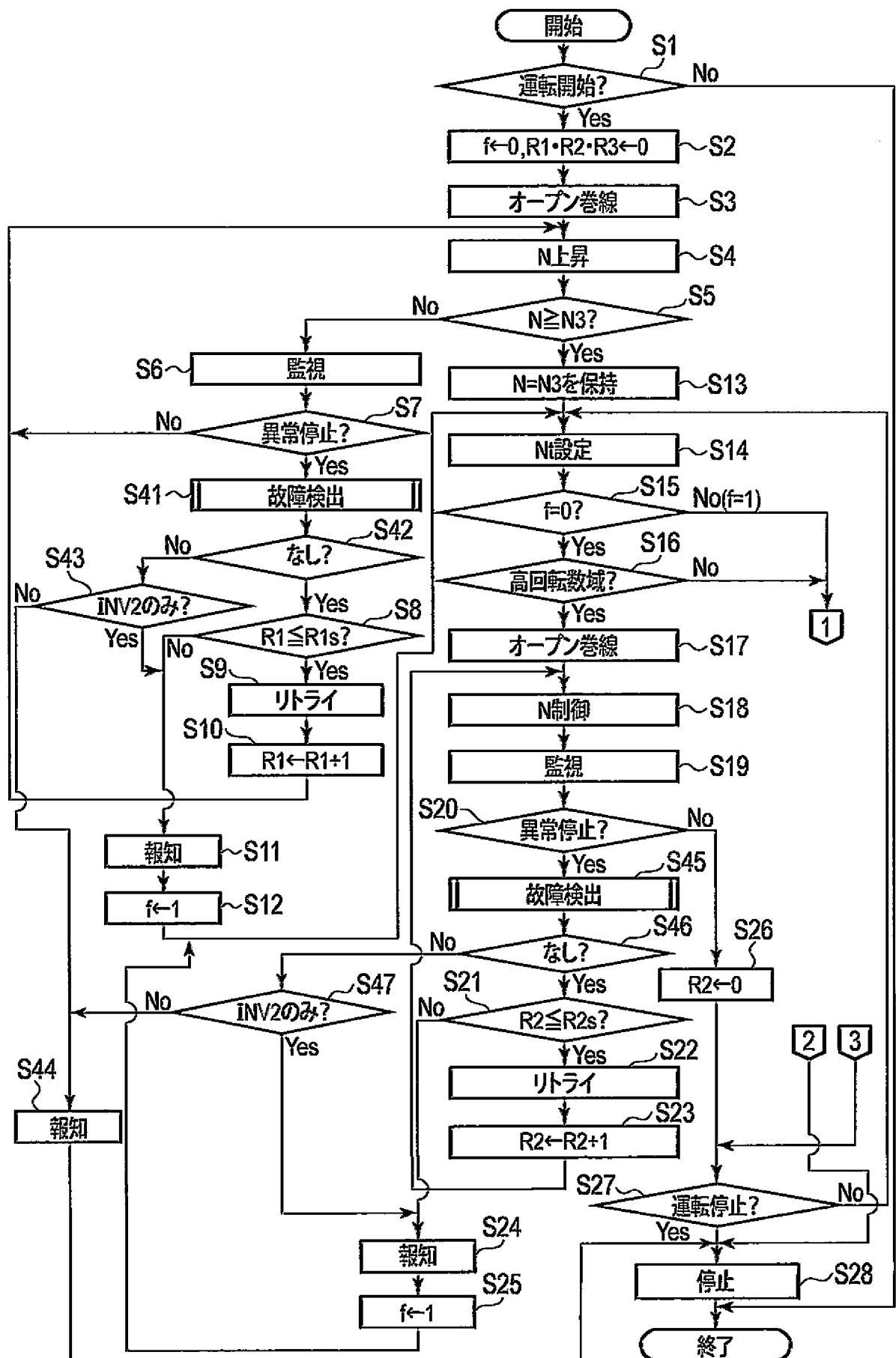


[図4]

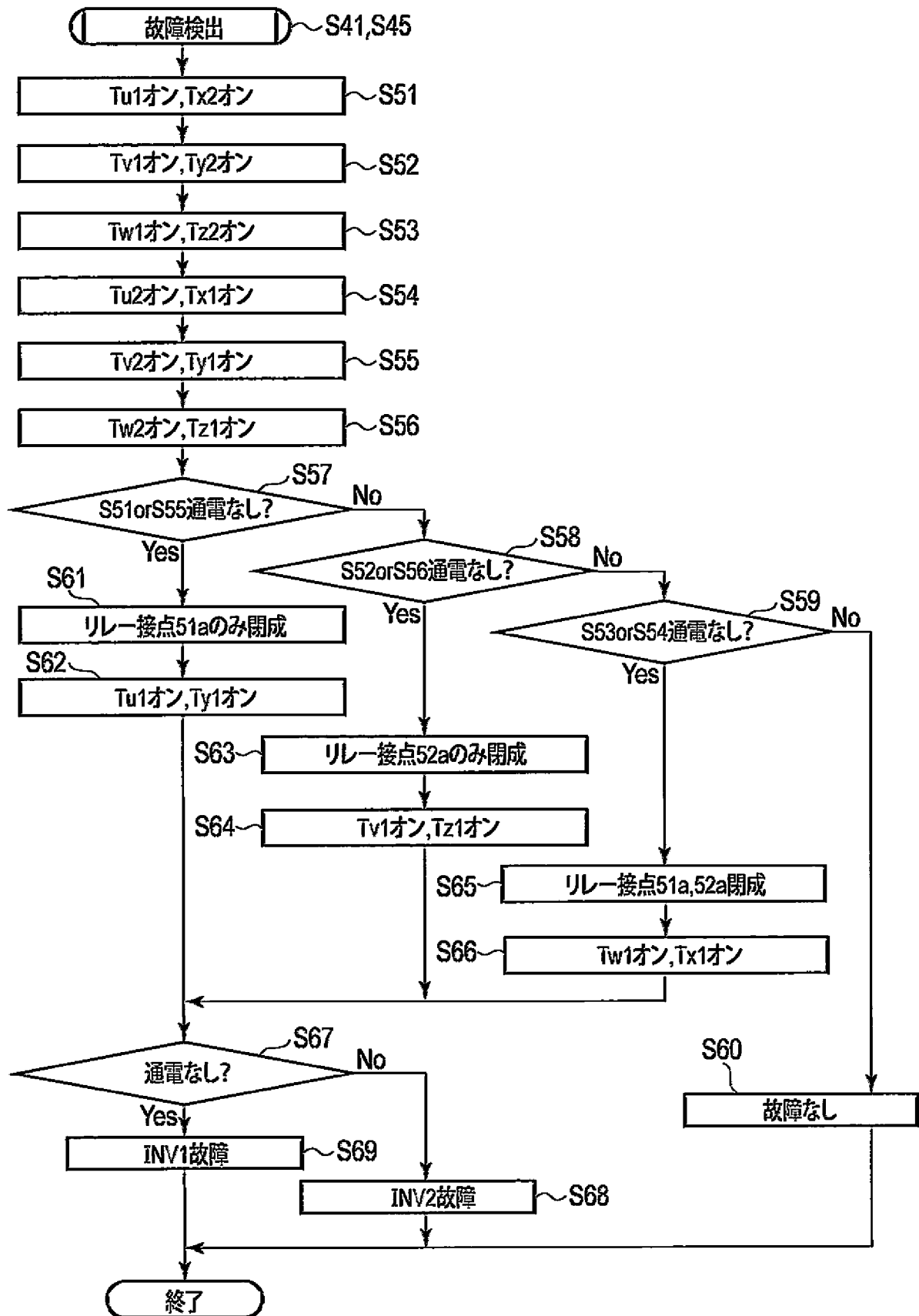


[図5]





[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/010955

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H02P25/18 (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)

Int. Cl. H02P25/18, H02P27/06

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.
A	JP 2019-176554 A (TOSHIBA CARRIER CORP.) 10 October 2019, claims 1-2, paragraphs [0026]-[0032], fig. 1-4	1-6
A	JP 2019-062726 A (TOSHIBA CARRIER CORP.) 18 April 2019, claim 3	1-6

☐ 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
18.05.2020

Date of mailing of the international search report
02.06.2020

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/JP2020/010955

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-176554 A	10.10.2019	(Family: none)	
JP 2019-062726 A	18.04.2019	CN 109560744 A	

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, H02P27/06 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table> 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）			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				
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													
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												
A	JP 2019-176554 A（東芝キヤリア株式会社）10.10.2019（2019 - 10 - 10） 請求項1-2, 段落[0026]-[0032], 図1-4	1-6												
A	JP 2019-062726 A（東芝キヤリア株式会社）18.04.2019（2019 - 04 - 18） 請求項3	1-6												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 18.05.2020	国際調査報告の発送日 02.06.2020													
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） 佐藤 彰洋 3V 3936 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/JP2020/010955

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2019-176554	A	10.10.2019	(ファミリーなし)			
JP	2019-062726	A	18.04.2019	CN	109560744	A	