(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
2018年3月8日(08.03.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/043258 A1

(51) 国際特許分類:
H02M 7/48 (2007.01) *H02P 3/06* (2006.01)
F24F 11/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/030195

(22) 国際出願日： 2017年8月23日(23.08.2017)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2016-172372 2016年9月5日(05.09.2016) JP

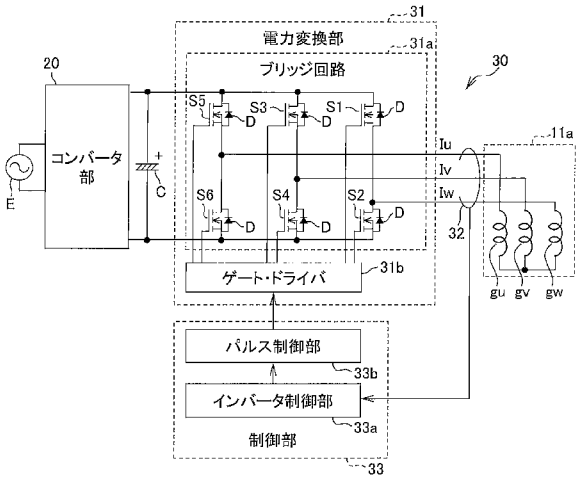
(71) 出願人:日立ジョンソンコントロールズ空調株式会社(**HITACHI-JOHNSON CONTROLS AIR CONDITIONING, INC.**) [JP/JP]; 〒1050022 東京都港区海岸一丁目１６番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者:初瀬 渉(**HATSUSE Wataru**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 田村 正博(**TAMURA Masahiro**); 〒1050022 東京都港区海岸一丁目１６番１号 日立ジョンソンコントロールズ空調株式会社内 Tokyo (JP). 江幡 勇紀(**EBATA Yuki**); 〒1050022 東京都港区海岸一丁目１６番１号 日立ジョンソンコントロールズ空調株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人磯野国際特許商標事務所(**ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.**); 〒1050001 東京都港区虎ノ

(54) **Title:** POWER CONVERSION DEVICE AND AIR CONDITIONER EQUIPPED WITH SAME

(54) 発明の名称： 電力変換装置及びこれを備える空気調和機



20 Converter unit
31 Power conversion unit
31a Bridge circuit
31b Gate driver
33 Control unit
33a Inverter control unit
33b Pulse control unit

(57) **Abstract:** Provided is a highly reliable power conversion device. This power conversion device (30) is equipped with: a power conversion unit (31), which has upper arm switching elements (S1, S3, and S5) connected to the positive side of a smoothing capacitor (C) and lower arm switching elements (S2, S4, and S6) connected to the negative side of the smoothing capacitor (C), and which converts DC voltage applied from the smoothing capacitor (C) to a drive voltage for a motor (11a); and a control unit (33) which, when the motor (11a) is stopped, alternately repeats a first state in which

WO 2018/043258 A1

[続葉有]

門一丁目１番１８号　ヒューリック虎ノ門ビル 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, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, 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：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

---

at least two of the switching elements of one of the arms, that is, the upper arm or the lower arm, are turned on, and the other switching elements are turned off, and a second state in which the upper arm switching elements and the lower arm switching elements (S1-S6) are turned off.

(57) 要約：信頼性の高い電力変換装置等を提供する。電力変換装置（３０）は、平滑キャパシタ（Ｃ）の正側に接続される上アームのスイッチング素子（Ｓ１，Ｓ３，Ｓ５）を有するとともに、平滑キャパシタ（Ｃ）の負側に接続される下アームのスイッチング素子（Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６）を有し、平滑キャパシタ（Ｃ）から印加される直流電圧をモータ（１１ａ）の駆動電圧に変換する電力変換部（３１）と、モータ（１１ａ）の停止時に、上アーム及び下アームのうち一方のスイッチング素子の少なくとも２つをオン状態とし、他方のスイッチング素子をオフ状態とする第１の状態と、上アーム及び下アームのスイッチング素子（Ｓ１～Ｓ６）をオフ状態とする第２の状態と、を交互に繰り返す制御部（３３）と、を備える。

明　細　書

発明の名称 ： 電力変換装置及びこれを備える空気調和機

技術分野

[0001] 本発明は、電力変換装置等に関する。

背景技術

[0002] スクロール型の圧縮機の吸込側又は吐出側に逆止弁を設けた空気調和機が知られている。このような逆止弁を設けることで、圧縮機駆動用のモータが停止した後、圧縮機の吐出側・吸込側の差圧によるモータの逆回転を防止し、唸り音や振動を抑制するようにしている。

[0003] その一方で、圧縮機に逆止弁を設けると、部品点数の増加やコストアップを招き、また、逆止弁における冷媒の圧力損失によって圧縮機の効率が低下するという事情がある。そこで、圧縮機に逆止弁を設けることなく、モータの逆回転を抑制する技術として、例えば、特許文献１，２に記載の技術が知られている。

[0004] すなわち、特許文献１には、インバータ装置の正電圧側又は負電圧側の全てのスイッチング素子を通電することによって、コンプレッサモータの運転停止後の逆回転を防止することが記載されている。

[0005] また、特許文献２には、直流電源の正極に接続される第１のスイッチング素子群、又は直流電源の負極に接続される第２のスイッチング素子群を同時に導通状態にすることによって、直流ブラシレスモータの運転停止後の逆回転を防止することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２０００－２８７４８５号公報

特許文献2：特開平１１－４６４９４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献１，２に記載の技術では、モータの停止時に正電圧側等のスイッチング素子がオン状態で維持される。そうすると、モータの巻線に流れる電流が誘起電圧によって過渡的に大きく変動し、それに伴ってモータのトルクも大きく変動するため、唸り音や振動が生じる可能性がある。また、モータの巻線に大きな電流が流れるため、場合によっては、モータの永久磁石で減磁が生じたり、前記したスイッチング素子に不具合が生じたりする可能性もある。

[0008] そこで、本発明は、信頼性の高い電力変換装置等を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0009] 前記課題を解決するために、本発明は、モータの停止時に、上アーム及び下アームのうち一方のスイッチング素子の少なくとも２つをオン状態とし、他方のスイッチング素子をオフ状態とする第１の状態と、上アーム及び下アームのスイッチング素子をオフ状態とする第２の状態と、を交互に繰り返すことを特徴とする。

[0010] また、本発明は、モータの停止時に、モータの巻線と直流電源とを電気的に接続するように上アーム及び下アームのスイッチング素子を制御する第１制御と、上アーム及び下アームのスイッチング素子をオフ状態にする第２制御と、を交互に繰り返すことを特徴とする。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、信頼性の高い電力変換装置等を提供できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の第１実施形態に係る電力変換装置を備える空気調和機の構成図である。

[図2]本発明の第１実施形態に係る電力変換装置を含む構成図である。

[図3]本発明の第１実施形態に係る電力変換装置の制御部が実行する処理のフローチャートである。

[図4]本発明の第１実施形態に係る電力変換装置に関する説明図であり、（ａ

）は電力変換装置の「第１の状態」を示す説明図であり、（ｂ）は電力変換装置の「第２の状態」を示す説明図である。

[図5]（ａ）は下アームのスイッチング素子におけるオンデューティの指令信号の説明図であり、（ｂ）は下アームのスイッチング素子のオン・オフを示すパルス信号の説明図である。

[図6]（ａ）は下アームのスイッチング素子におけるオンデューティの指令信号に関する別の例の説明図であり、（ｂ）は下アームのスイッチング素子のオン・オフを示すパルス信号の説明図である。

[図7]本発明の第１実施形態に係る電力変換装置を備える空気調和機において、圧縮機の回転速度、モータのトルク、及びモータに流れる電流の変化を示す実験結果である。

[図8]本発明の第１実施形態及び比較例における圧縮機の運転効率を示す説明図である。

[図9]本発明の第２実施形態に係る電力変換装置の制御部が実行する処理のフローチャートである。

[図10]本発明の第２実施形態に係る電力変換装置に関する説明図であり、（ａ）は電力変換装置の「第１制御」の説明図であり、（ｂ）は電力変換装置の「第２制御」の説明図である。

[図11]比較例に係る空気調和機において、圧縮機の回転速度、モータのトルク、及びモータに流れる電流の変化を示す実験結果である。

発明を実施するための形態

[0013] ≪第１実施形態≫

＜空気調和機の構成＞

図１は、第１実施形態に係る電力変換装置３０を備える空気調和機１００の構成図である。

空気調和機１００は、ヒートポンプサイクルで冷媒を循環させることによって空調（冷房運転、暖房運転、除湿運転等）を行う機器である。図１に示すように、空気調和機１００は、冷媒回路１０と、室外ファンＦ１と、室内

ファンＦ２と、を備えている。また、空気調和機１００は、前記した構成の他に、コンバータ部２０と、電力変換装置３０と、を備えるとともに、図１では図示を省略したが、電気系に平滑キャパシタＣ（図２参照）を備えている。

[0014] 冷媒回路１０は、圧縮機１１と、室外熱交換器１２と、膨張弁１３と、室内熱交換器１４と、が四方弁１５を介して環状に順次接続された回路である。

[0015] 圧縮機１１は、ガス状の冷媒を圧縮する機器であり、駆動源のモータ１１ａを備えている。圧縮機１１は、例えば、スクロール型の圧縮機であり、その停止時において吸込側・吐出側に差圧が生じるという特性を有している。前記した差圧によって、仮にモータ１１ａが高速で逆回転すると、誘起電圧によって過渡的な電流変動やトルク変動が生じる。その一方で、モータ１１ａの逆回転を規制する逆止弁（図示せず）を設けると、部品点数の増加やコストアップを招く。したがって、本実施形態では一例として、圧縮機１１に逆止弁を設けない構成とし、電力変換装置３０の制御によってモータ１１ａの逆回転を抑制するようにしている。

[0016] 四方弁１５は、冷媒の流れる向きを切り替える弁である。すなわち、冷房運転時（図１の破線矢印）には、室外熱交換器１２を凝縮器として機能させ、室内熱交換器１４を蒸発器として機能させるように四方弁１５が制御される。一方、暖房運転時（図１の実線矢印）には、室内熱交換器１４を凝縮器として機能させ、室外熱交換器１２を蒸発器として機能させるように四方弁１５が制御される。つまり、冷媒回路１０は、圧縮機１１と、凝縮器（室外熱交換器１２・室内熱交換器１４の一方）と、膨張弁１３と、蒸発器（室外熱交換器１２・室内熱交換器１４の他方）と、が四方弁１５を介して環状に順次接続された構成になっている。

[0017] 室外熱交換器１２は、外気と冷媒との間で熱交換が行われる熱交換器である。

室外ファンＦ１は、室外熱交換器１２に外気を送り込むファンであり、室

外熱交換器１２の付近に設置されている。

[0018] 室内熱交換器１４は、室内空気（空調対象空間の空気）と冷媒との間で熱交換が行われる熱交換器である。

室内ファンＦ２は、室内熱交換器１４に室内空気を送り込むファンであり、室内熱交換器１４の付近に設置されている。

[0019] 膨張弁１３は、前記した「凝縮器」で凝縮した冷媒を減圧する弁である。膨張弁１３によって減圧された冷媒は、前記した「蒸発器」に導かれる。そして、各種センサ（図示せず）の検出値やリモコン（図示せず）からの操作信号等に基づいて、空気調和機１００の各機器が制御されるようになっている。

[0020] コンバータ部２０は、交流電源Ｅから印加される交流電圧を直流電圧に変換する電力変換器である。なお、コンバータ部２０は、前記した直流電圧の高さを調整する機能も有している。

電力変換装置３０は、所定の直流電圧をモータ１１ａの駆動電圧（つまり、三相交流電圧）に変換する装置である。

[0021] ＜電力変換装置の構成＞

図２は、電力変換装置３０を含む構成図である。

図２に示す平滑キャパシタＣは、コンバータ部２０から印加される電圧（脈流を含む直流電圧）を平滑化するキャパシタであり、その正側・負側がコンバータ部２０に接続されている。

[0022] 図２に示すように、電力変換装置３０は、電力変換部３１と、電流検出部３２と、制御部３３と、を備えている。

電力変換部３１は、「直流電源」から印加される直流電圧をモータ１１ａの駆動電圧に変換するインバータ回路である。なお、前記した「直流電源」は、交流電源Ｅと、コンバータ部２０と、平滑キャパシタＣと、を含んで構成される。

[0023] 図２に示すように、電力変換部３１は、ブリッジ回路３１ａと、ゲート・ドライバ３１ｂと、を備えている。

ブリッジ回路３１ａは、平滑キャパシタＣ（直流電源）の正側に接続される上アームのスイッチング素子Ｓ１，Ｓ３，Ｓ５と、平滑キャパシタＣ（直流電源）の負側に接続される下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６と、を備えている。スイッチング素子Ｓ１～Ｓ６には、それぞれ、還流ダイオードＤが逆並列に接続されている。

[0024] スイッチング素子Ｓ１～Ｓ６は、例えば、ＭＯＳＦＥＴ（Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor）であり、制御部３３からの指令によって、そのオン・オフが切り替わるようになっている。なお、スイッチング素子Ｓ１～Ｓ６として、ＩＧＢＴ（Insulated Gate Bipolar Transistor）等、他の種類の素子を用いてもよい。

[0025] 図２に示すように、平滑キャパシタＣの正側にドレインが接続されるスイッチング素子Ｓ１と、平滑キャパシタＣの負側にソースが接続されるスイッチング素子Ｓ２と、の接続点が、W相の配線に接続されている（Ｕ相、Ｖ相についても同様）。

なお、スイッチング素子Ｓ１～Ｓ６の電流容量を、所定の減磁電流値（モータ１１ａの永久磁石において減磁が生じ始める電流値）以上にすることが好ましい。これによって、減磁電流値に近い大きな電流がスイッチング素子Ｓ１～Ｓ６に流れたとしても、これらのスイッチング素子Ｓ１～Ｓ６の不具合を防止できるからである。

[0026] ゲート・ドライバ３１ｂは、パルス制御部３３ｂから入力されるパルス信号に基づいて、スイッチング素子Ｓ１～Ｓ６のゲートに所定の電圧を印加する（つまり、ゲート信号を出力する）機能を有している。

[0027] 電流検出部３２は、モータ１１ａの巻線ｇｕ，ｇｖ，ｇｗに流れる電流を検出するものであり、図２に示す例では、Ｕ相・Ｖ相・W相の配線にそれぞれ設置されている。電流検出部３２の検出値は、後記するインバータ制御部３３ａに出力される。

[0028] 制御部３３は、モータ１１ａの巻線ｇｕ，ｇｖ，ｇｗに流れる電流の検出値に基づいて、スイッチング素子Ｓ１～Ｓ６のオン・オフを制御する機能を

有している。制御部３３は、図示はしないが、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＲＯＭ（Read Only Memory）、ＲＡＭ（Random Access Memory）、各種インタフェース等の電子回路を含んで構成されている。そして、ＲＯＭに記憶されたプログラムを読み出してＲＡＭに展開し、ＣＰＵが各種処理を実行するようになっている。

[0029] 図２に示すように、制御部３３は、インバータ制御部３３ａと、パルス制御部３３ｂと、を備えている。

インバータ制御部３３ａは、モータ１１ａの巻線ｇｕ，ｇｖ，ｇｗに流れる電流の検出値に基づいて、パルス制御部３３ｂに所定の印加電圧指令（巻線ｇｕ，ｇｖ，ｇｗに印加する三相交流電圧の指令値）を出力する機能を有している。

[0030] パルス制御部３３ｂは、インバータ制御部３３ａから入力される印加電圧指令に基づき、ＰＷＭ制御（Pulse Width Modulation）によって、所定のパルス信号を生成する機能を有している。パルス制御部３３ｂによって生成されたパルス信号は、前記したように、ゲート・ドライバ３１ｂに出力される。

その他、図２では省略したが、制御部３３は、コンバータ部２０の昇圧動作を制御する機能も有している。

[0031] ＜制御部の処理＞

図３は、電力変換装置３０の制御部３３が実行する処理のフローチャートである。

なお、図３の「ＳＴＡＲＴ」時には、モータ１１ａが正回転で駆動しているものとする。つまり、図３の「ＳＴＡＲＴ」時には、圧縮機１１の駆動によって所定の空調運転が行われているものとする。

ステップＳ１０１において制御部３３は、モータ１１ａを停止させるか否かを判定する。つまり、制御部３３は、空調運転の停止又はサーモオフの指令が自身に入力されたか否かを判定する。

[0032] ステップＳ１０１においてモータ１１ａを停止させない場合（Ｓ１０１：

Ｎｏ）、制御部３３は、モータ１１ａを駆動させつつ、ステップＳ１０１の判定処理を繰り返す。一方、ステップＳ１０１においてモータ１１ａを停止させる場合（Ｓ１０１：Ｙｅｓ）、制御部３３の処理はステップＳ１０２に進む。

[0033] ステップＳ１０２において制御部３３は、コンバータ部２０の昇圧動作を停止させる。詳細については後記するが、次のステップＳ１０３の処理では、モータ１１ａの巻線ｇｕ，ｇｖ，ｇｗと平滑キャパシタＣとが電気的に遮断され、コンバータ部２０からモータ１１ａにエネルギが出力されない状態になる。ステップＳ１０３の処理中、仮にコンバータ部２０の昇圧動作が継続されていると、平滑キャパシタＣの電圧が上昇し、その耐圧を超える可能性がある。したがって、本実施形態では、ステップＳ１０３の制御を行う前に、制御部３３がコンバータ部２０の昇圧動作を停止させるようにしている。これによって、平滑キャパシタＣを保護できるとともに、ゲート・ドライバ３１ｂに印加される電圧を所定の許容範囲内に抑えることができる。

[0034] 次に、ステップＳ１０３において制御部３３は、「第１の状態」と「第２の状態」とを交互に繰り返す。ここで、次のステップＳ１０４，Ｓ１０５を説明する前に、ステップＳ１０３の「第１の状態」について図４（ａ）を参照して説明し、さらに、「第２の状態」について図４（ｂ）を参照して説明する。

[0035] 図４（ａ）は、電力変換装置３０の「第１の状態」を示す説明図である。

「第１の状態」において制御部３３は、下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６をオン状態とし、上アームのスイッチング素子Ｓ１，Ｓ３，Ｓ５をオフ状態とする。圧縮機１１の吸込側・吐出側の差圧によってモータ１１ａが逆回転すると、この逆回転を妨げる誘起電圧（逆起電力）が巻線ｇｕ，ｇｖ，ｇｗに生じる。その結果、スイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６及び巻線ｇｕ，ｇｖ，ｇｗを介して、モータ１１ａの逆回転を妨げるように電流が流れる。これによって、圧縮機１１の吸込側・吐出側の差圧によるモータ１１ａの逆回転が抑制される。

[0036] 図４（ｂ）は、電力変換装置３０の「第２の状態」を示す説明図である。

「第２の状態」において制御部３３は、上アームのスイッチング素子Ｓ１，Ｓ３，Ｓ５、及び下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６をオフ状態とする。そうすると、モータ１１ａの巻線ｇｕ，ｇｖ，ｇｗのインダクタンスによって、モータ１１ａの逆回転を妨げる向きの還流電流が、還流ダイオードＤ等を介して流れる。したがって、この「第２の状態」においても、モータ１１ａの逆回転が抑制される。

[0037] また、スイッチング素子Ｓ１～Ｓ６の全てをオフ状態とする「第２の状態」は、下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６をオン状態にして短絡する「第１の状態」に比べて、巻線ｇｕ，ｇｖ，ｇｗに流れる電流の振幅が小さくなる。したがって、モータ１１ａの逆回転を抑制しつつ、モータ１１ａにおける電流変動やトルク変動を抑制できる。

[0038] 図４（ａ）に示す「第１の状態」と、図４（ｂ）に示す「第２の状態」と、を交互に繰り返すことによって（Ｓ１０３：図３参照）、巻線ｇｕ，ｇｖ，ｇｗに生じる誘起電圧の急激な変動が抑制され、過渡的な電流変動やトルク変動を抑制できる。次に、ステップＳ１０３における下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６のオンデューティの変化について説明する。

[0039] 図５（ａ）は、下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６におけるオンデューティの指令信号の説明図である。

なお、図５（ａ）の横軸は、モータ１１ａの駆動停止時から経過した時間である。図５（ａ）の縦軸は、下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６のオンデューティを示す指令信号である。

図５（ａ）の値“１”に漸近する単調増加の指令信号（実線）は、例えば、ステップ関数を周知の一次遅れフィルタ（図示せず）に入力することによって生成される。この指令信号は、インバータ制御部３３ａ（図２参照）において生成され、パルス制御部３３ｂ（図２参照）に出力される。

[0040] また、制御部３３は、「第１の状態」と「第２の状態」とを交互に繰り返す過程（Ｓ１０３）で、下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６のオ

ンデューティを増加させる。仮に、モータ１１ａの駆動停止の直後に下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６のオン状態（短絡状態）を継続すると、モータ１１ａの逆回転に伴う誘起電圧が急激に変動し、過渡的な電流変動やトルク変動が生じる可能性がある。

[0041] これに対して本実施形態では、前記したように、制御部３３が、下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６のオンデューティを徐々に増加させる。これによって、特にモータ１１ａの駆動停止の直後における過渡的な電流変動やトルク変動を抑制できる。つまり、モータ１１ａの駆動停止の直後は、制御部３３が、モータ１１ａの逆回転に対して緩やかにブレーキトルクを作用させ、その後にブレーキトルクを徐々に増すようにしている。

[0042] 図５（ｂ）は、下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６のオン・オフを示すパルス信号の説明図である。

なお、図５（ｂ）の横軸は時間であり、図５（ａ）に対応している。図５（ｂ）の縦軸は、下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６のオン・オフを示すパルス信号である。

制御部３３は、図５（ａ）の破線で示す三角波のＰＷＭキャリア信号と、同図の実線で示す指令信号と、の比較に基づき、パルス制御部３３ｂによって、図５（ｂ）に示すパルス信号を生成する。

[0043] すなわち、図５（ａ）の実線で示す指令信号が、破線で示すＰＷＭキャリア信号よりも大きい区間では、“１”を示すパルス信号が、パルス制御部３３ｂ（図２参照）からゲート・ドライバ３１ｂ（図２参照）に出力される。この区間（第１の状態）では、下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６がオン状態にされる。

[0044] 一方、図５（ａ）の実線で示す指令信号が、破線で示すＰＷＭキャリア信号よりも小さい区間では、“０”を示すパルス信号が、パルス制御部３３ｂ（図２参照）からゲート・ドライバ３１ｂ（図２参照）に出力される。この区間（第２の状態）では、下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６がオフ状態にされる。

[0045] このように、図３のステップＳ１０３では、下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６のオン・オフが交互に切り替えられる。なお、上アームのスイッチング素子Ｓ１，Ｓ３，Ｓ５については、図５（ａ）、（ｂ）では省略したが、ステップＳ１０３の処理中、常時オフ状態である（図４（ａ）、図４（ｂ）参照）。

[0046] 図６（ａ）は、下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６におけるオンデューティの指令信号に関する別の例の説明図であり、図６（ｂ）は、下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６のオン・オフを示すパルス信号の説明図である。

ステップＳ１０３における下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６のオンデューティは単調増加であればよく、図６（ａ）に示すように、オンデューティの指令信号を直線的に増加させてもよい。そして、図６（ａ）に示す指令信号に基づいて、図６（ｂ）に示すパルス信号が生成される。

[0047] 再び、図３に戻って説明を続ける。

ステップＳ１０３の制御を行った後、ステップＳ１０４において制御部３３は、ステップＳ１０３の制御の開始時から所定時間ｔｓ（図５、図６参照）が経過したか否かを判定する。なお、所定時間ｔｓ（例えば、数秒～数十秒）は、下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６のオフ時間が、ゲート・ドライバ３１ｂが動作可能なオフ時間下限値以下になる前に、次のステップＳ１０５の処理が行われるように設定されている。これによって、ゲート・ドライバ３１ｂの誤動作を防止し、モータ１１ａの逆回転を適切に抑制できる。

[0048] ステップＳ１０３の制御の開始時から所定時間ｔｓが経過していない場合（Ｓ１０４：Ｎｏ）、制御部３３の処理はステップＳ１０３に戻る。一方、ステップＳ１０３の制御の開始時から所定時間ｔｓが経過した場合（Ｓ１０４：Ｙｅｓ）、制御部３３の処理はステップＳ１０５に進む。

[0049] ステップＳ１０５において制御部３３は、「第１の状態」を継続する。つまり、制御部３３は、「第１の状態」と「第２の状態」とを交互に繰り返す

制御を所定時間ｔｓだけ行った後（Ｓ１０３、Ｓ１０４：Ｙｅｓ）、第１の状態を継続させる（Ｓ１０５）。これによって、前記したように、ゲート・ドライバ３１ｂの誤動作を防止し、また、モータ１１ａの逆回転を停止させるまでの時間を短縮できる。

[0050] ステップＳ１０５の処理を行った後、制御部３３は、一連の処理を終了する（ＥＮＤ）。なお、図３では省略したが、制御部３３は、ステップＳ１０５において「第１の状態」を継続する動作を所定時間行った後、スイッチング素子Ｓ１～Ｓ６をオフ状態にする。

[0051] ＜効果＞

第１実施形態によれば、モータ１１ａの停止時において制御部３３は、「第１の状態」（図４（ａ）参照）と、「第２の状態」（図４（ｂ）参照）と、を交互に繰り返す。これによって、モータ１１ａにおける過渡的な電流変動やトルク変動を抑制できる。

[0052] 図１１は、比較例における圧縮機１１の回転速度（図１１（ａ）参照）、モータ１１ａ等のトルク（図１１（ｂ）参照）、及びモータ１１ａに流れる電流（図１１（ｃ）参照）の変化を示す実験結果である。なお、図１１（ａ）、（ｂ）、（ｃ）の横軸（時間）は、モータ１１ａの駆動停止時から経過した時間である。

[0053] 比較例では、モータ１１ａの停止後、上アームのスイッチング素子Ｓ１，Ｓ３，Ｓ５をオフ状態で維持し、下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６をオン状態で維持するようにしている。つまり、比較例では、スイッチング素子Ｓ１～Ｓ６を「第２の状態」（図４（ｂ）参照）に切り替えることなく、「第１の状態」（図４（ａ）参照）を継続するようにしている。

[0054] 図１１（ａ）に示すように、比較例では、モータ１１ａの停止後、圧縮機１１の吸込側・吐出側の差圧によって、モータ１１ａが値ω１の回転速度で逆回転し始め、その後、回転速度がゼロへと単調減少している。その一方で、図１１（ｃ）に示すように、モータ１１ａの停止直後において、巻線ｇｕ，ｇｖ，ｇｗに流れる電流が大きく変動し、その振幅が所定値Ｉ１を超えて

いる。この所定値Ｉ１は、例えば、モータ１１ａの永久磁石（図示せず）で減磁が生じ始める電流値である。

[0055] 図１１（ｃ）に示すように、電流が大きく変動するのは、モータ１１ａが高速で逆回転することによって誘起電圧が急激に変動し、それに伴う電流が、オン状態で維持されているスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６を介して流れるからである。このようにモータ１１ａやスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６に大きな電流が流れると、モータ１１ａが備える永久磁石（図示せず）の減磁や、スイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６の不具合を招く可能性がある。

[0056] また、前記した電流の変動に起因して、図１１（ｂ）に示すように、モータ１１ａの停止直後にトルク（実線）が大きく変動している。このようにモータ１１ａのトルクが大きく変動すると、唸り音や振動が発生して、ユーザに不快感を与える可能性がある。

[0057] なお、図１１（ｂ）に示す負荷トルク（圧縮機１１の吸込側・吐出側の差圧に起因する逆回転のトルク）は、モータ１１ａの正回転とは逆向き（負の値）であるが、図１１（ｂ）では、その絶対値を示している。そして、モータ１１ａのトルクが負荷トルクに略等しくなると、モータ１１ａの逆回転が止まる（図１１（ａ）参照）。

[0058] 図７は、第１実施形態における圧縮機１１の回転速度（図７（ａ）参照）、モータ１１ａ等のトルク（図７（ｂ）参照）、及びモータ１１ａに流れる電流（図７（ｃ）参照）の変化を示す実験結果である。

前記したように、「第１の状態」と「第２の状態」とが交互に繰り返されることで（Ｓ１０３：図３参照）、モータ１１ａに流れる電流の振幅が所定値Ｉ１未満に抑えられている（図７（ｃ）参照）。これは、スイッチング素子Ｓ１～Ｓ６をオフ状態とする「第２の状態」において、巻線ｇｕ，ｇｖ，ｇｗに生じる誘起電圧の変動が抑制されたためである。したがって、本実施形態によれば、モータ１１ａが備える永久磁石（図示せず）の減磁や、スイッチング素子Ｓ１～Ｓ６の不具合の発生を防止しつつ、モータ１１ａの停止

後の逆回転を抑制できる。

[0059] また、モータ１１ａに流れる電流の振幅が比較的小さいため（図７（ｃ）参照）、モータ１１ａの停止直後において、モータ１１ａのトルクの変動幅が（図７（ｂ）参照）、比較例（図１１（ｂ）参照）よりも小さくなっている。したがって、本実施形態によれば、モータ１１ａのトルク変動に起因する唸り音や振動を抑制できる。

[0060] 図８は、第１実施形態及び比較例における圧縮機１１の運転効率を示す説明図である。

図８の横軸は、モータ１１ａの回転速度であり、縦軸は、圧縮機１１の運転効率である。

なお、比較例（破線）は、モータ１１ａの逆回転を規制する逆止弁（図示せず）を圧縮機１１に設けた構成の空気調和機である。

[0061] 図８に示すように、圧縮機１１の運転領域である回転速度Ｎ１～Ｎ２の全範囲において、比較例よりも本実施形態のほうが、圧縮機１１の運転効率が高くなっている。これは、逆止弁（図示せず）を設けない本実施形態のほうが、圧縮機１１における冷媒の圧力損失が小さいからである。また、本実施形態によれば、逆止弁を設ける必要がないため、圧縮機１１の部品点数を削減し、ひいては、空気調和機１００の製造コストを低減できる。

[0062] ≪第２実施形態≫

第２実施形態は、圧縮機１１の停止時におけるスイッチング素子Ｓ１～Ｓ６のオン・オフの切替えの仕方が第１実施形態とは異なっているが、その他（空気調和機１００や電力変換装置３０の構成：図１、図２参照）については第１実施形態と同様である。したがって、第１実施形態とは異なる部分について説明し、重複する部分については説明を省略する。

[0063] 図９は、第２実施形態に係る電力変換装置３０の制御部３３が実行する処理のフローチャートである。

ステップＳ２０１において制御部３３は、モータ１１ａを停止させるか否かを判定する。モータ１１ａを停止させない場合（Ｓ２０１：Ｎｏ）、制御

部３３は、モータ１１ａを駆動させつつ、ステップＳ２０１の判定処理を繰り返す。一方、モータ１１ａを停止させる場合（Ｓ２０１：Ｙｅｓ）、制御部３３の処理はステップＳ２０２に進む。

ステップＳ２０２において制御部３３は、「第１制御」と「第２制御」とを交互に繰り返す。なお、「第１制御」及び「第２制御」の説明については後記する。

[0064] ステップＳ２０３において制御部３３は、ステップＳ２０２の制御の開始時から所定時間が経過したか否かを判定する。

ステップＳ２０２の制御の開始時から所定時間が経過していない場合（Ｓ２０３：Ｎｏ）、制御部３３の処理はステップＳ２０２に戻る。一方、ステップＳ２０２の制御の開始時から所定時間が経過した場合（Ｓ２０３：Ｙｅｓ）、制御部３３は一連の処理を終了する（ＥＮＤ）。そして、図９では省略したが、制御部３３はスイッチング素子Ｓ１～Ｓ６をオフ状態にする。

[0065] 次に、ステップＳ２０２の「第１制御」について図１０（ａ）を参照して説明し、さらに、「第２制御」について図１０（ｂ）を参照して説明する。

[0066] 図１０（ａ）は、電力変換装置３０の「第１制御」の説明図である。

「第１制御」において制御部３３は、モータ１１ａの巻線ｇｕ，ｇｖ，ｇｗと平滑キャパシタＣ（直流電源）とを電気的に接続するように、上アーム及び下アームのスイッチング素子Ｓ１～Ｓ６を制御する。図１０（ａ）に示す例では、制御部３３が、上アームのスイッチング素子Ｓ５、及び下アームのスイッチング素子Ｓ４をオン状態とし、他のスイッチング素子Ｓ１～Ｓ３，Ｓ６をオフ状態としている。これによって、平滑キャパシタＣの直流電圧がモータ１１ａの巻線ｇｕ，ｇｖ，ｇｗに印加され、モータ１１ａの逆回転を制動する力が発生する。

[0067] なお、「第１制御」において、例えば、スイッチング素子Ｓ２，Ｓ３をオン状態にし、他のスイッチング素子Ｓ１，Ｓ４～Ｓ６をオフ状態にしてもよい。

[0068] 図１０（ｂ）は、電力変換装置３０の「第２制御」の説明図である。

「第２制御」において制御部３３は、上アームのスイッチング素子Ｓ１，Ｓ３，Ｓ５、及び下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６をオフ状態とする。その結果、モータ１１ａの巻線ｇｕ，ｇｖ，ｇｗのインダクタンスによって、モータ１１ａの逆回転を妨げる向きの還流電流が、還流ダイオードＤ等を介して流れる。したがって、この「第２制御」においても、モータ１１ａの逆回転が抑制される。なお、「第２制御」は、第１実施形態で説明した「第２の状態」（図４（ｂ）参照）と同様である。

[0069] また、「第１制御」と「第２制御」とを交互に繰り返す過程で（Ｓ２０２：図９参照）、スイッチング素子Ｓ４，Ｓ５（図１０（ａ）参照）のオンデューティを増加させてもよい。これによって、特にモータ１１ａの駆動停止の直後における過渡的な電流変動やトルク変動を抑制できる。

[0070] ＜効果＞

第２実施形態によれば、モータ１１ａの停止時に「第１制御」と「第２制御」とを繰り返すことで、圧縮機１１の吸込側・吐出側の差圧によるモータ１１ａの逆回転を抑制できる。また、モータ１１ａの電流変動やトルク変動を抑制できるため、モータ１１ａが備える永久磁石（図示せず）の減磁やスイッチング素子Ｓ１～Ｓ６の不具合を防止できる。また、モータ１１ａの逆回転に伴う唸り音や振動を抑制できる。

[0071] ≪変形例≫

以上、本発明に係る電力変換装置３０について各実施形態で説明したが、本発明はこれらの記載に限定されるものではなく、種々の変更を行うことができる。

例えば、第１実施形態では、「第１の状態」において制御部３３が、下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６をオン状態とし（図４（ａ）参照）、上アームのスイッチング素子Ｓ１，Ｓ３，Ｓ５をオフ状態とする場合について説明したが（同図参照）、これに限らない。すなわち、「第１の状態」において制御部３３が、上アームのスイッチング素子Ｓ１，Ｓ３，Ｓ５をオン状態とし、下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６をオフ状態と

してもよい。なお、「第２の状態」（上アーム及び下アームのスイッチング素子Ｓ１～Ｓ６のオフ状態）については、第１実施形態と同様である。このような制御でも、第１実施形態と同様の効果が奏される。

[0072] また、例えば、下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６をオン状態とする「第１の状態」、前記した「第２の状態」、上アームのスイッチング素子Ｓ１，Ｓ３，Ｓ５をオン状態とする「第１の状態」、及び「第２の状態」を順次に繰り返してもよい。

[0073] また、第１実施形態では、「第１の状態」において制御部３３が、下アームの全てのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６をオン状態とする場合について説明したが、これに限らない。例えば、「第１の状態」において下アームのスイッチング素子Ｓ２，Ｓ４をオン状態とし、他のスイッチング素子Ｓ１，Ｓ３，Ｓ５，Ｓ６をオフ状態としてもよい。つまり、制御部３３が、モータ１１ａの停止時に、上アーム及び下アームのうち一方のスイッチング素子の少なくとも２つをオン状態とし、他方のスイッチング素子をオフ状態とする「第１の状態」と、上アーム及び下アームのスイッチング素子Ｓ１～Ｓ６をオフ状態とする「第２の状態」と、を交互に繰り返すようにしてもよい。このような制御でも、モータ１１ａの電流変動やトルク変動を抑制できる。

[0074] また、モータ１１ａの駆動中に電流検出部３２の検出値が所定値以上になった場合、制御部３３が、第１実施形態で説明した「第１の状態」と「第２の状態」とを交互に繰り返すことによって、モータ１１ａを停止させるようにしてもよい。これによって、モータ１１ａに過負荷がかかっている場合や、モータ１１ａの永久磁石が減磁し得る過電流が流れている場合に、その逆回転を抑制しつつモータ１１ａを停止できる。なお、前記した制御は、第２実施形態にも適用できる。

[0075] また、各実施形態では、モータ１１ａが三相モータである構成について説明したが、これに限らない。例えば、単相モータにも各実施形態を適用できる。

また、各実施形態では、電力変換装置３０を圧縮機１１のモータ１１ａの

制御に適用する場合について説明したが、これに限らない。すなわち、モータの停止時に、吸込側・吐出側における流体の差圧でモータが逆回転するような構成の他の機器（例えば、ポンプ）にも、各実施形態を適用できる。

[0076] また、各実施形態ではスクロール型の圧縮機１１を用いる場合について説明したが、これに限らない。すなわち、圧縮機１１の停止時に吸込側・吐出側で差圧が生じ、この差圧によってモータ１１ａが逆回転するという特性を有していれば、他の種類の圧縮機（例えば、ヘリカル型の圧縮機）にも本実施形態を適用できる。

[0077] また、各実施形態では、Ｕ相・Ｖ相・Ｗ相の配線に電流検出部３２（図２参照）を設ける構成について説明したが、これに限らない。例えば、直流側の母線にシャント抵抗（図示せず）を設け、制御部３３が、このシャント抵抗に流れる電流の検出値に基づいて、スイッチング素子Ｓ１～Ｓ６のオン・オフを制御するようにしてもよい。

[0078] また、各実施形態では、空気調和機１００が四方弁１５を備える構成について説明したが、これに限らない。すなわち、四方弁１５を省略し、冷房専用又は暖房専用の空気調和機にしてもよい。

[0079] また、各実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に記載したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されない。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

また、前記した機構や構成は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての機構や構成を示しているとは限らない。

符号の説明

[0080] １００　空気調和機
１０　冷媒回路
１１　圧縮機
１１ａ　モータ
１２　室外熱交換器（凝縮器、蒸発器）

１３　膨張弁

１４　室内熱交換器（蒸発器、凝縮器）

１５　四方弁

３０　電力変換装置

３１　電力変換部

３１ａ　ブリッジ回路

３１ｂ　ゲート・ドライバ

３２　電流検出部

３３　制御部

３３ａ　インバータ制御部

３３ｂ　パルス制御部

２０　コンバータ部（直流電源）

Ｃ　平滑キャパシタ（直流電源）

Ｆ２　室内ファン

Ｓ１，Ｓ３，Ｓ５　スイッチング素子（上アームのスイッチング素子）

Ｓ２，Ｓ４，Ｓ６　スイッチング素子（下アームのスイッチング素子）

ｇｕ，ｇｖ，ｇｗ　巻線

請求の範囲

[請求項1] 直流電源の正側に接続される上アームの複数のスイッチング素子を有するとともに、前記直流電源の負側に接続される下アームの複数のスイッチング素子を有し、前記直流電源から印加される直流電圧をモータの駆動電圧に変換する電力変換部と、

前記モータの停止時に、前記上アーム及び前記下アームのうち一方の前記スイッチング素子の少なくとも２つをオン状態とし、他方の前記スイッチング素子をオフ状態とする第１の状態と、前記上アーム及び前記下アームの前記スイッチング素子をオフ状態とする第２の状態と、を交互に繰り返す制御部と、を備えること

を特徴とする電力変換装置。

[請求項2] 前記制御部は、前記第１の状態と前記第２の状態とを交互に繰り返す過程で、前記少なくとも２つの前記スイッチング素子のオンデューティを増加させること

を特徴とする請求項１に記載の電力変換装置。

[請求項3] 前記制御部は、前記第１の状態と前記第２の状態とを交互に繰り返す制御を所定時間行った後、前記第１の状態を継続させること

を特徴とする請求項１に記載の電力変換装置。

[請求項4] 前記制御部は、前記第１の状態と前記第２の状態とを交互に繰り返す前に、前記直流電源に含まれるコンバータ部の昇圧動作を停止させること

を特徴とする請求項１に記載の電力変換装置。

[請求項5] 前記モータの巻線に流れる電流を検出する電流検出部を備え、

前記制御部は、前記モータの駆動中に前記電流検出部の検出値が所定値以上になった場合、前記第１の状態と前記第２の状態とを交互に繰り返すことによって前記モータを停止させること

を特徴とする請求項１に記載の電力変換装置。

[請求項6] 請求項１から請求項５のいずれか一項に記載の電力変換装置を備え

るとともに、

前記モータによって駆動する圧縮機と、凝縮器と、膨張弁と、蒸発器と、が環状に順次接続されてなる冷媒回路を備えること

を特徴とする空気調和機。

[請求項7] 直流電源の正側に接続される上アームの複数のスイッチング素子を有するとともに、前記直流電源の負側に接続される下アームの複数のスイッチング素子を有し、前記直流電源から印加される直流電圧をモータの駆動電圧に変換する電力変換部と、

前記モータの停止時に、前記モータの巻線と前記直流電源とを電気的に接続するように前記上アーム及び前記下アームの前記スイッチング素子を制御する第１制御と、前記上アーム及び前記下アームの前記スイッチング素子をオフ状態にする第２制御と、を交互に繰り返す制御部と、を備えること

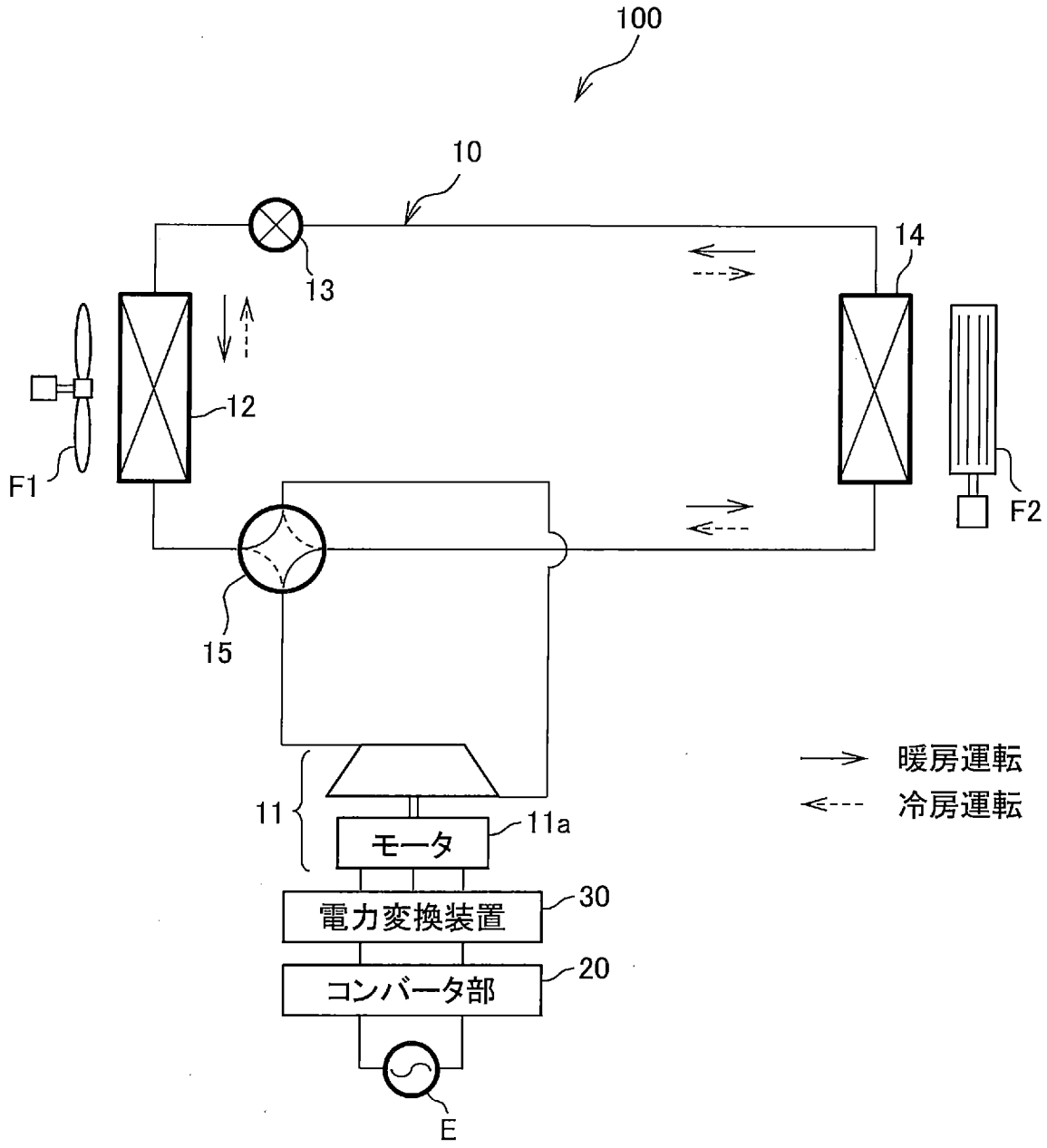
を特徴とする電力変換装置。

[請求項8] 請求項７に記載の電力変換装置を備えるとともに、

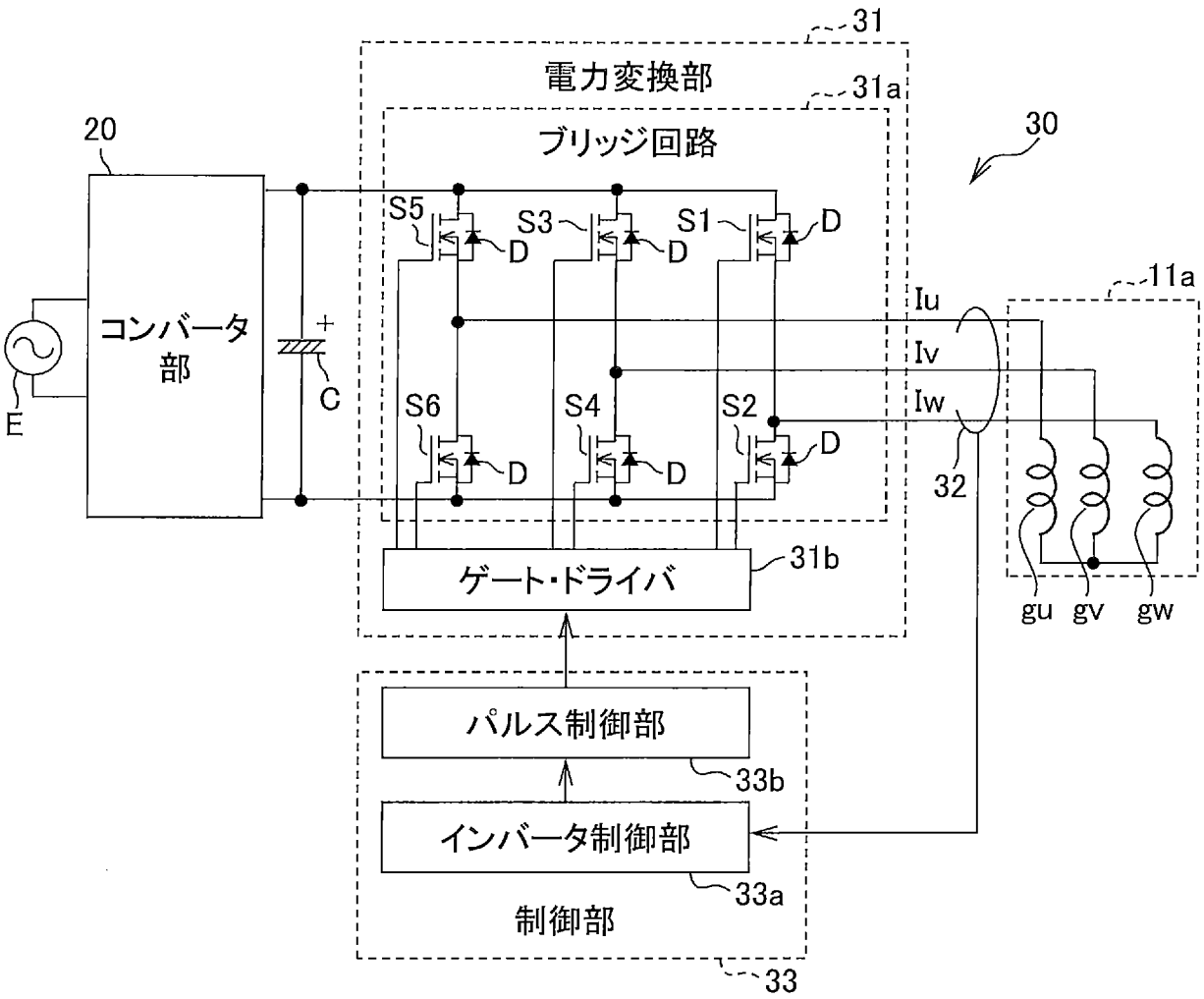
前記モータによって駆動する圧縮機と、凝縮器と、膨張弁と、蒸発器と、が環状に順次接続されてなる冷媒回路を備えること

を特徴とする空気調和機。

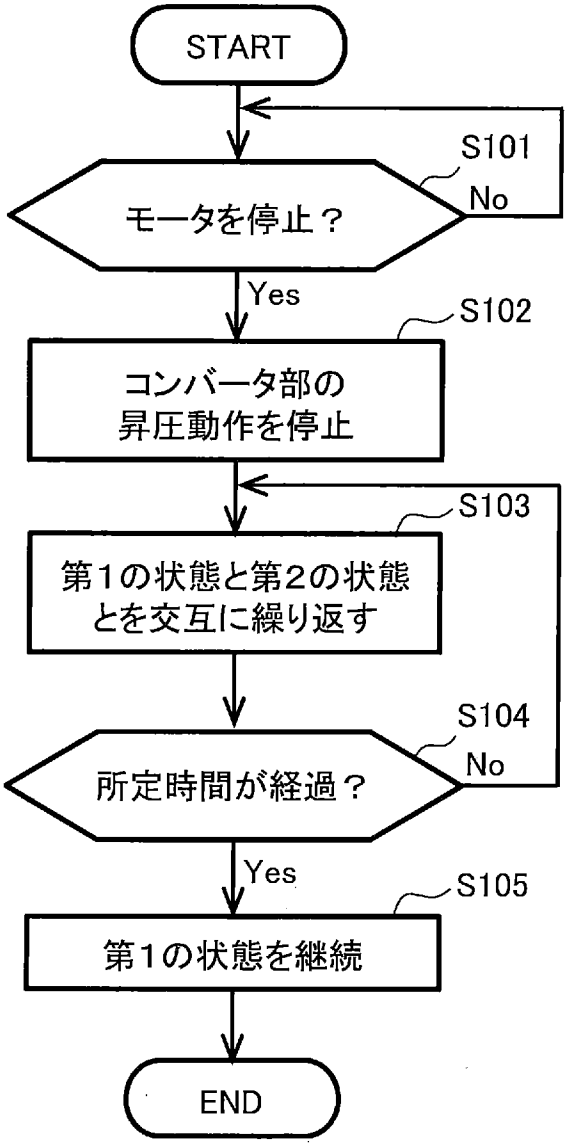
[図1]


100
10
13
14
12
F1
F2
15
暖房運転
冷房運転
11
11a
モータ
電力変換装置
30
コンバータ部
20
E

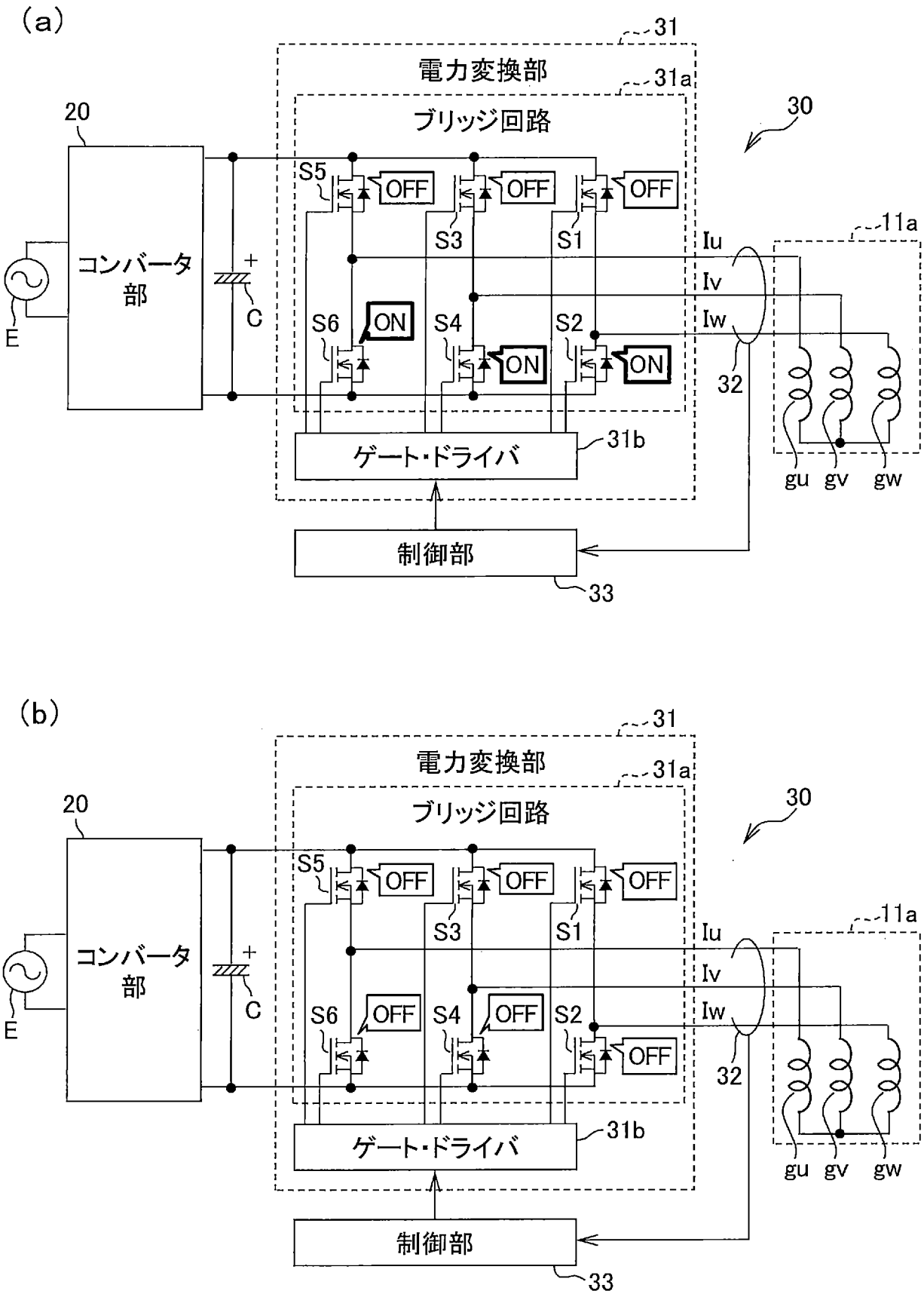
[図2]


31
電力変換部
31a
ブリッジ回路
30
20
コンバータ部
E
C
+
S5
S3
S1
D
S6
S4
S2
Iu
Iv
Iw
11a
32
gu
gv
gw
ゲート・ドライバ
31b
パルス制御部
33b
インバータ制御部
33a
制御部
33

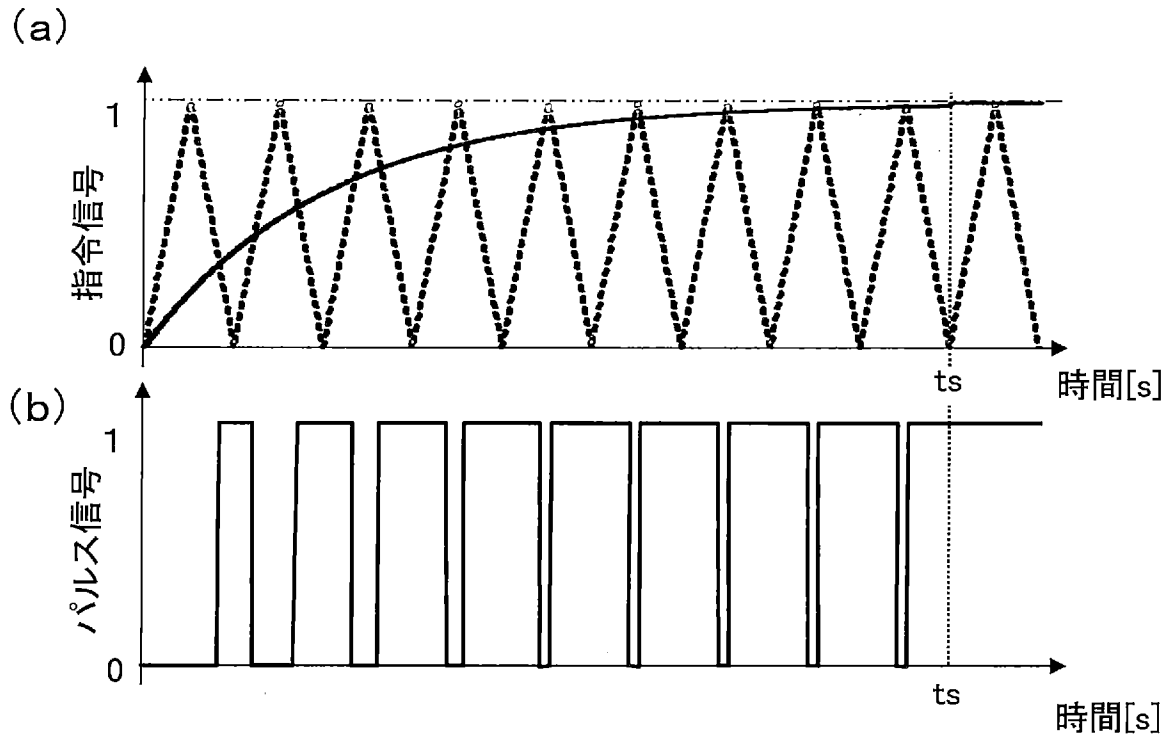
[図3]


START
S101
モータを停止？
No
Yes
S102
コンバータ部の
昇圧動作を停止
S103
第1の状態と第2の状態
とを交互に繰り返す
S104
所定時間が経過？
No
Yes
S105
第1の状態を継続
END

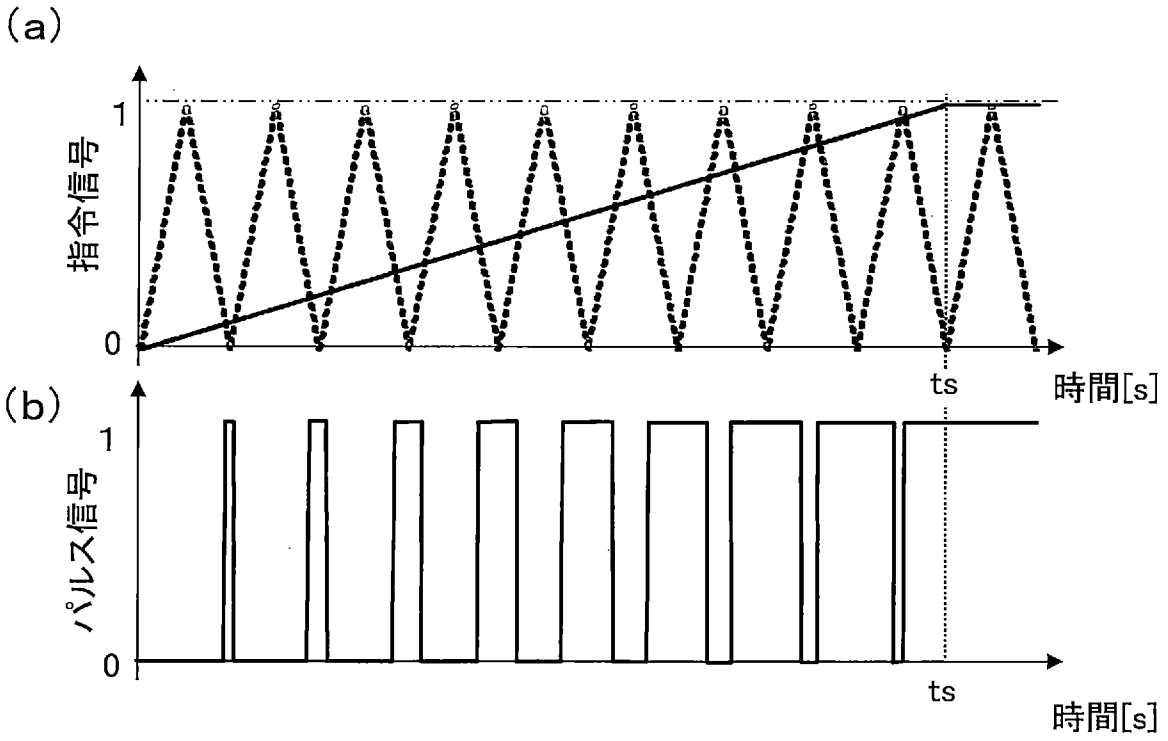
[図4]


(a)
31
電力変換部
31a
ブリッジ回路
30
20
コンバータ部
E
C
+
S5
S3
S1
S6
S4
S2
OFF
ON
Iu
Iv
Iw
11a
32
ゲート・ドライバ
31b
gu
gv
gw
制御部
33
(b)
31
電力変換部
31a
ブリッジ回路
30
20
コンバータ部
E
C
+
S5
S3
S1
S6
S4
S2
OFF
Iu
Iv
Iw
11a
32
ゲート・ドライバ
31b
gu
gv
gw
制御部
33

[図5]

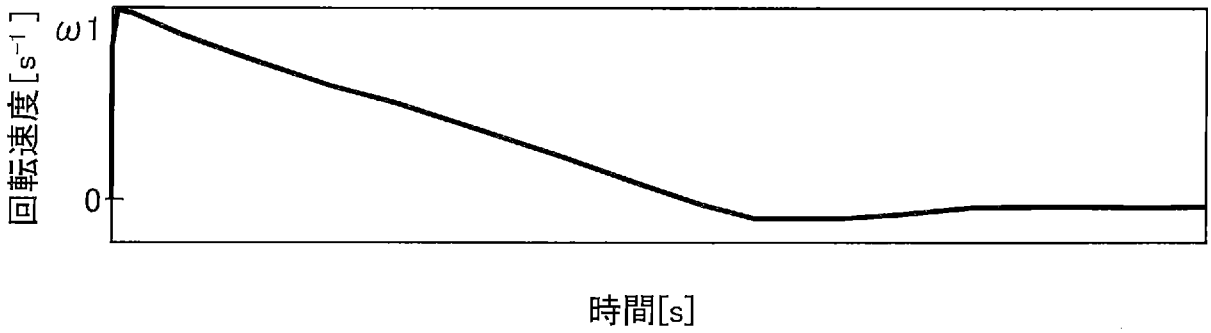

(a)
1
指令信号
0
ts
時間[s]
(b)
1
パルス信号
0
ts
時間[s]

[図6]

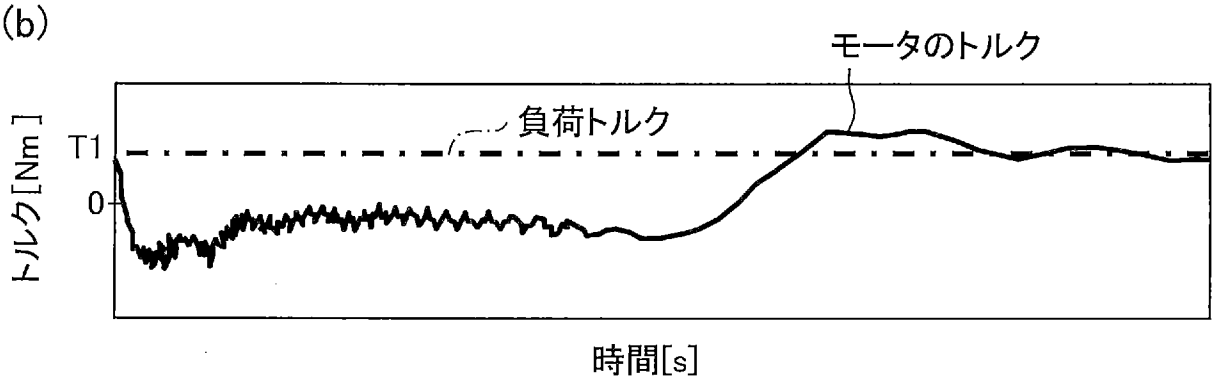

(a)
1
指令信号
0
ts
時間[s]
(b)
1
パルス信号
0
ts
時間[s]

[図7]

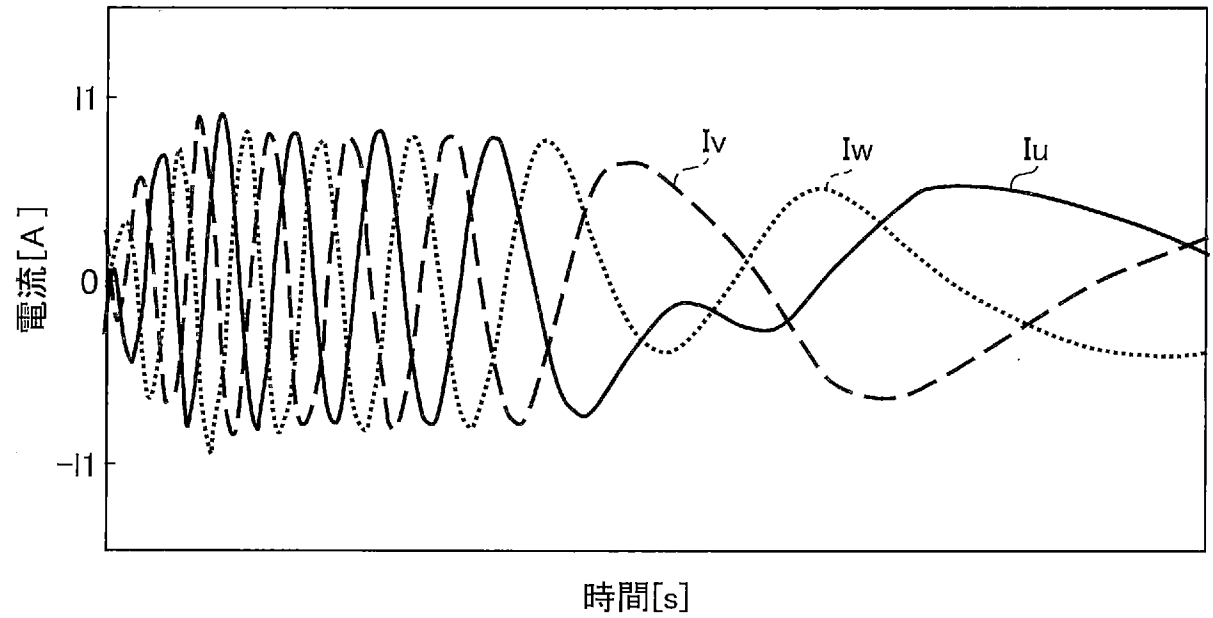
(a)


回転速度[s⁻¹]
ω1
0
時間[s]

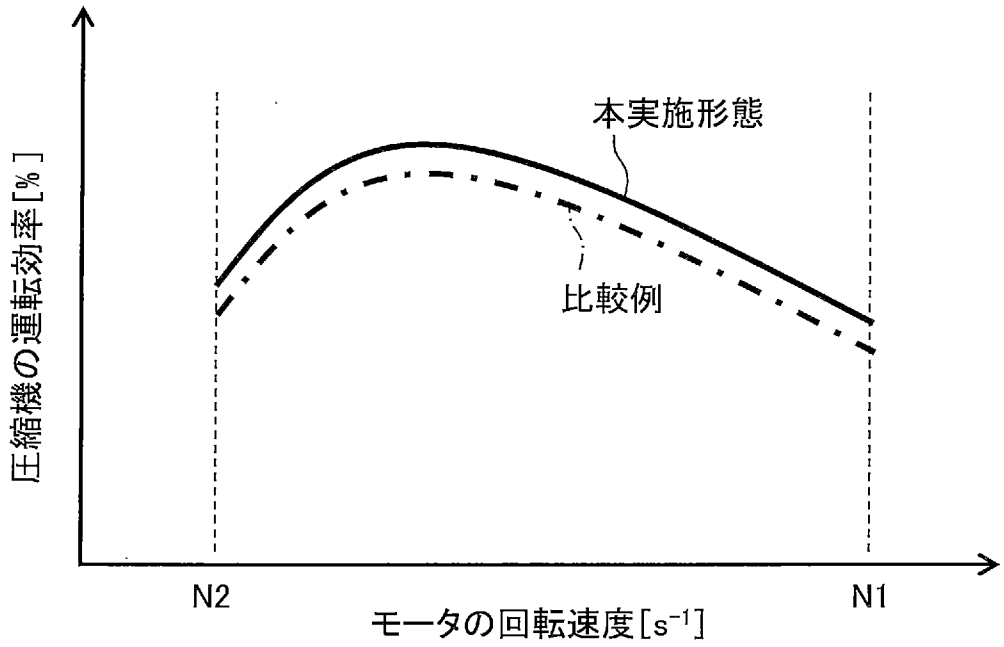
(b)


モータのトルク
負荷トルク
トルク[Nm]
T1
0
時間[s]

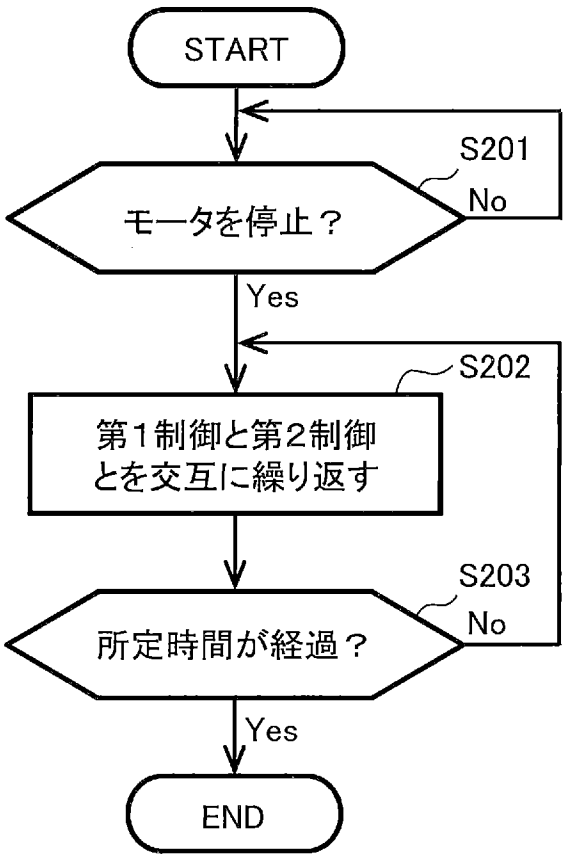
(c)


I1
0
-I1
Iv
Iw
Iu
電流[A]
時間[s]

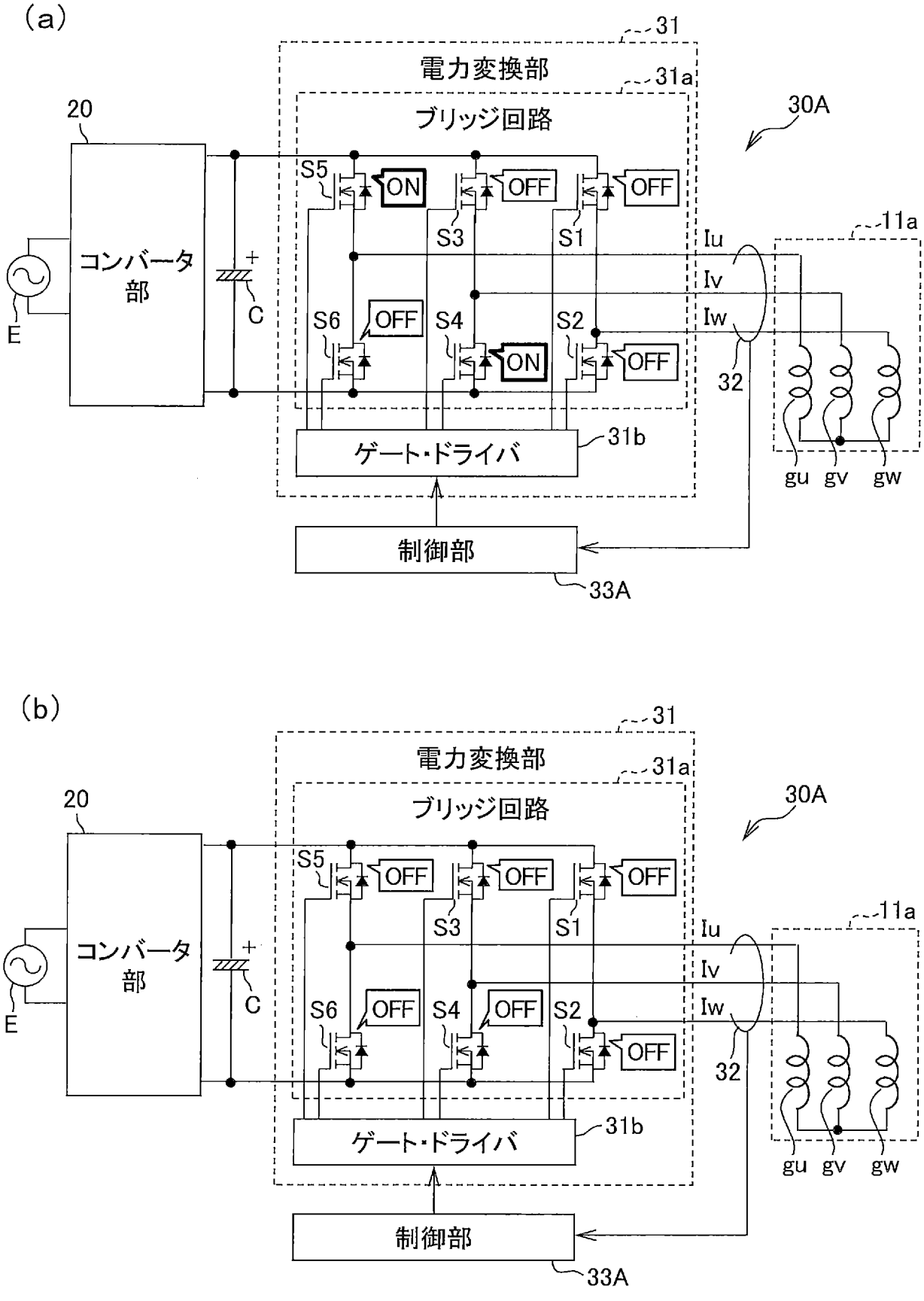
[図8]


本実施形態
比較例
圧縮機の運転効率[%]
N2
N1
モータの回転速度[s-1]

[図9]

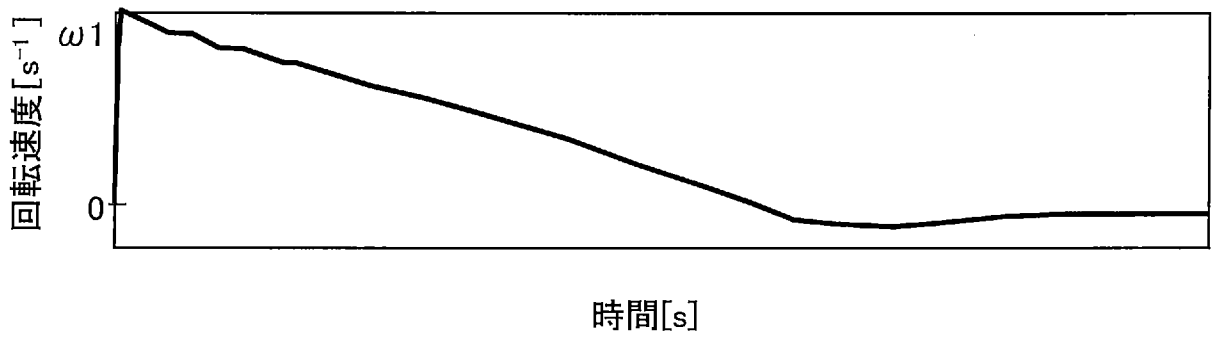

START
S201
モータを停止？
No
Yes
S202
第1制御と第2制御
とを交互に繰り返す
S203
所定時間が経過？
No
Yes
END

[図10]

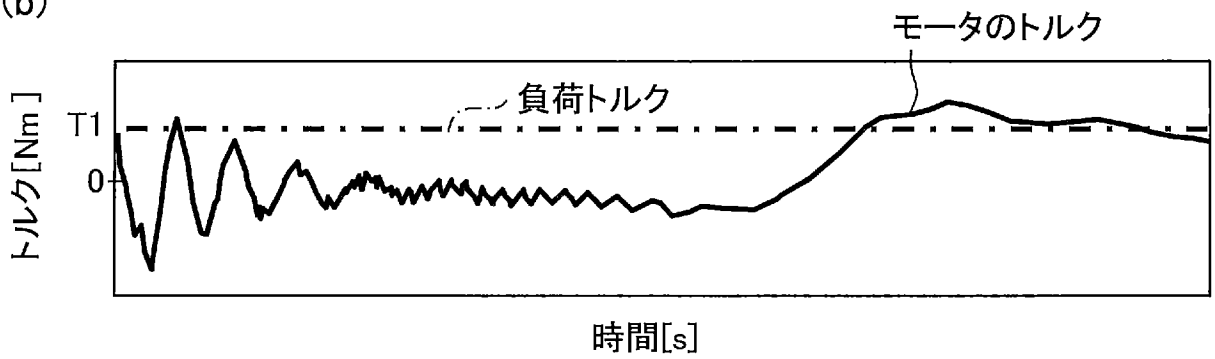

(a)
31
電力変換部
31a
ブリッジ回路
30A
20
コンバータ部
E
C
+
S5
ON
S3
OFF
S1
OFF
S6
OFF
S4
ON
S2
OFF
Iu
Iv
Iw
11a
32
ゲート・ドライバ
31b
gu
gv
gw
制御部
33A
(b)
31
電力変換部
31a
ブリッジ回路
30A
20
コンバータ部
E
C
+
S5
OFF
S3
OFF
S1
OFF
S6
OFF
S4
OFF
S2
OFF
Iu
Iv
Iw
11a
32
ゲート・ドライバ
31b
gu
gv
gw
制御部
33A

[図11]

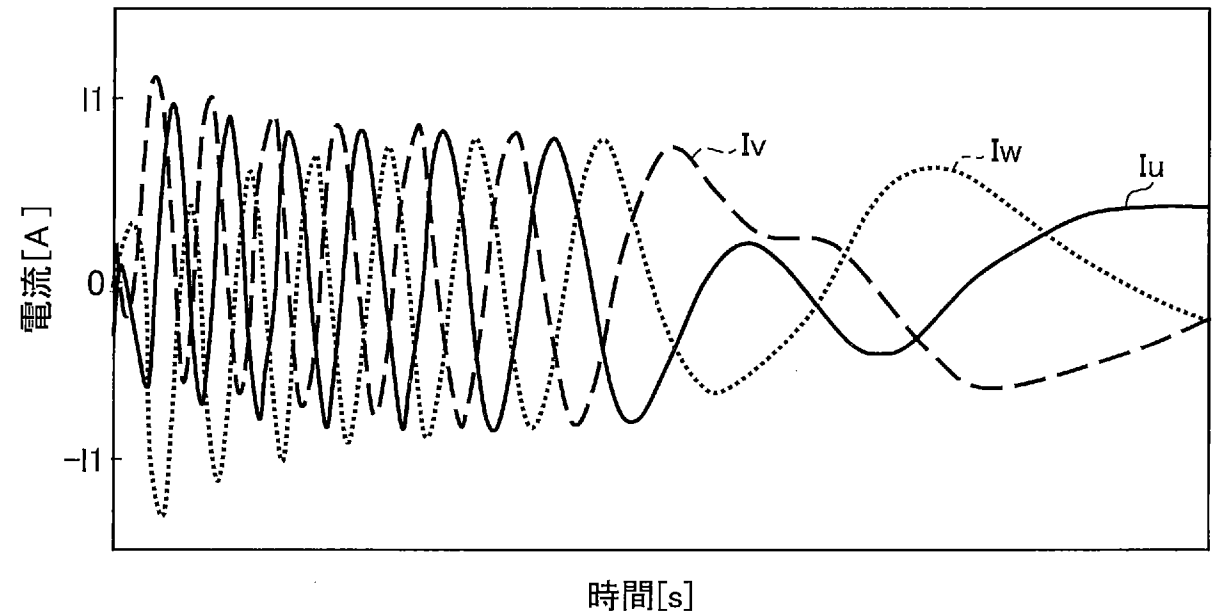
(a)


回転速度[s⁻¹]
ω1
0
時間[s]

(b)


モータのトルク
負荷トルク
T1
0
トルク[Nm]
時間[s]

(c)


I1
0
−I1
電流[A]
Iv
Iw
Iu
時間[s]

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/030195

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02M7/48(2007.01)i, *F24F11/02*(2006.01)i, *H02P3/06*(2006.01)i

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)
H02M7/48, F24F11/02, H02P3/06

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
X Y	JP 2009-284747 A (Mitsubishi Electric Corp.), 03 December 2009 (03.12.2009), paragraphs [0004], [0007] to [0015], [0028], [0029]; fig. 1 to 7, 13 (Family: none)	1,2,5 3,4,6
Y	JP 9-140184 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 27 May 1997 (27.05.1997), paragraph [0017]; fig. 1 (Family: none)	3

☒ 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
25 October 2017 (25.10.17)	07 November 2017 (07.11.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/030195

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2014/038013 A1 (Kyosan Electric Mfg. Co., Ltd.), 13 March 2014 (13.03.2014), paragraphs [0055], [0056], [0096] to [0100]; fig. 1 to 4 & US 2015/0180346 A1 paragraphs [0067], [0068], [0108] to [0112]; fig. 1 to 4	4
Y	JP 2008-61404 A (Daikin Industries, Ltd.), 13 March 2008 (13.03.2008), paragraph [0048]; fig. 5 (Family: none)	6,8
X Y	JP 63-206188 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 25 August 1988 (25.08.1988), page 2, upper right column, line 18 to page 3, upper left column, line 15; fig. 1 to 6 (Family: none)	7 8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０３０１９５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02M7/48(2007.01)i, F24F11/02(2006.01)i, H02P3/06(2006.01)i

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））

Int.Cl.　H02M7/48, F24F11/02, H02P3/06

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

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７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
X Y	JP 2009-284747 A（三菱電機株式会社）2009.12.03, 段落[0004],[0007]-[0015],[0028],[0029],図1-7,13 （ファミリーなし）	1,2,5 3,4,6
Y	JP 9-140184 A（松下電器産業株式会社）1997.05.27, 段落[0017],図1（ファミリーなし）	3

☑　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矛盾するものではなく、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
２５．１０．２０１７	０７．１１．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｇ　３７９２
北嶋　賢二
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５２６

C（続き）．　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 2014/038013 A1（株式会社京三製作所）2014.03.13, 段落[0055],[0056],[0096]-[0100],図 1-4 & US 2015/0180346 A1,段落[0067],[0068],[0108]-[0112],図 1-4	4
Y	JP 2008-61404 A（ダイキン工業株式会社）2008.03.13, 段落[0048],図 5（ファミリーなし）	6,8
X Y	JP 63-206188 A（松下電器産業株式会社）1988.08.25, [2 頁右上欄 18 行-3 頁左上欄 15 行],図 1-6（ファミリーなし）	7 8