

(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
2019年8月1日(01.08.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/145993 A1

(51) 国際特許分類:

H02P 5/46 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/001933

(22) 国際出願日: 2018年1月23日(23.01.2018)

(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: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

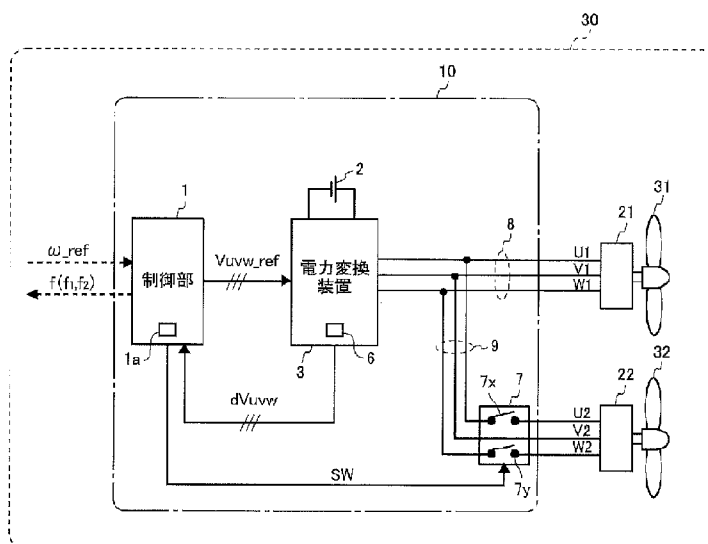
(72) 発明者: 浅井 俊紀(ASAI, Toshiki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 楠部 真作

(KUSUBE, Shinsaku); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 坂廻 和憲(SAKANOE, Kazunori); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 和田 康彦(WADA, Yasuhiko); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 小林 貴彦(KOBAYASHI, Takahiko); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人きさ特許商標事務所(KISA PATENT & TRADEMARK FIRM); 〒1050001 東京都港区虎ノ門二丁目1

(54) Title: ELECTRIC MOTOR CONTROL DEVICE AND HEAT EXCHANGER UNIT

(54) 発明の名称: 電動機制御装置及び熱交換器ユニット



1 Control unit
3 Power conversion device

(57) Abstract: Provided are an electric motor control device and a heat exchanger unit equipped with the electric motor control device. The electric motor control device has: a power conversion device that supplies three-phase voltage to a plurality of electric motors; a switching device that electrically connects or disconnects at least the power conversion device and the electric motors except one electric motor; and a control unit that controls the operations of the power conversion device and the switching device. When switching from a state in which two or more electric motors are operating to a

0 番 1 号 虎 ノ 門 ツ イ ン ビ ル デ ィ ン
グ東棟 8 階 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, 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))

single-operation state in which only a set electric motor, which is a single motor that has been set, operates, the control unit reduces the rotational speeds of the two or more operating electric motors and then brings the switching device into an off-state.

(57) 要約: 複数台の電動機に三相電圧を供給する電力変換装置と、少なくとも、電力変換装置と 1 台を除く電動機との間を電氣的に接続し又は切断するスイッチ装置と、電力変換装置及びスイッチ装置の動作を制御する制御部と、を有する電動機制御装置。また、電動機制御装置を備えた熱交換器ユニット。制御部は、2 台以上の電動機が運転している状態から、設定された 1 台の電動機である設定電動機だけが運転する 1 台運転に切り替える際、運転している 2 台以上の電動機の回転数を低下させてからスイッチ装置をオフ状態にするものである。

明 細 書

発明の名称：電動機制御装置及び熱交換器ユニット

技術分野

[0001] 本発明は、インバータからなる電力変換装置を用いて電動機の回転を制御する電動機制御装置及び熱交換器ユニットに関する。

背景技術

[0002] 従来から、空気調和装置は、圧縮機、熱源側熱交換器、減圧装置、及び負荷側熱交換器などが冷媒配管で接続され、封入された冷媒が循環する冷媒回路を有している。例えば、圧縮機及び熱源側熱交換器は室外機に設けられ、負荷側熱交換器は室内機に設けられる。空気調和装置は、冷媒回路内で冷媒を循環させることにより、室内機が配置された室内の空調を行う。空気調和装置において、室外機及び室内機は、それぞれ、熱交換器を含む熱交換器ユニットとして機能する。

[0003] 上記のような空気調和装置の室外機は、熱源側熱交換器に送風するファンと、ファンを駆動する電動機制御装置とを備えている。電動機制御装置は、ファンの動力源となる電動機を駆動し、ファンを回転させることにより、熱源側熱交換器での冷媒と外気との間の熱交換を行う。電動機制御装置は、熱交換能力を制御する場合、ファンの回転数を制御し、ファンによって吸い込まれる風量を調整する。

[0004] 空気調和装置には、吸い込む風量を大きくするため、複数台のファンが搭載された室外機を有するものもある。こうした室外機において、1台のファンに対し1台の電力変換装置を設ける構成を採ると、複数台のファンが搭載された室外機には、複数台のインバータが必要となる。また、1台の電力変換装置によって複数台の電動機を駆動する技術も知られている（例えば、特許文献1参照）。特許文献1の電動機制御装置では、1台の電力変換装置に、スイッチ装置を介して、3台の電動機が並列に接続されている。

[0005] 複数台のファンが搭載された熱交換器ユニットにおいて、吸い込む風量を

制御する場合、ファンの運転台数を切り替えることがある。例えば、熱交換器ユニットは、吸い込む風量を小さくする場合に、ファンの運転台数を減少させる。また、熱交換器ユニットは、複数台の電動機を低回転領域で運転させると、制御が不安定になる。そのため、熱交換器ユニットは、低回転領域では、複数台の電動機が運転しないよう、1台の電動機だけが運転する1台運転に切り替える。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2007-259554号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献1の構成において、複数台の電動機が運転している状態から1台運転に切り替えるために、スイッチ装置をオフ状態にすると、スイッチ装置にサージ電圧が発生する。スイッチ装置にサージ電圧がかかると、スイッチ装置の破損及び寿命の低下に繋がるという課題がある。

[0008] 本発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、スイッチ装置にかかるサージ電圧を抑制し、スイッチ装置の破損及び寿命低下を抑制する電動機制御装置及び熱交換器ユニットを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明に係る電動機制御装置は、電力を変換して互いに並列に接続された複数台の電動機に三相電圧を供給する電力変換装置と、少なくとも、電力変換装置と1台を除く電動機との間をオンオフ動作によって電氣的に接続し又は切断するスイッチ装置と、電力変換装置及びスイッチ装置の動作を制御する制御部と、を有し、制御部は、2台以上の電動機が運転している状態から、設定された1台の電動機である設定電動機だけが運転する1台運転に切り替える際、運転している2台以上の電動機の回転数を低下させてからスイッチ装置をオフ状態にするものである。

[0010] 本発明に係る熱交換器ユニットは、複数台の電動機と、複数台の電動機のそれぞれに接続された複数のファンと、上記の電動機制御装置と、2台以上の電動機が運転している場合に、運転している電動機の各々の回転数が基準回転数まで低下したとき、電動機制御装置に台数切替指令を送信する上位制御装置と、を備え、基準回転数は、2台以上の電動機が運転しているときの複数のファンによる吸込風量が、1台の電動機だけが運転しているときの複数のファンによる吸込風量の最大値と等しくなるときの2台以上の電動機のそれぞれの回転数に設定され、制御部は、上位制御装置から台数切替指令が送信されたとき、運転している2台以上の電動機の回転数を低下させてからスイッチ装置をオフ状態にするものである。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、複数台の電動機の回転数を低下させ、スイッチ装置に流れる電流を小さくしてからスイッチ装置をオフ状態にするため、スイッチ装置にかかるサージ電圧を抑制し、スイッチ装置の破損及び寿命低下を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の実施の形態1に係る空気調和装置の構成を例示した概略図である。

[図2]本発明の実施の形態1における電動機制御装置の構成を例示した制御ブロック図である。

[図3]図2に示した電力変換装置の構成の一例を示す図である。

[図4]図1の上位制御装置による処理を示すフローチャートである。

[図5]図1の制御部による一部の処理を示すフローチャートである。

[図6]図1の制御部による一部の処理を示すタイムチャートである。

[図7]本発明の実施の形態2に係る電動機制御装置の制御部による一部の処理を示すフローチャートである。

[図8]本発明の実施の形態2に係る電動機制御装置の制御部による一部の処理を示すタイムチャートである。

[図9]本発明の実施の形態3に係る電動機制御装置の制御部による一部の処理を示すフローチャートである。

[図10]本発明の実施の形態3に係る電動機制御装置の制御部による一部の処理を示すタイムチャートである。

[図11]本発明の実施の形態4に係る空気調和装置の電動機に流れる三相交流電流の波形を示すグラフである。

[図12]本発明の実施の形態4に係る電動機制御装置の制御部による一部の処理を示すフローチャートである。

[図13]本発明の実施の形態5に係る電動機制御装置の構成を例示した制御ブロック図である。

[図14]本発明の実施の形態5に係る空気調和装置の上位制御装置による処理を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0013] 実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1に係る空気調和装置の構成を例示した概略図である。図1に示すように、空気調和装置100は、室外機40と室内機50とを有する。室外機40は、圧縮機41と、四方弁42と、熱源側熱交換器43と、熱源側絞り装置44と、アキュムレータ45と、を有する。室内機50は、負荷側熱交換器51を有する。すなわち、空気調和装置100は、圧縮機41、四方弁42、熱源側熱交換器43、熱源側絞り装置44、負荷側熱交換器51、及びアキュムレータ45が冷媒配管61を介して接続され、冷媒が循環する冷媒回路60を有している。

[0014] また、室外機40には、上位制御装置46と、電動機制御装置10と、第1電動機21と、第2電動機22と、第1ファン31と、第2ファン32とが設けられている。室内機50には、負荷側ファン52と、ファンモータ52aと、負荷側上位制御装置53と、負荷側電動機制御装置54とが設けられている。

[0015] 圧縮機41は、例えばインバータによって駆動される圧縮機モータ（図示

せず)を有し、冷媒を吸入して圧縮する。四方弁42は、圧縮機41に接続されており、上位制御装置46により制御されて冷媒の流路を切り替える。四方弁42は、熱源側熱交換器43が凝縮器として機能し、負荷側熱交換器51が蒸発器として機能する冷房運転時において、図1の実線の流路となる。一方、四方弁42は、負荷側熱交換器51が凝縮器として機能し、熱源側熱交換器43が蒸発器として機能する暖房運転時において、図1の破線の流路となる。

[0016] 熱源側熱交換器43は、例えばフィンアンドチューブ型熱交換器からなり、冷媒回路60を流れる冷媒と外気との間で熱交換させる。熱源側絞り装置44は、例えば電子膨張弁からなり、冷媒を減圧し膨張させる。アキュムレータ45は、過剰な冷媒を貯留し、圧縮機41への液冷媒の流入を抑制する。

[0017] 電動機制御装置10は、第1電動機21及び第2電動機22のそれぞれの回転数と、電動機の運転台数とを制御することで、室外機40における熱交換能力を制御する。第1ファン31及び第2ファン32は、熱源側熱交換器43に付設されており、熱源側熱交換器43に送風する。第1ファン31は、第1電動機21に接続されており、第1電動機21を動力源として回転する。第2ファン32は、第2電動機22に接続されており、第2電動機22を動力源として回転する。

[0018] ここで、第1電動機21の回転数を f_1 とし、第2電動機22の回転数を f_2 とする。一般に、電動機の並列運転、つまり電動機の複数台同時運転のとき、各電動機の回転数は等しくなる。すなわち、通常の2台同時運転のとき、第1電動機21の回転数 f_1 と第2電動機22の回転数 f_2 とは等しくなる。そのため、本実施の形態1の各処理を行っていない通常の2台同時運転時の第1電動機21及び第2電動機22の回転数を f とする。

[0019] 負荷側熱交換器51は、例えばフィンアンドチューブ型熱交換器からなり、冷媒回路60を流れる冷媒と室内の空気との間で熱交換させる。第1電動機21及び第2電動機22は、負荷側上位制御装置53に設けられたインバ

ータ（図示せず）によって駆動される。負荷側ファン５２は、ファンモータ５２ａを動力源として回転し、負荷側熱交換器５１に空気を送風する。負荷側上位制御装置５３は、負荷側電動機制御装置５４を介して、負荷側ファン５２の動作を制御する。負荷側電動機制御装置５４は、ファンモータ５２ａの回転数を制御することで、室内機５０における熱交換能力を制御する。

[0020] 図２は、本発明の実施の形態１における電動機制御装置の構成を例示した制御ブロック図である。電動機制御装置１０は、互いに並列に接続された複数台の電動機を駆動するものである。図２に示すように、電動機制御装置１０は、制御部１と、直流電源２と、直流電圧を三相電圧に変換する電力変換装置３と、電力変換装置３と第２電動機２２との間をオンオフ動作によって電氣的に接続し又は切断するスイッチ装置７と、を有する。

[0021] スイッチ装置７は、例えばリレーであり、電力変換装置３の三相のうちの１つの相に接続された第１接点部７ｘと、電力変換装置３の三相のうちの他の１つの相に接続された第２接点部７ｙと、を有する。本実施の形態１において、第１接点部７ｘは、電力変換装置３の三相のうちのＵ相に接続され、三相電力線９のうちのＵ２相の電力線を電氣的に接続し又は切断する。第２接点部７ｙは、電力変換装置３の三相のうちのＷ相に接続され、三相電力線９のうちのＷ２相の電力線を電氣的に接続し又は切断する。

[0022] 電力変換装置３は、例えばインバータであり、電力を変換して互いに並列に接続された複数台の電動機に三相電圧を供給する。本実施の形態１では、電動機制御装置１０の制御対象となる第１電動機２１及び第２電動機２２が並列に接続されている。ここで、電動機制御装置１０、第１電動機２１、第２電動機２２、第１ファン３１、及び第２ファン３２は、熱交換器ユニット３０に含まれている。熱交換器ユニット３０は、室外機４０であってもよいし、室外機４０の一部の構成であってもよい。

[0023] 第１電動機２１及び第２電動機２２は、例えばブラシレスＤＣモータであり、電力変換装置３によって駆動される。第１電動機２１には、負荷となる第１ファン３１が取り付けられており、第２電動機２２には、負荷となる第

2ファン32が取り付けられている。第1電動機21は、三相電力線8を介して電力変換装置3と接続されている。ここで、本実施の形態1では、電力変換装置3と直接接続されている第1電動機21が、1台運転させる電動機に設定されている。つまり、第1電動機21は、本発明の「設定電動機」に相当する。

[0024] 第2電動機22は、三相電力線8の途中から分岐した三相電力線9を介して電力変換装置3と接続されている。三相電力線9における三相電力線8との分岐と第2電動機22との間には、スイッチ装置7が設けられている。第1電動機21及び第2電動機22は、それぞれ、回転子（不図示）と、印加される三相電圧にしたがって回転子の周囲に回転磁界を発生させる固定子（不図示）と、を有する。

[0025] ここで、ブラシレスDCモータは、回転子の位置に応じて適切な位相及び周波数の三相交流電圧を固定子（不図示）に印加し、回転子の周囲に回転磁界を発生させ、回転磁界と回転子との吸引及び反発を利用して、回転子を所望の回転数で回転させる。その際、回転子の位置を検出する必要がある。回転子の位置を検出する方法としては、例えば、電動機に設置されたホールセンサによって検出する方法、又は周知の電動機に流れる三相電流から演算によって算出する方法を用いることができる。本実施の形態1では、電動機制御装置10が、後者の方法によって回転子の位置を推定する場合を例示する。

[0026] 直流電源2は、例えば、電動機制御装置10の外部の単相電源又は三相電源から供給される交流電圧を直流電圧に変換して出力する整流回路である。電力変換装置3は、制御部1からの三相電圧指令値 V_{uvw_ref} に基づいて、第1電動機21及び第2電動機22を駆動する。すなわち、電力変換装置3は、制御部1から出力される三相電圧指令値 V_{uvw_ref} を、変調が行われていない基準信号であるキャリア波と比較し、PWM制御を実行する。

[0027] 制御部1は、第1電動機21の回転数 f_1 と、第2電動機22の回転数 f_2

とを経時的に取得する。制御部 1 は、上位制御装置 4 6 から入力される回転数指令値 ω_ref と、検出した三相電流 I_{uvw} に基づいて、周知のベクトル制御を実施し、電力変換装置 3 に三相電圧指令値 V_{uvw_ref} を出力する。また、制御部 1 は、スイッチ装置 7 に切替指示信号 SW を出力する。切替指示信号 SW は、例えば、スイッチ装置 7 に対して、オフ状態からオン状態への切り替え、又はオン状態からオフ状態への切り替えを指示するものである。

[0028] ここで、スイッチ装置 7 は、制御部 1 から切替指示信号 SW を受け取ると、切替指示信号 SW にしたがって、電力変換装置 3 と第 1 電動機 2 1 とを接続する三相電力線 8 に第 2 電動機 2 2 を接続したり、三相電力線 8 から第 2 電動機 2 2 を切り離したりする。すなわち、スイッチ装置 7 は、第 1 接点部 7 x 及び第 2 接点部 7 y がオンであるオン状態のときに、第 2 電動機 2 2 を三相電力線 8 に接続し、第 1 接点部 7 x 及び第 2 接点部 7 y がオフであるオフ状態のときに、第 2 電動機 2 2 を三相電力線 8 から切り離す。

[0029] また、第 1 ファン 3 1 及び第 2 ファン 3 2 は、第 1 電動機 2 1 及び第 2 電動機 2 2 のそれぞれに個別に接続されている。そして、スイッチ装置 7 がオフ状態にあるとき、第 2 電動機 2 2 は、電力変換装置 3 と電氣的に切り離された状態となる。したがって、外風などの外乱トルクによって第 2 電動機 2 2 が回転しても、スイッチ装置 7 がオフ状態であれば、第 2 電動機 2 2 が第 1 電動機 2 1 と接続されていないため、第 2 電動機 2 2 の回転で発生する回生電流の第 1 電動機 2 1 に対する影響を遮断できる。すなわち、フリーラン状態の第 2 ファン 3 2 が、第 1 ファン 3 1 の負荷とならないようになっている。

[0030] 制御部 1 は、上位制御装置 4 6 から台数切替指令を受信したとき、電力変換装置 3 を構成している 6 個のスイッチング素子 4 a ~ 4 f のそれぞれに素子オフ信号を出力する全スイッチング素子オフ処理を実行する。6 個のスイッチング素子 4 a ~ 4 f は、それぞれ、素子オフ信号によりオフとなる。そして、制御部 1 は、6 個のスイッチング素子 4 a ~ 4 f にオフの状態を維持

させたまま、スイッチ装置 7 に接点オフ信号を出力するスイッチ装置オフ処理を実行する。スイッチ装置 7 は、接点オフ信号によりオフ状態となる。すなわち、第 1 接点部 7 x 及び第 2 接点部 7 y は、それぞれ、接点オフ信号によりオフとなる。

[0031] さらに、制御部 1 は、スイッチ装置 7 をオフ状態にした後、後続する起動処理へ移るため、第 1 電動機 2 1 にブレーキをかけて第 1 電動機 2 1 の回転を止めるブレーキ処理を実行する。ここで、第 1 電動機 2 1 及び第 2 電動機 2 2 は、自身が回転することによって生じる電気エネルギーを素早く消費することで、素早く減速することができる。すなわち、制御部 1 は、第 1 電動機 2 1 の電気エネルギーを素早く消費するために、ブレーキ処理の一環として、第 1 電動機 2 1 の線間を短絡させる。第 1 電動機 2 1 の線間の短絡は、例えばスイッチング素子 4 a ~ 4 c を同時にオンすること、又はスイッチング素子 4 d ~ 4 f を同時にオンすることによって実現される。

[0032] また、制御部 1 は、ブレーキ処理に移行したとき、つまり第 1 電動機 2 1 の線間を短絡させたときからカウントを開始する。そして、制御部 1 は、カウントの積算値であるカウント時間が所定のブレーキ処理時間に到達したときに、起動処理を開始する。なお、制御部 1 は、起動処理を開始したとき、カウント時間をリセットする。

[0033] ここで、ブレーキ処理時間は、全スイッチング素子オフ処理へ移行する直前の回転数 f 、つまり複数のスイッチング素子 4 a ~ 4 f を全てオフにする直前の回転数 f である初期回転数 f_0 に応じて定まる。すなわち、本実施の形態 1 では、予め、初期回転数 f_0 を想定した複数の回転数 f ごとに、全スイッチング素子オフ処理、スイッチ装置オフ処理、及びブレーキ処理を実施しておく。その際、ブレーキ処理の開始から第 1 電動機 2 1 の回転数 f_1 が 0 [r/min] になるまでの時間データを、ブレーキ処理時間として取得する。そして、複数の回転数 f と複数のブレーキ処理時間とを関連づけた処理時間テーブルを作成し、制御部 1 の記憶部 1 a に記憶させておく。処理時間テーブルでは、複数の回転数 f と複数のブレーキ処理時間とが、回転数 f が増加

すると、ブレーキ処理時間が増加するように関連づけられている。よって、制御部 1 は、回転数 f を処理時間テーブルに照らすことにより、ブレーキ処理時間を求めることができる。

[0034] 制御部 1 は、起動処理として、第 1 電動機 2 1 が正転して駆動するのに必要な三相電圧指令値 V_{uvw_ref} を電力変換装置 3 に出力する。制御部 1 は、三相電圧指令値 V_{uvw_ref} を、上位制御装置 4 6 から入力される回転数指令値 ω_{ref} に基づいて生成する。すなわち、第 1 電動機 2 1 は、回転数指令値 ω_{ref} に応じて加速する。本実施の形態 1 の第 1 電動機 2 1 は、ブラシレス DC モータであるため、制御部 1 は、三相電圧指令値 V_{uvw_ref} を出力する前に、固定子と回転子の磁極位置をあわせる同期引き込み動作を実施する。

[0035] 制御部 1 は、例えば、マイコンなどの演算装置と、こうした演算装置と協働して上記の各機能を実現させるソフトウェアとによって構成することができる。制御部 1 は、上記の各機能のうちの一部又は全部を実現する回路デバイスのようなハードウェアを含んで構成してもよい。

[0036] 上位制御装置 4 6 は、第 1 電動機 2 1 及び第 2 電動機 2 2 のそれぞれの回転数を示す回転数指令値 ω_{ref} を制御部 1 に出力する。上位制御装置 4 6 は、種々の情報を記憶する記憶部 4 6 a を有している。記憶部 4 6 a には、電動機の台数を切り替える際の判定基準となる回転数であり、実機試験などにより予め設定された基準回転数 X_1 が記憶されている。基準回転数 X_1 は、第 1 電動機 2 1 と第 2 電動機 2 2 との 2 台同時運転から第 1 電動機 2 1 の 1 台運転に切り替える際の基準となる回転数である。

[0037] 本実施の形態 1 において、基準回転数 X_1 は、2 台同時運転時の吸込風量が、1 台運転時の吸込風量の最大値と等しくなるときの回転数 f に設定される。吸込風量とは、第 1 ファン 3 1 及び第 2 ファン 3 2 によって熱交換器ユニット 3 0 へ吸い込まれる風量のことである。1 台運転時の吸込風量の最大値とは、1 台運転時において、電動機の回転数 f を最大にしたとき、あるいは回転数 f を切替回転数にしたときに、熱交換器ユニット 3 0 へ吸い込まれ

る風量のことである。切替回転数は、例えば、1台の電動機における回転数 f の最大値の80 [%] に設定され、適宜変更することができる。

[0038] 上位制御装置46は、制御部1から第1電動機21及び第2電動機22の回転数 f を取得するようになっている。また、上位制御装置46は、記憶部46aから基準回転数 $X1$ を読み出し、回転数 f が基準回転数 $X1$ 以下であるか否かを判定する。そして、上位制御装置46は、回転数 f が基準回転数 $X1$ 以下であれば、制御部1に台数切替指令を送信する。

[0039] 上位制御装置46は、マイコンなどの演算装置と、こうした演算装置と協働して上記の各機能を実現させるソフトウェアとによって構成することができる。また、上位制御装置46は、上記の各機能のうちの一部又は全部を実現する回路デバイスのようなハードウェアを含んでいてもよい。

[0040] 図3は、図2に示した電力変換装置の構成の一例を示す図である。図3に示すように、電力変換装置3は、6個のスイッチング素子4a～4fと、各スイッチング素子4a～4fに並列に設けられた逆流防止素子5a～5fと、三相電流 I_{uvw} の演算用の電流検出部6と、を有する。電力変換装置3は、制御部1から受け取る三相電圧指令値 V_{uvw_ref} に対応して、直流電源2の直流電圧をPWM制御し、直流電圧を三相電圧に変換して第1電動機21及び第2電動機22に供給する。スイッチング素子4a～4fは、それぞれ、例えばIGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) である。逆流防止素子5a～5fは、それぞれ、例えばダイオードである。

[0041] また、図3では、電流検出部6の一例として、シャント抵抗6u～6wを含む構成を示している。シャント抵抗6uは電力変換装置3のU相に設けられ、シャント抵抗6vは電力変換装置3のV相に設けられ、シャント抵抗6wは電力変換装置3のW相に設けられている。すなわち、本実施の形態1において、制御部1は、シャント抵抗6u～6wを用いた電流検出方法により、三相電流 I_{uvw} を検出する。

[0042] 具体的には、電力変換装置3の各相に設けられたシャント抵抗6u～6w

に電流が流れると、各相のそれぞれの電流値に応じた三相電圧降下 dV_{uvw} が生じる。三相電圧降下 dV_{uvw} は、シャント抵抗 $6u$ の電圧降下 dV_u と、シャント抵抗 $6v$ の電圧降下 dV_v と、シャント抵抗 $6w$ の電圧降下 dV_w とからなり、それぞれ制御部 1 に入力される。

[0043] 制御部 1 は、三相電圧降下 dV_{uvw} を A/D 変換し、適当なゲインを乗じて、シャント抵抗 $6u \sim 6w$ に流れる三相電流 I_{uvw} を検出する。もっとも、シャント抵抗 $6u \sim 6w$ の代わりに、電流検出部 6 として、A/C/C/T 又は D/C/C/T などの周知の電流センサを採用し、電流検出部 6 が直接的に三相電流 I_{uvw} を計測して制御部 1 へ出力してもよい。

[0044] 図 4 は、図 1 の上位制御装置による処理を示すフローチャートである。図 5 は、図 1 の制御部による一部の処理を示すフローチャートである。図 6 は、図 1 の制御部による一部の処理を示すタイムチャートである。図 4～図 6 を参照して、電動機の運転状態を 2 台同時運転から 1 台運転に切り替える場合の動作を説明する。

[0045] まず、図 4 を参照して、上位制御装置 46 が電動機の台数切り替えに関し行う制御の手順を説明する。上位制御装置 46 は、制御部 1 から回転数 f を受信する（ステップ S101）。次いで、上位制御装置 46 は、制御部 1 から受信した回転数 f と基準回転数 $X1$ とを比較し、回転数 f が基準回転数 $X1$ 以下であるか否かを判定する（ステップ S102）。

[0046] 上位制御装置 46 は、回転数 f が基準回転数 $X1$ 以下であれば（ステップ S102/YES）、制御部 1 に対し、台数切替指令を送信する（ステップ S103）。一方、上位制御装置 46 は、回転数 f が基準回転数 $X1$ よりも大きければ（ステップ S102/NO）、ステップ S101 の処理に戻る。

[0047] 次に、図 5 を参照して、第 1 電動機 21 と第 2 電動機 22 との 2 台同時運転から第 1 電動機 21 のみの 1 台運転に切り替える際に制御部 1 が行う制御の手順を説明する。

[0048] まず、制御部 1 は、上位制御装置 46 から台数切替指令を受信するまで待機する（ステップ S201/NO）。すなわち、制御部 1 は、上位制御装置

46から台数切替指令を受信しなければ、電動機の台数切り替えに関する処理を行わない。

[0049] 制御部1は、上位制御装置46から台数切替指令を受信すると（ステップS201／YES）、各スイッチング素子4a～4fのそれぞれに素子オフ信号を出力する。これにより、各スイッチング素子4a～4fはオフとなる（ステップS202）。次いで、制御部1は、スイッチ装置7に接点オフ信号を出力する。これにより、スイッチ装置7はオフ状態となる（ステップS203）。

[0050] 次に、制御部1は、第1電動機21の線間を短絡させて、第1電動機21の回転にブレーキをかける。その際、制御部1は、カウントを開始する（ステップS204）。次いで、制御部1は、カウント時間がブレーキ処理時間以上になるまで待機する（ステップS205／NO）。そして、制御部1は、カウント時間がブレーキ処理時間以上になると、ブレーキ処理を終了し、第1電動機21が正転して駆動するのに必要な三相電圧指令値 V_{uvw_ref} を電力変換装置3に出力する。これにより、第1電動機21が駆動を開始する（ステップS206）。

[0051] 続いて、図6では、2台同時運転を行っているときに、台数切替指令が送信されてから第1電動機21が起動処理を実行するまでの動作の流れを示している。図6のタイムチャートでは、横軸に経過時間を取り、縦軸の1段目に電動機の回転数を取り、縦軸の2段目にスイッチ装置7の駆動状態をとっている。つまり、1段目には、第1電動機21の回転数を実線で表し、第2電動機22の回転数を破線で表している。また、2段目には、スイッチ装置7のオンオフ状態を表している。

[0052] ここで、期間T1は、図5のステップS202の全スイッチング素子オフ処理に対応し、期間T2は、図5のステップS203のスイッチ装置オフ処理に対応する。また、期間T3は、図5のステップS204及びS205のブレーキ処理に対応し、期間T4は、図5のステップS206の起動処理に対応する。図6を参照して、図5の各処理に対応する期間ごとに、第1電動

機 2 1 及び第 2 電動機 2 2 の動作と、スイッチ装置 7 の動作とを説明する。

[0053] [全スイッチング素子オフ処理 (T 1)]

期間 T 0 では、第 1 電動機 2 1 と第 2 電動機 2 2 とが等しい回転数 f で同期しながら運転している。このとき、第 1 電動機 2 1 と第 2 電動機 2 2 とは、何れも電力変換装置 3 と電氣的に接続されているため、スイッチ装置 7 はオンの状態である。制御部 1 は、上位制御装置 4 6 から台数切替指令を受けると、期間 T 1 において、電力変換装置 3 を構成する 6 個のスイッチング素子 4 a ~ 4 f にオフ信号を出力する。6 個のスイッチング素子 4 a ~ 4 f がオフすると、電力変換装置 3 から第 1 電動機 2 1 及び第 2 電動機 2 2 に電流が流れなくなり、第 1 電動機 2 1 及び第 2 電動機 2 2 はフリーラン状態になる。また、スイッチ装置 7 には、電流が流れない状態となる。フリーラン状態になった第 1 電動機 2 1 及び第 2 電動機 2 2 は、それぞれ、空気抵抗等の影響により、回転数が徐々に減少する。

[0054] [スイッチ装置オフ処理 (T 2)]

期間 T 2 において、第 1 電動機 2 1 及び第 2 電動機 2 2 はフリーラン状態である。制御部 1 からスイッチ装置 7 に対し、接点オフ信号が出力されると、スイッチ装置 7 はオフ状態となり、第 2 電動機 2 2 が電力変換装置 3 から電氣的に切り離される。このとき、全スイッチング素子オフ処理により、スイッチ装置 7 に流れる電流は遮断されている。

[0055] [ブレーキ処理 (T 3)]

期間 T 3 において、第 1 電動機 2 1 は、電力変換装置 3 と電氣的に接続されており、フリーラン状態である。ブレーキ処理が開始され、第 1 電動機 2 1 の線間が短絡すると、第 1 電動機 2 1 は減速し、回転数 f_1 は $0 [r / \text{min}]$ となる。このときの第 1 電動機 2 1 の減速スピードは、フリーラン状態で減速するスピードよりも速い。つまり、フリーラン状態よりも短時間で、第 1 電動機 2 1 の回転数 f_1 は $0 [r / \text{min}]$ となる。

[0056] [起動処理 (T 4)]

期間 T 4 が始まる時刻において、第 1 電動機 2 1 の回転数は、 $0 [r / \text{min}]$

$i_{n}]$ である。また、スイッチ装置 7 はオフ状態である。このとき、第 2 電動機 22 は、フリーラン状態であっても問題はない。同期引き込み動作が実施された後、第 1 電動機 21 は、電力変換装置 3 により制御され、第 1 電動機 21 の回転数 f_1 は目標回転数まで増加する。

[0057] (実施の形態 1 の作用効果)

以上のように、本実施の形態 1 の電動機制御装置 10 は、スイッチ装置 7 をオフする前に、6 個のスイッチング素子 4a~4f をオフすることにより、電力変換装置 3 から第 2 電動機 22 に流れる電流を遮断することができる。すると、電力変換装置 3 からスイッチ装置 7 に流れる電流が遮断されるため、スイッチ装置 7 をオフした際の電流変化量が小さくなり、スイッチ装置 7 をオフする際の電流変化に比例するサージ電圧も小さくなる。すなわち、制御部 1 は、2 台の電動機が運転している状態から設定電動機だけが運転する 1 台運転に切り替える際、運転している 2 台の電動機の回転数を現在の回転数よりも低下させてからスイッチ装置 7 をオフ状態にする。よって、電動機制御装置 10 によれば、スイッチ装置 7 をオフする際に、スイッチ装置 7 に流れる電流を小さくすることができるため、電流変化量に比例するサージ電圧を低く抑えることができる。そのため、スイッチ装置 7 の破損及び寿命低下を抑制すると共に、電動機制御装置 10 の信頼性を高めることができる。

[0058] また、電動機制御装置 10 は、スイッチ装置 7 をオフにし、第 2 電動機 22 を電力変換装置 3 から電氣的に切り離してからブレーキ処理を実施する。そのため、2 台の電動機に対して同時にブレーキをかける場合と比べて、ブレーキ時に発生する電流を小さくすることができる。加えて、本実施の形態 1 のブレーキ処理によれば、2 台の電動機に対して同時にブレーキをかける場合よりも短い時間で、迅速に第 1 電動機 21 の回転数 f_1 を 0 [r/min] にすることができる。そのため、再起動までの時間を短くことができ、第 1 ファン 31 が回転していないことによる熱交換器ユニット 30 の熱交換能力の低下を緩和することができる。

[0059] 複数の初期回転数 f_0 と複数のブレーキ処理時間とを関連づけた処理時間テーブルを参照して、ブレーキ処理時間を決定することにより、第1電動機21の回転数 f_1 が $0 [r/min]$ になるタイミングを予測して、第1電動機21の再起動を開始する。そのため、再起動までの時間をさらに短くすることができる。もっとも、制御部1は、処理時間テーブルの代わりに、初期回転数 f_0 とブレーキ処理時間とを関連づけたグラフなどを用いてもよい。

[0060] また、電動機制御装置10は、全スイッチング素子オフ処理と、スイッチ装置オフ処理と、ブレーキ処理とを、この順に実行する。よって、第2電動機22にはブレーキがかからず、フリーラン状態を保つことができるため、熱交換器ユニット30の熱交換能力の低下を緩和することができる。

[0061] すなわち、本実施の形態1の電動機制御装置10によれば、スイッチ装置7にかかるサージ電圧を低く抑えることができるため、スイッチ装置7の破損及び寿命低下を抑制することができる。その結果、電動機制御装置10の信頼性を高めることができる。また、熱交換器ユニット30の熱交換能力への影響を抑えながら、電動機の運転台数の切り替え処理を実施することができる。

[0062] さらに、基準回転数 $X1$ は、2台同時運転時の吸込風量が、1台運転時の吸込風量の最大値と等しくなるときの回転数 f に設定される。すなわち、基準回転数 $X1$ は、1台のファンによって吸い込むことのできる風量が基準となっているため、1台運転への切り替え時に吸込風量を維持することができる、熱交換器ユニット30の熱交換能力を保つことができる。

[0063] 実施の形態2.

本実施の形態2の空気調和装置及び電動機制御装置の構成は図1と同様であるため、前述した実施の形態1と同等の構成については同一の符号を付して説明は省略する。本実施の形態2の制御部1は、上位制御装置46から台数切替指令を受信すると、全スイッチング素子オフ処理と、スイッチ装置オフ処理と、推定処理と、起動処理と、をこの順で実行する。すなわち、制御部1は、実施の形態1におけるブレーキ処理の代わりに、推定処理を行うよ

うになっている。

[0064] 本実施の形態2において、制御部1は、フリーラン状態になっている第1電動機21の回転数 f_1 と、第1電動機21の回転子の位置とを推定し、各推定値に基づいて起動処理を実行する。なお、回転子の位置は、回転子の位相に対応する。本実施の形態2において、制御部1の記憶部1aには、第1電動機21、第2電動機22、第1ファン31、及び第2ファン32の慣性等の特性を示す特性情報の他、後述する回転数低下情報などが記憶されている。

[0065] 制御部1は、第1電動機21の回転数 f_1 の推定、及び第1電動機21の回転子の磁極位置の推定を、初期回転数 f_0 と、初期位置情報と、オフ後経過時間と、特性情報と、を用いて行う。初期回転数 f_0 は、全スイッチング素子オフ処理に移行する直前の回転数 f である。初期位置情報は、全スイッチング素子オフ処理に移行する直前の第1電動機21の回転子の磁極位置の情報である。つまり、初期位置情報は、複数のスイッチング素子4a～4fを全てオフにする直前の設定電動機の回転子の磁極位置の情報である。オフ後経過時間は、複数のスイッチング素子4a～4fを全てオフにしてからの経過時間であり、制御部1が計時するようになっている。特性情報は、第1電動機21及び第1ファン31の慣性等の特性を示す情報である。なお、全スイッチング素子オフ処理に移行する直前において、回転数 f と回転数 f_1 とは等しくなっている。

[0066] より具体的に、本実施の形態2では、予め、使用する電動機及びファンがある回転数で運転しているときに、6個のスイッチング素子4a～4fをオフにすると、その後、時間の経過とともにフリーラン回転数がどのように変化するかを実験にて確認しておく。ここで、フリーラン回転数とは、フリーラン状態にある電動機の回転数であり、本実施の形態2では、各スイッチング素子4a～4fをオフしてからの第1電動機21の回転数 f_1 のことである。

[0067] すなわち、実機での試験などにより、回転数 f ごとに、フリーラン回転数

の経時的な変化を示す情報を記録し、回転数低下情報として記憶部 1 a に記憶させておく。回転数低下情報は、オフ後経過時間とフリーラン回転数の推定値である推定回転数とを関連づけた情報であり、オフ後経過時間が増加すると、推定回転数が減少するように構成される。回転数低下情報としては、オフ後経過時間と推定回転数とを関連づけた低下情報テーブル、又はオフ後経過時間と推定回転数とを関連づけたグラフなどを採用することができる。

[0068] したがって、制御部 1 は、初期回転数 f_0 とオフ後経過時間とを用いて、フリーラン状態になっている第 1 電動機 2 1 の回転数 f_1 を推定することができる。つまり、制御部 1 は、オフ後経過時間を、初期回転数 f_0 に対応する回転数低下情報に照らすことにより、推定回転数を求めることができる。

[0069] 回転子の磁極位置は、回転子の回転角速度の時間積分により計算できる。すなわち、制御部 1 は、予め実験にて確認したオフ後経過時間とフリーラン回転数との関係を示す情報、オフ後経過時間、及び初期位置情報をもとに、フリーラン状態になっている第 1 電動機 2 1 の回転子の磁極位置を推定することができる。つまり、制御部 1 は、フリーラン状態になっている第 1 電動機 2 1 の回転子の磁極位置の推定値を、推定位置情報として求める。本実施の形態 2 において、制御部 1 は、オフ後経過時間とフリーラン回転数との関係を示す情報として、回転数低下情報から求めた推定回転数を用いる。

[0070] そして、制御部 1 は、起動処理として、直前の推定処理で推定した推定回転数及び推定位置情報を用いることにより、三相電圧指令値 V_{uvw_ref} を生成し、電力変換装置 3 に出力する。これにより、電力変換装置 3 は、第 1 電動機 2 1 に対し、回転子に同期した大きさ、周波数、及び位相の電圧を出力する。第 1 電動機 2 1 は、固定子と回転子とが同期した後、目標回転数に追従する。

[0071] すなわち、制御部 1 は、オフ後経過時間を回転数低下情報に照らして推定回転数を求める。また、制御部 1 は、求めた推定回転数と、初期位置情報と、オフ後経過時間とを用いて推定位置情報を求める。そして、制御部 1 は、求めた推定位置情報を用いて設定電動機の回転子と固定子の磁極位置を同期

させ、設定電動機を再起動させる。

[0072] 図7は、本発明の実施の形態2に係る電動機制御装置の制御部による一部の処理を示すフローチャートである。図8は、本発明の実施の形態2に係る電動機制御装置の制御部による一部の処理を示すタイムチャートである。図7及び図8を参照して、電動機の運転状態を2台同時運転から1台運転に切り替える場合の動作を説明する。図5及び図6と同様の処理については同一の符号を用いて説明は省略する。なお、上位制御装置46による動作は、図4の場合と同様である。

[0073] まず、図7を参照して、第1電動機21と第2電動機22との2台同時運転から第1電動機21のみの1台運転に切り替える際に制御部1が行う制御の手順を説明する。制御部1は、ステップS201～S203までの処理を、図5の場合と同様に実行する。

[0074] 次に、制御部1は、計時中のオフ後経過時間を、初期回転数 f_0 に対応する回転数低下情報に照らすことにより、第1電動機21の推定回転数を求める（ステップS301）。そして、制御部1は、オフ後経過時間とフリーラン回転数との関係、オフ後経過時間、及び初期位置情報を用いて、第1電動機21の回転子の磁極位置の推定値である推定位置情報を求める（ステップS302）。

[0075] 次いで、制御部1は、推定回転数及び推定位置情報を用いて、第1電動機21の固定子と回転子とが同期し、かつ第1電動機21の回転数 f_1 を目標回転数に追従させるための三相電圧指令値 V_{uvw_ref} を生成する。そして、制御部1は、生成した三相電圧指令値 V_{uvw_ref} を電力変換装置3に出力する（ステップS303）。

[0076] 続いて、図8では、2台同時運転を行っているときに、台数切替指令が送信されてから第1電動機21が起動処理を実行するまでの動作の流れを示している。図8のタイムチャートの基本的な構成は、図6のタイムチャートと同様である。期間T1は、図7のステップS202の全スイッチング素子オフ処理に対応し、期間T2は、図7のステップS203のスイッチ装置オフ

処理に対応している。また、期間T5は、図7のステップS301及びS302の推定処理に対応し、期間T4は、図7のステップS303の起動処理に対応している。図8を参照して、推定処理を中心に、第1電動機21及び第2電動機22の動作と、スイッチ装置7の動作とを説明する。

[0077] 期間T1において、6個のスイッチング素子4a～4fをオフにすると、第1電動機21及び第2電動機22はフリーラン状態となり、それぞれの回転数が徐々に減少する。次に、期間T2でスイッチ装置7をオフにした後、期間T5において、推定回転数及び推定位置情報を求める。ここで、期間T1、期間T2、及び期間T5までの間、第1電動機21及び第2電動機22はフリーラン状態である。期間T4では、期間T5の推定処理で求めた推定回転数及び推定位置情報を用いて第1電動機21を再起動する。その後、第1電動機21は、目標回転数まで加速する。

[0078] 本実施の形態2では、第1電動機21の回転数 f_1 が減少している途中の期間T5及び期間T4において、推定処理及び起動処理を実施するため、第1電動機21の回転数 f_1 が0[r/min]まで減少しない。一方、第2電動機22は、期間T2でスイッチ装置7をオフした後、電力変換装置3からは電氣的に切り離されているので、フリーラン状態のまま、回転数 f_2 は0[r/min]まで減少する。

[0079] (実施の形態2の作用効果)

以上のように、本実施の形態2の制御部1は、2台の電動機が運転している状態から設定電動機だけが運転する1台運転に切り替える際、運転している2台の電動機の回転数を現在の回転数よりも低下させてからスイッチ装置7をオフ状態にする。したがって、本実施の形態2の電動機制御装置10によっても、実施の形態1と同様、スイッチ装置7にかかるサージ電圧を低く抑えることができ、スイッチ装置7の破損及び寿命低下を抑制することができる。よって、信頼性の高い電動機制御装置10を提供することができる。加えて、熱交換器ユニット30の熱交換能力への影響を抑えながら、電動機の運転台数の切り替え処理を実施することができる。

[0080] また、本実施の形態2の電動機制御装置10は、第1電動機21の回転数 f_1 が減少している途中で、回転数推定処理と起動処理を実施するため、フリーラン状態の第1ファン31の回転を停止させることなく、第1電動機21を再起動させることができる。そのため、熱交換器ユニット30の熱交換能力の低下をさらに緩和することができる。

[0081] さらに、電動機制御装置10は、ブレーキ処理を行わないため、ブレーキ処理に要する時間が不要となる。加えて、電動機制御装置10は、第1電動機21の回転数 f_1 を0[r/min]までは低下させないため、0[r/min]から第1電動機21を加速させる動作が不要となる。そのため、電動機の運転台数の切り替え処理に要する時間を短縮することができる。

[0082] 実施の形態3.

本実施の形態3の空気調和装置及び電動機制御装置の構成は図1と同様であるため、上述した実施の形態1及び2と同等の構成については同一の符号を付して説明は省略する。本実施の形態3の制御部1は、上位制御装置46から台数切替指令を受信すると、減速処理と、電流ゼロクロス検出処理と、スイッチ装置オフ処理と、加速処理と、をこの順に実行する。すなわち、制御部1は、実施の形態1におけるブレーキ処理の代わりに、減速処理及び電流ゼロクロス検出処理を行うようになっている。

[0083] 減速処理は、制御部1が、第1電動機21及び第2電動機22を運転可能な最低回転数まで減速させる処理である。すなわち、制御部1は、第1電動機21及び第2電動機22を運転可能な最低回転数で運転させるための三相電圧指令値 V_{uvw_ref} を、減速指令として電力変換装置3に出力する。

[0084] スイッチ装置7に流れる電流は、その値である電流値の正負が周期的に変化する交流電流である。つまり、電流ゼロクロス検出処理は、制御部1が、電流値が正から負、又は負から正に切り替わるタイミング、すなわちゼロクロスを検出する処理である。

[0085] ここで、シャント抵抗 $6_u \sim 6_w$ を用いて検出される各相の電流は、それ

ぞれ、スイッチ装置 7 の各相に流れる電流と同位相である。つまり、シャント抵抗 $6u \sim 6w$ を用いて制御部 1 が検出した三相電流 I_{uvw} のゼロクロスと、スイッチ装置 7 に流れる電流のゼロクロスとは一致する。したがって、本実施の形態 3 の制御部 1 は、電流ゼロクロス検出処理として、三相電流 I_{uvw} のゼロクロスである電流ゼロクロスを検出する。

[0086] また、本実施の形態 3 において、制御部 1 は、スイッチ装置オフ処理として、電流ゼロクロスにてスイッチ装置 7 をオフできるように、スイッチ装置 7 に接点オフ信号を出力する。ここで、実際には、制御部 1 が電流ゼロクロスを検出してからスイッチ装置 7 がオフ状態になるまでにはタイムラグが生じる。電流ゼロクロスを検出した後、制御部 1 がスイッチ装置 7 にオフ信号を出力し、スイッチ装置 7 がオフ状態になる、という一連の動作が存在するからである。つまり、制御部 1 は、電流ゼロクロスを検出した時点で、即座にスイッチ装置 7 をオフ状態にすることはできない。

[0087] そのため、本実施の形態 3 では、より厳密に電流ゼロクロスにてスイッチ装置 7 をオフするため、制御部 1 は、電流ゼロクロスのタイミングに対して所定のオフセットをかけて、スイッチ装置 7 に接点オフ信号を出力するようになっている。制御部 1 は、電流の周波数、及びスイッチ装置 7 がオフするまでの遅れ時間に基づいて、所定のオフセットを演算する。

[0088] ところで、図 1 に示す構成では、スイッチ装置 7 において、U 2 相と W 2 相との 2 相に接点部が接続されている。つまり、U 2 相に第 1 接点部 $7x$ が接続され、W 2 相に第 2 接点部 $7y$ が接続されている。また、U 2 相に流れる電流と、W 2 相に流れる電流との間には、 240° の位相差があり、U 2 相の電流と W 2 相の電流との双方が同時にゼロクロスすることはない。しかしながら、制御部 1 がスイッチ装置 7 に送信する切替指示信号 SW は、相ごとに分かれておらず、複数の相を同一の指令で一括して管理する構成となっている。そのため、U 2 相の電流と W 2 相の電流とがゼロクロスするタイミングで、第 1 接点部 $7x$ と第 2 接点部 $7y$ とのそれぞれに独立して、切替指示信号 SW としての接点オフ信号を送信することはできない。

[0089] ここで、スイッチ装置 7 に接点オフ信号を出力する契機を、U 2 相の電流がゼロクロスするタイミングに固定すると、W 2 相に接続された第 2 接点部 7 y にかかるストレスが大きくなる。逆の場合も同様である。つまり、スイッチ装置 7 に接点オフ信号を出力する契機を、一方の相の電流がゼロクロスするタイミングに固定すると、他方の相の接点部の負担が相対的に大きくなる。そのため、他方の相の接点部が、一方の相の接点部よりも早く寿命を迎えることとなる。

[0090] そこで、本実施の形態 3 では、制御部 1 が、接点オフ信号を出力する契機を、U 2 相の電流がゼロクロスするタイミングと、W 2 相の電流がゼロクロスするタイミングとで、交互に入れ替えるようになっている。すなわち、制御部 1 は、三相電流 I_{uvw} のゼロクロスとして、電力変換装置 3 の U 相に流れる電流のゼロクロスと、電力変換装置 3 の W 相に流れる電流のゼロクロスとを交互に用いるようになっている。より具体的に、制御部 1 は、U 2 相に流れる電流がゼロクロスするタイミングでスイッチ装置 7 をオフにすると、次のスイッチ装置オフ処理の際は、W 2 相に流れる電流がゼロクロスするタイミングでスイッチ装置 7 をオフにする。

[0091] もっとも、ゼロクロスを検出する相は、スイッチ装置オフ処理の度に入れ替えるのではなく、例えば一定の回数ごとに入れ替えてもよい。つまり、制御部 1 は、接点オフ信号を出力する契機を、U 2 相の電流がゼロクロスするタイミングと、W 2 相の電流がゼロクロスするタイミングとで、定期的に入れ替えるとよい。このようにすれば、スイッチ装置 7 における第 1 接点部 7 x と第 2 接点部 7 y との間で負担を分散することができる。

[0092] 加速処理は、運転可能な最低回転数で運転している第 1 電動機 2 1 を目標回転数まで加速する処理である。つまり、制御部 1 は、加速処理として、第 1 電動機 2 1 の回転数 f_1 を目標回転数に追従させる三相電圧指令値 V_{uvw_ref} を生成し、電力変換装置 3 に出力する。

[0093] 図 9 は、本発明の実施の形態 3 に係る電動機制御装置の制御部による一部の処理を示すフローチャートである。図 10 は、本発明の実施の形態 3 に係

る電動機制御装置の制御部による一部の処理を示すタイムチャートである。
図 9 及び図 10 を参照して、電動機の運転状態を 2 台同時運転から 1 台運転に切り替える場合の動作を説明する。図 5 及び図 6 と同様の処理については同一の符号を用いて説明は省略する。なお、上位制御装置 46 による動作は、図 4 の場合と同様である。

[0094] まず、図 9 を参照して、第 1 電動機 21 と第 2 電動機 22 との 2 台同時運転から第 1 電動機 21 の 1 台運転に切り替える際に制御部 1 が行う制御の手順を説明する。

[0095] 制御部 1 は、上位制御装置 46 から台数切替指令を受信すると（ステップ S201 / YES）、第 1 電動機 21 及び第 2 電動機 22 が運転可能な最低回転数で運転するよう、電力変換装置 3 に減速指令を出力する（ステップ S401）。次いで、制御部 1 は、回転数 f が最低回転数に低下するまで待機する（ステップ S402 / NO）。

[0096] 制御部 1 は、回転数 f が最低回転数まで低下すると（ステップ S402 / YES）、三相電流 I_{uvw} における電流ゼロクロスを検出する（ステップ S403）。そして、制御部 1 は、電流ゼロクロスのタイミングに対して所定のオフセットをかけて、スイッチ装置 7 に接点オフ信号を出力する（ステップ S404）。そして、制御部 1 は、第 1 電動機 21 の回転数 f_1 が目標回転数となるように三相電圧指令値 V_{uvw_ref} を生成し、電力変換装置 3 に出力する（ステップ S405）。

[0097] 続いて、図 10 では、2 台同時運転を行っているときに、台数切替指令が送信されてから第 1 電動機 21 が起動処理を実行するまでの動作の流れを示している。図 10 のタイムチャートの基本的な構成は、図 6 及び図 8 のタイムチャートと同様である。期間 T6 は、図 9 のステップ S401 及び S402 の減速処理に対応し、期間 T7 は、図 9 のステップ S403 の電流ゼロクロス検出処理に対応している。また、期間 T2 は、図 9 のステップ S404 のスイッチ装置オフ処理に対応し、期間 T8 は、図 9 のステップ S405 の加速処理に対応している。図 10 を参照して、第 1 電動機 21 及び第 2 電動

機 2 2 の動作と、スイッチ装置 7 の動作とを説明する。

[0098] 期間 T 6 において、上位制御装置 4 6 から台数切替指令を受けた制御部 1 は、第 1 電動機 2 1 及び第 2 電動機 2 2 が運転可能な最低回転数で運転するように、電力変換装置 3 に三相電圧指令値 V_{uvw_ref} を出力する。そのため、第 1 電動機 2 1 及び第 2 電動機 2 2 は、制御定数として定められた減速スピードで最低回転数まで減速する。

[0099] 第 1 電動機 2 1 及び第 2 電動機 2 2 が最低回転数まで減速した後、期間 T 7 での電流ゼロクロス検出処理を経て、期間 T 2 に移行し、スイッチ装置 7 はオフ状態へと遷移する。スイッチ装置 7 がオフ状態になると、第 2 電動機 2 2 は、電力変換装置 3 から電氣的に切り離され、フリーラン状態となる。そのため、図 1 0 に示すように減速して、第 2 電動機 2 2 の回転数 f_2 は、0 [r/min] まで減少する。

[0100] 一方、期間 T 2 において、第 1 電動機 2 1 は、電力変換装置 3 と電氣的に接続されたままであり、それまでの運転状態が継続される。つまり、第 1 電動機 2 1 は、最低回転数での運転を継続する。そして、期間 T 8 に移行すると、第 1 電動機 2 1 は、目標回転数まで加速する。

[0101] (実施の形態 3 の作用効果)

以上のように、本実施の形態 3 の制御部 1 は、2 台の電動機が運転している状態から設定電動機だけが運転する 1 台運転に切り替える際、運転している 2 台の電動機の回転数を現在の回転数よりも低下させてからスイッチ装置 7 をオフ状態にする。より具体的に、本実施の形態 3 の電動機制御装置 1 0 は、スイッチ装置 7 をオフ状態にする前に、減速処理により、第 1 電動機 2 1 及び第 2 電動機 2 2 の回転数 f を最低回転数まで減速させる。つまり、電動機制御装置 1 0 は、スイッチ装置 7 に流れる電流を最小した上で、スイッチ装置 7 をオフ状態にするため、スイッチ装置 7 にかかるサージ電圧を低く抑えることができる。さらに、電動機制御装置 1 0 は、U 2 相又は W 2 相の電流がゼロクロスするタイミングでスイッチ装置 7 をオフ状態にする。そのため、スイッチ装置 7 にかかるサージ電圧をさらに抑制することができる。

[0102] 加えて、スイッチ装置 7 をオフ状態にするタイミングは、U 2 相の電流ゼロクロスを採用した次の回は W 2 相の電流ゼロクロスを採用するという風に、ゼロクロスの判定に用いる相を交互に入れ替えるようになっている。つまり、制御部 1 は、スイッチ装置 7 をオフ状態にする条件に用いる電流の相を、スイッチ装置 7 をオフ状態にする度に切り替える。よって、一方の相に接続されたスイッチ装置 7 の接点部のみにストレスがかかり続けることを防止することができるため、スイッチ装置 7 の故障を抑制し、寿命を延ばすことができる。

[0103] すなわち、本実施の形態 3 の電動機制御装置 10 によっても、実施の形態 1 と同様、スイッチ装置 7 にかかるサージ電圧を低く抑えることができ、スイッチ装置 7 の破損及び寿命低下を抑制することができる。よって、信頼性の高い電動機制御装置 10 を提供することができる。また、熱交換器ユニット 30 の熱交換能力への影響を抑えながら、電動機の運転台数の切り替え処理を実施することができる。

[0104] そして、電動機制御装置 10 は、スイッチ装置 7 をオフ状態にする際、第 1 電動機 21 の駆動を停止させずに再起動させることから、第 1 ファン 31 の回転を停止させることがない。そのため、実施の形態 2 と同様、熱交換器ユニット 30 の熱交換能力の低下を緩和することができる。

[0105] また、実施の形態 2 と同様、ブレーキ処理に要する時間が不要であり、かつ第 1 電動機 21 の 0 [r/min] からの加速が不要であることから、電動機の運転台数の切り替え処理に要する時間を短縮することができる。また、フリーラン状態の第 1 電動機 21 における回転子の磁極と固定子の磁極とを同期させて再起動させる、という処理が不要となるため、制御内容を簡素化することができる。

[0106] 実施の形態 4.

本実施の形態 4 の空気調和装置及び電動機制御装置の構成は図 1 と同様であるため、上述した実施の形態 1 ～ 3 と同等の構成については同一の符号を付して説明は省略する。本実施の形態 4 は、前述した実施の形態 3 における

電流ゼロクロス検出処理の代わりに、制御部 1 が、電流ピーク検出処理を行う点に特徴がある。その他の制御構成は実施の形態 3 と同様である。

[0107] 図 1 1 は、本発明の実施の形態 4 に係る空気調和装置の電動機に流れる三相交流電流の波形を示すグラフである。図 1 1 では、U 2 相の電流、V 2 相の電流、及び W 2 相の電流の経時的な変化を例示している。図 1 1 では、U 2 相の電流を実線で示し、V 2 相の電流を破線で示し、W 2 相の電流の一点鎖線で示している。

[0108] ここで、U 2 相の電流及び W 2 相の電流の大きさに偏りがなく、できる限り最小になるのは、図 1 1 に示す点 A である。そして、図 1 1 によると、点 A が位置する時刻において、V 2 相の電流が最大値又は最小値となっている。そこで、本実施の形態 4 では、上記のような各相の電流の関連性を利用して、V 2 相の電流のピークを検出することにより、図 1 1 の点 A で示すポイントを検出するという構成を採っている。

[0109] すなわち、本実施の形態 4 の制御部 1 は、電流ピーク検出処理として、接点部が設けられていない V 2 相の電流の正弦波の山又は谷、つまり電流ピークを検出するようになっている。そして、制御部 1 は、スイッチ装置オフ処理として、電流ピーク検出処理で検出した V 2 相の電流ピークでスイッチ装置 7 をオフできるように、スイッチ装置 7 に接点オフ信号を出力する。

[0110] ここで、実際には、制御部 1 が V 2 相の電流ピークを検出してからスイッチ装置 7 がオフ状態になるまでにはタイムラグが生じる。そのため、本実施の形態 4 では、より厳密に V 2 相の電流ピークにてスイッチ装置 7 をオフするために、制御部 1 は、V 2 相の電流ピークのタイミングに対して所定のオフセットをかけて、スイッチ装置 7 に接点オフ信号を出力するようになっている。制御部 1 は、電流の周波数、及びスイッチ装置 7 がオフするまでの遅れ時間に基づいて、所定のオフセットを演算する。

[0111] 図 1 2 は、本発明の実施の形態 4 に係る電動機制御装置の制御部による一部の処理を示すフローチャートである。図 1 2 を参照して、電動機の運転状態を 2 台同時運転から 1 台運転に切り替える場合の動作を説明する。図 9 と

同様の処理については同一の符号を用いて説明は省略する。なお、実施の形態4におけるタイムチャートは、実施の形態3における図10と同様になるため省略する。また、上位制御装置46による動作は、図4の場合と同様である。

[0112] 制御部1は、ステップS201、S401、及びS402の処理を図9の場合と同様に実行する。そして、制御部1は、回転数 f が最低回転数まで減速すると（ステップS402／YES）、制御部1は、接点部が設けられていないV2相の電流ピークを検出する（ステップS501）。そして、制御部1は、V2相の電流ピークのタイミングに対して所定のオフセットをかけて、スイッチ装置7に接点オフ信号を出力する（ステップS502）。次いで、制御部1は、ステップS405の処理を図9の場合と同様に実行する。

[0113] （実施の形態4の作用効果）

本実施の形態4の電動機制御装置10は、スイッチ装置7をオフ状態にする前に、減速処理により、第1電動機21及び第2電動機22の回転数 f を最低回転数まで減速させる。さらに、電動機制御装置10は、U2相の電流とW2相の電流の大きさに偏りがなく、できる限り最小になるタイミングでスイッチ装置7をオフ状態にする。そのため、スイッチ装置7にかかるサージ電圧を低く抑えることができる。

[0114] 加えて、スイッチ装置7をオフ状態にするタイミングであるV2相の電流ピークでは、U2相の電流値とW2相の電流値とが、等しく且つ相対的に小さな値となる。したがって、U2相の第1接点部7x及びW2相の第2接点部7yにかかるストレスを小さくし、かつ第1接点部7xと第2接点部7yとの間で負担を分散することができる。よって、スイッチ装置7の故障を抑制し、寿命を延ばすことができる。その他の作用効果は、実施の形態3と同様である。

[0115] 実施の形態5.

本実施の形態5の空気調和装置は、上述した実施の形態1～4と比較して、電動機制御装置の構成の一部が異なる。また、上位制御装置による制御内

容が図4のフローチャートとは異なる。ただし、空気調和装置の構成は図1と同様であるため、上述した実施の形態1～4と同等の構成については同一の符号を付して説明は省略する。

[0116] 図13は、本発明の実施の形態5に係る電動機制御装置の構成を例示した制御ブロック図である。本実施の形態5の電動機制御装置110は、図2の電動機制御装置10と比較すると、電流検出装置13が追加されている。電流検出装置13は、例えば電流センサであり、第1電動機21と電力変換装置3とを接続している三相電力線8に流れる電流を検出する。また、電動機制御装置110は、制御部1の代わりに、制御部101を有している。制御部101は、2台の電動機が運転している状態から設定電動機だけが運転する1台運転に切り替える際、運転している2台の電動機の回転数を現在の回転数よりも低下させてからスイッチ装置7をオフ状態にする。

[0117] ここで、第1電動機21と第2電動機22の並列運転においては、第1電動機21と第2電動機22との回転数差の影響で、乱調現象が発生する。乱調現象が発生すると、制御が不安定となって電流が発散し、電動機を制御することが困難になる。そこで、本実施の形態5では、乱調現象が発生したことを、第1電動機21に流れる電流 I_{uvw1} と第2電動機22に流れる電流 I_{uvw2} との差分である電流差分値 I_d が基準電流値 $\times 2$ 以上になったことから判断する。そして、電流差分値 I_d が基準電流値 $\times 2$ 以上になったときに、第1電動機21と第2電動機22の並列運転から、第1電動機21のみの単独運転に切り替える。

[0118] 第1電動機21に流れる電流 I_{uvw1} は、電流検出装置13によって検出される。ここで、図3に示したシャント抵抗 $6_u \sim 6_w$ によって検出される電流は、第1電動機21に流れる電流 I_{uvw1} と第2電動機22に流れる電流 I_{uvw2} との和になっている。よって、第2電動機22に流れる電流 I_{uvw2} は、シャント抵抗 $6_u \sim 6_w$ によって検出される三相電流 I_{uvw} から電流検出装置13によって検出される電流 I_{uvw1} を引くことで求められる。

[0119] より具体的に、制御部101は、第1電動機21及び第2電動機22の回転数 f を取得して、上位制御装置46に出力する。制御部101は、経時的に、電流検出装置13から第1電動機21に流れる電流 I_{uvw1} を取得する。また、制御部101は、三相電流 I_{uvw} から電流 I_{uvw1} を減算することにより、第2電動機22に流れる電流 I_{uvw2} を求める。そして、制御部101は、電流 I_{uvw1} と電流 I_{uvw2} との差分である電流差分値 I_d を求め、求めた電流差分値 I_d を上位制御装置46へ出力する。制御部101の他の構成は、実施の形態1～4の制御部1と同様である。

[0120] 上位制御装置46は、上記各実施の形態と同様、制御部101から受信した回転数 f と基準回転数 X_1 と比較し、回転数 f が基準回転数 X_1 以下である場合に、制御部1に対して台数切替指令を送信する。また、本実施の形態5の上位制御装置46は、制御部101から出力される電流差分値 I_d と基準電流値 X_2 とを比較し、電流差分値 I_d が基準電流値 X_2 以上である場合にも、制御部1に対して台数切替指令を送信する。

[0121] 図14は、本発明の実施の形態5に係る空気調和装置の上位制御装置による処理を示すフローチャートである。図14を参照して、上位制御装置46が電動機の台数切り替えに関して行う制御の手順を説明する。図14では、図4と比較して、台数切替指令を送信する際の判定条件が異なっている。図4と同様の処理については同一の符号を用いて説明は省略する。

[0122] 上位制御装置46は、制御部1から回転数 f と電流差分値 I_d とを受信する（ステップS601）。次いで、上位制御装置46は、回転数 f が基準回転数 X_1 以下であるか否かを判定する。また、上位制御装置46は、電流差分値 I_d と基準電流値 X_2 とを比較し、電流差分値 I_d が基準電流値 X_2 以上であるか否かを判定する（ステップS602）。

[0123] 上位制御装置46は、回転数 f が基準回転数 X_1 以下、又は電流差分値 I_d が基準電流値 X_2 以上であるという判定条件を満たせば（ステップS602／YES）、制御部1に対し、台数切替指令を送信する（ステップS103）。一方、上位制御装置46は、上記の判定条件を満たさなければ（ステ

ップS602／NO)、ステップS601の処理に戻る。

[0124] 上記の動作説明では、回転数 f と基準回転数 $X1$ との比較判定と、電流差分值 I_d と基準電流値 $X2$ との比較判定を同じタイミングで行う例を示したが、これに限らず、上位制御装置46は、各比較判定を異なるタイミングで行ってもよい。したがって、制御部1から回転数 f を受信するタイミングと、制御部1から電流差分值 I_d を受信するタイミングとは、異なってもよい。

[0125] また、上記の説明では、制御部101が電流差分值 I_d を求めて上位制御装置46へ出力する場合を例示したが、これに限定されない。例えば、制御部101は、電流 I_{uvw1} 及び電流 I_{uvw2} 、又は電流 I_{uvw1} 及び電流 I_{uvw1} を上位制御装置46へ出力してもよい。この場合は、上位制御装置46が、電流差分值 I_d を求めた上で、基準電流値 $X2$ との比較を行うことになる。

[0126] (実施の形態5の作用効果)

本実施の形態5の電動機制御装置110によっても、実施の形態1～4と同様、スイッチ装置7にかかるサージ電圧を低く抑えることができ、スイッチ装置7の破損及び寿命低下を抑制することができる。よって、電動機制御装置110の信頼性を高めることができる。また、熱交換器ユニット30の熱交換能力への影響を抑えながら、電動機の運転台数の切り替え処理を実施することができる。

[0127] さらに、本実施の形態5の電動機制御装置110には、電流 I_{uvw1} と電流 I_{uvw2} との差分である電流差分值 I_d が基準電流値 $X2$ 以上のときにも、上位制御装置46から台数切替指令が送信される。よって、乱調現象によって電流が発散し、電動機の運転継続が困難になる前に、第1電動機21と第2電動機22の並列運転から第1電動機21のみの単独運転に切り替えることができる。そのため、第1電動機21及び第2電動機22の異常停止を回避し、第1ファン31の回転を継続させることができる。

[0128] ところで、乱調現象の発生を抑制する方法として、乱調を抑制する制御も

存在するが、電動機の低回転領域では、乱調を抑制することが難しいことがあり、このような乱調を抑制する制御が有効に働かない場合がある。この点、本実施の形態 5 の手法によれば、電動機の低回転領域においても、電動機の異常停止を回避し、運転を継続させることができる。ここで、実施の形態 5 の構成は、実施の形態 1 ～ 4 のそれぞれに適用することができる。

[0129] 上述した実施の形態は、電動機制御装置における好適な具体例であり、本発明の技術的範囲は、これらの態様に限定されるものではない。例えば、図 1 及び図 13 では、スイッチ装置 7 が、電力変換装置 3 と第 2 電動機 22 との間にだけ設けられている場合を例示したが、これに限らず、スイッチ装置 7 は、三相電力線 8 と三相電力線 9 との分岐と第 1 電動機 21 との間に設けられてもよい。すなわち、スイッチ装置 7 は、少なくとも、電力変換装置 3 と 1 台を除く電動機との間に設けられる。スイッチ装置 7 が第 1 電動機 21 及び第 2 電動機 22 の双方に接続されている場合、制御部 1 及び 101 は、例えば第 1 電動機 21 の稼働時間と第 2 電動機 22 の稼働時間とが等しくなるように、1 台運転させる電動機の設定を定期的に変更するとよい。つまり、制御部 1 及び 101 は、第 1 電動機 21 と第 2 電動機 22 との負荷バランスに基づいて、設定電動機を適宜変更するとよい。

[0130] また、図 1、図 2、及び図 13 では、電動機制御装置 10 又は 110 に 2 台の電動機が接続された構成を例示したが、これに限らず、電動機制御装置 10 又は 110 には、3 台以上の電動機が接続されてもよい。この場合、制御部 1 及び 101 は、2 台以上の電動機が運転している状態から、設定電動機だけが運転する 1 台運転に切り替える際、運転している 2 台以上の電動機の回転数を現在の回転数よりも低下させてからスイッチ装置をオフ状態にする。スイッチ装置 7 は、電力変換装置 3 と 1 台を除く電動機との間にそれぞれ設けられてもよいし、全ての電動機のそれぞれに対応づけて設けられてもよい。すなわち、スイッチ装置 7 は、少なくとも、電力変換装置 3 と 1 台を除く電動機との間にそれぞれ設けられてもよい。スイッチ装置 7 が全ての電動機のそれぞれに対応づけて設けられている場合、制御部 1 及び 101 は、

例えば全ての電動機の稼働時間が均等になるよう、1台運転させる電動機の設定を定期的に変更するとよい。つまり、制御部1及び101は、全ての電動機の負荷バランスに基づいて、設定電動機を適宜変更するとよい。加えて、基準回転数 $\times 1$ は、2台以上の電動機が運転している場合の複数のファンによる吸込風量が、1台の電動機だけが運転している場合の吸込風量の最大値と等しくなるときの電動機の回転数に設定される。また、実施の形態3及び4の制御部1は、運転している2台以上の電動機のそれぞれの回転数を運転可能な最低回転数まで低下させた後、電動機に流れる三相電流のゼロクロスを検出したときに、スイッチ装置7にオフ信号を出力してスイッチ装置7をオフ状態にする。

[0131] さらに、上記各実施の形態では、室外機40に電動機制御装置10又は110が設けられた例を示したが、これに限定されない。例えば、室内機50に負荷側ファン52及びファンモータ52aが複数台ずつ設けられている場合は、負荷側電動機制御装置54に、電動機制御装置10又は110と同様の機能をもたせてもよい。加えて、上記各実施の形態では、電動機として、ファンを駆動するモータを例示したが、これに限らず、各実施の形態における電動機は、圧縮機を駆動する圧縮機モータなどであってもよい。

[0132] また、上記各実施の形態では、回転数 f が基準回転数 $\times 1$ 以下であるか否かの判定を上位制御装置46が行う場合を例示したが、これに限らず、回転数 f が基準回転数 $\times 1$ 以下であるか否かの判定は、制御部1及び101が行ってもよい。この場合、基準回転数 $\times 1$ は記憶部1aに記憶させるとよい。そして、制御部1及び101は、2台以上の電動機の回転数 f が基準回転数 $\times 1$ 以下になったとき、設定電動機の1台運転に切り替えるとよい。

[0133] 加えて、上記実施の形態5では、電流差分値 I_d が基準電流値 $\times 2$ 以上であるか否かの判定を上位制御装置46が行う場合を例示したが、これに限らず、電流差分値 I_d が基準電流値 $\times 2$ 以上であるか否かの判定は、制御部101が行ってもよい。この場合、基準電流値 $\times 2$ は記憶部1aに記憶させるとよい。そして、制御部1は、電流差分値 I_d が基準電流値 $\times 2$ 以上になっ

たときに、設定電動機の 1 台運転に切り替えるとよい。

[0134] ところで、回転数 f が基準回転数 $\times 1$ 以下となった瞬間に設定電動機の 1 台運転に切り替えると、複数台同時運転と 1 台運転との切り替え回数が増え、制御が煩雑になる可能性がある。そのため、上位制御装置 46 又は制御部 101 は、回転数 f が基準回転数 $\times 1$ 以下である状態が一定時間継続したときに、設定電動機の 1 台運転に切り替えるよう制御してもよい。同様に、上位制御装置 46 又は制御部 101 は、電流差分値 I_d が基準電流値 $\times 2$ 以上である状態が一定時間継続したときに、設定電動機の 1 台運転に切り替えるよう制御してもよい。

[0135] また、図 2 及び図 13 では、スイッチ装置 7 の接点部が、電力変換装置 3 の U 相と W 相とに接続された場合を例示したが、これに限らず、スイッチ装置 7 の接点部は、電力変換装置 3 の三相のうちの何れか 2 つの相に接続されていればよい。つまり、実施の形態 3 の制御部 1 は、三相電流 I_{uvw} のゼロクロスとして、電力変換装置 3 の三相のうちの 1 つの相に流れる電流のゼロクロスと、電力変換装置 3 の三相のうちの他の 1 つの相に流れる電流のゼロクロスとを定期的に入れ替えて用いる。さらに、実施の形態 4 の制御部 1 は、電力変換装置 3 の三相のうちの各接点部が接続されていない残りの 1 つの相に流れる電流のピークを検出したときに、スイッチ装置 7 にオフ信号を出力する。

[0136] 加えて、空気調和装置 100 の構成は、冷媒配管によって室外機と室内機とが接続された図 1 のような構成に限らず、空気調和装置 100 は、チラーなどの室外機と室内機とを組み合わせたものであってよい。さらに、各実施の形態のうちの一部を除いても、上記各効果を得ることができる場合がある。また、各実施の形態のそれぞれの構成の一部を他の実施の形態に組み込んで電動機制御装置を構成してもよい。

符号の説明

[0137] 1、101 制御部、1a 記憶部、2 直流電源、3 電力変換装置、4a～4f スイッチング素子、5a～5f 逆流防止素子、6 電流検出

部、 $6u \sim 6w$ ショント抵抗、 7 スイッチ装置、 $7x$ 第1接点部、 $7y$ 第2接点部、 8 、 9 三相電力線、 10 、 110 電動機制御装置、 13 電流検出装置、 21 第1電動機、 22 第2電動機、 30 熱交換器ユニット、 31 第1ファン、 32 第2ファン、 40 室外機、 41 圧縮機、 42 四方弁、 43 熱源側熱交換器、 44 熱源側絞り装置、 45 アキュムレータ、 46 上位制御装置、 $46a$ 記憶部、 50 室内機、 51 負荷側熱交換器、 52 負荷側ファン、 $52a$ ファンモータ、 53 負荷側上位制御装置、 54 負荷側電動機制御装置、 60 冷媒回路、 61 冷媒配管、 100 空気調和装置、 Id 電流差分値、 I_{uvw} 三相電流、 I_{uvw1} 、 I_{uvw2} 第1電動機に流れる電流、 SW 切替指示信号、 $T0 \sim T8$ 期間、 V_{uvw_ref} 三相電圧指令値、 $X1$ 基準回転数、 $X2$ 基準電流値、 $dVu \sim dVw$ 電圧降下、 dV_{uvw} 三相電圧降下、 f 回転数、 f_0 初期回転数、 f_1 、 f_2 回転数、 ω_{ref} 回転数指令値。

請求の範囲

- [請求項1] 電力を変換して互いに並列に接続された複数台の電動機に三相電圧を供給する電力変換装置と、
少なくとも、電力変換装置と1台を除く前記電動機との間をオンオフ動作によって電氣的に接続し又は切断するスイッチ装置と、
前記電力変換装置及び前記スイッチ装置の動作を制御する制御部と、
を有し、
前記制御部は、
2台以上の前記電動機が運転している状態から、設定された1台の前記電動機である設定電動機だけが運転する1台運転に切り替える際、
運転している2台以上の前記電動機の回転数を低下させてから前記スイッチ装置をオフ状態にするものである、電動機制御装置。
- [請求項2] 前記電力変換装置は、
前記三相電圧を生成する複数のスイッチング素子を有し、
前記制御部は、
複数の前記スイッチング素子を全てオフにすることで、前記電力変換装置から前記スイッチ装置に流れる電流を遮断すると共に、運転している2台以上の前記電動機の回転数を低下させるものである、請求項1に記載の電動機制御装置。
- [請求項3] 前記制御部は、
前記スイッチ装置をオフした後、前記設定電動機にブレーキをかけて回転数を低下させるブレーキ処理を実施するものである、請求項2に記載の電動機制御装置。
- [請求項4] 前記制御部は、
複数の前記スイッチング素子を全てオフにする直前の前記電動機の回転数である初期回転数に応じて定まるブレーキ処理時間が経過したときに、前記設定電動機を再起動させるものである、請求項3に記載の電動機制御装置。

- [請求項5] 前記制御部は、
 複数の前記初期回転数と複数の前記ブレーキ処理時間とを関連づけた処理時間テーブルを有し、
 前記初期回転数を前記処理時間テーブルに照らすことにより、前記ブレーキ処理時間を求めるものである、請求項4に記載の電動機制御装置。
- [請求項6] 前記制御部は、
 前記電動機がフリーラン状態になってからの回転数の経時的な変化を示す回転数低下情報を有し、
 複数の前記スイッチング素子を全てオフにしてからの経過時間を前記回転数低下情報に照らすことにより推定回転数を求め、前記推定回転数と、複数の前記スイッチング素子を全てオフにする直前の前記設定電動機の回転子の磁極位置の情報と、前記経過時間とを用いて、前記設定電動機の回転子の位置の推定値である推定位置情報を求め、前記推定位置情報を用いて前記設定電動機の回転子と固定子の磁極位置を同期させ、前記設定電動機を再起動させるものである、請求項3に記載の電動機制御装置。
- [請求項7] 前記制御部は、
 運転している2台以上の前記電動機のそれぞれの回転数を運転可能な最低回転数まで低下させた後、前記電動機に流れる三相電流のゼロクロスを検出したときに、前記スイッチ装置にオフ信号を出力して前記スイッチ装置をオフ状態にするものである、請求項1に記載の電動機制御装置。
- [請求項8] 前記スイッチ装置は、
 前記電力変換装置の三相のうちの1つの相に接続された第1接点部と、
 前記電力変換装置の三相のうちの他の1つの相に接続された第2接点部と、を有し、

前記制御部は、

前記三相電流のゼロクロスとして、前記電力変換装置の三相のうちの1つの相に流れる電流のゼロクロスと、前記電力変換装置の三相のうちの他の1つの相に流れる電流のゼロクロスとを定期的に入れ替えて用いるものである、請求項7に記載の電動機制御装置。

[請求項9]

前記制御部は、

前記三相電流のゼロクロスのタイミングに対して所定のオフセットをかけて、前記オフ信号を前記スイッチ装置に出力するものである、請求項7又は8に記載の電動機制御装置。

[請求項10]

前記スイッチ装置は、

前記電力変換装置の三相のうちの1つの相に接続された第1接点部と、

前記電力変換装置の三相のうちの他の1つの相に接続された第2接点部と、を有し、

前記制御部は、

前記電力変換装置の三相のうちの残りの1つの相に流れる電流のピークを検出したときに、前記スイッチ装置にオフ信号を出力して前記スイッチ装置をオフ状態にするものである、請求項7に記載の電動機制御装置。

[請求項11]

前記制御部は、

前記電力変換装置の三相のうちの残りの1つの相に流れる電流のピークのタイミングに対して所定のオフセットをかけて、前記オフ信号を前記スイッチ装置に出力するものである、請求項10に記載の電動機制御装置。

[請求項12]

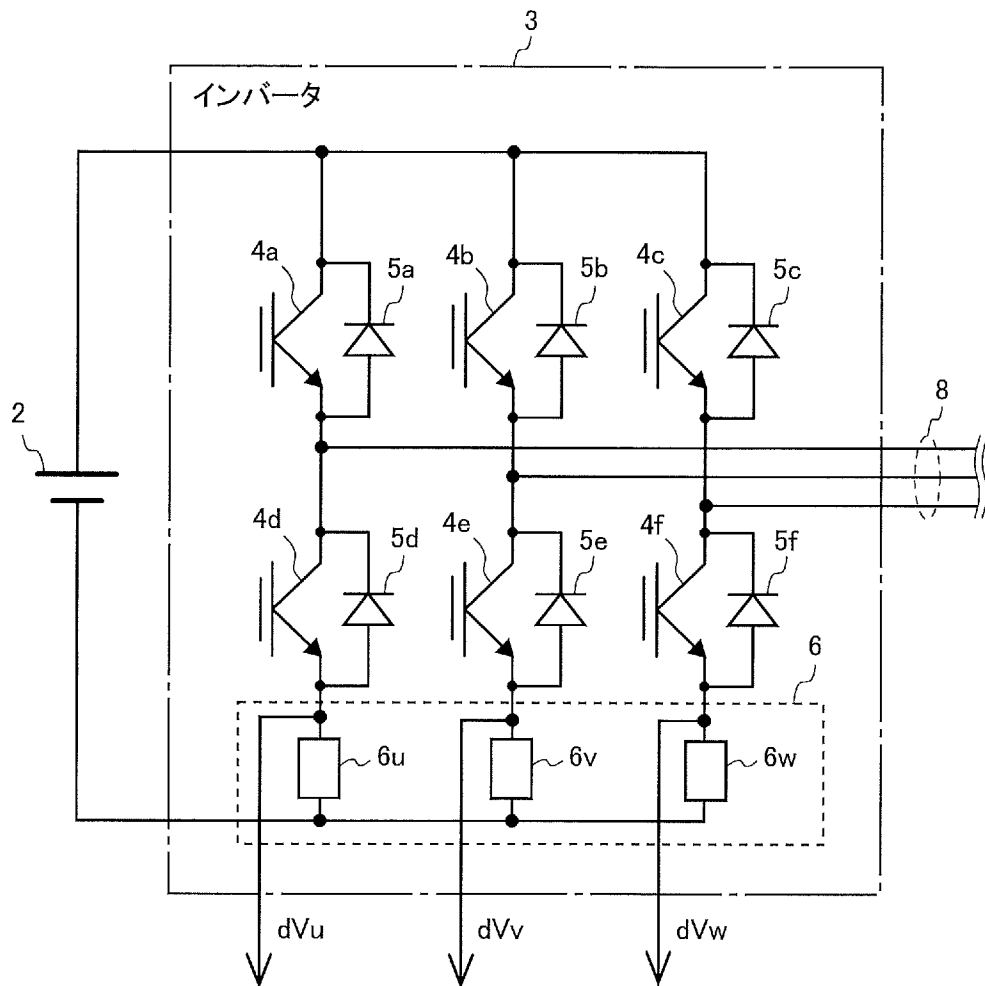
前記制御部は、

2台以上の前記電動機の回転数が基準回転数以下になったときに、前記設定電動機の1台運転に切り替えるものである、請求項1～11の何れか一項に記載の電動機制御装置。

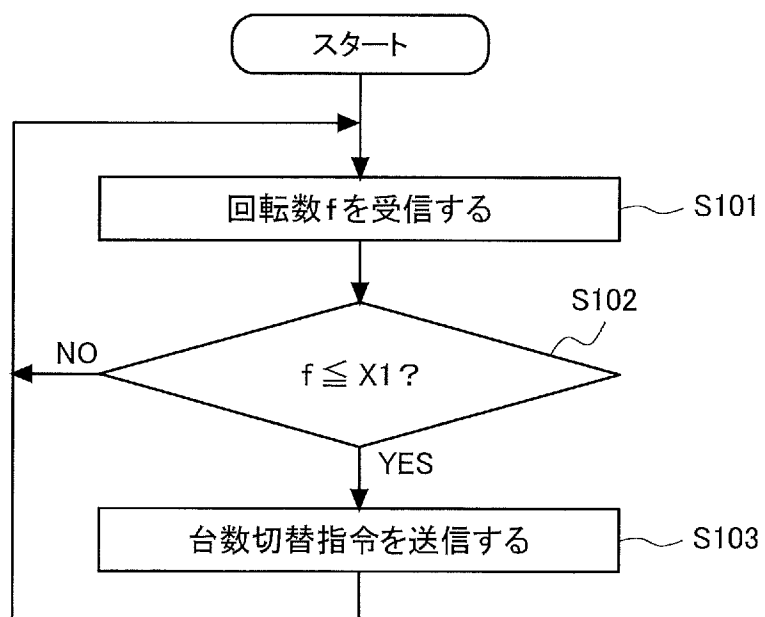
[請求項13] 前記電力変換装置は、
複数台の前記電動機としての2台の前記電動機に接続されており、
前記制御部は、
2台の前記電動機の回転数が基準回転数以下になったとき、又は一方の前記電動機に流れる電流と他方の前記電動機に流れる電流との差分値が基準電流値以上になったときに、前記設定電動機の1台運転に切り替えるものである、請求項1～11の何れか一項に記載の電動機制御装置。

[請求項14] 複数台の電動機と、
複数台の前記電動機のそれぞれに接続された複数のファンと、
請求項1～11の何れか一項に記載の電動機制御装置と、
2台以上の前記電動機が運転している場合に、運転している前記電動機の各々の回転数が基準回転数まで低下したとき、前記電動機制御装置に台数切替指令を送信する上位制御装置と、を備え、
前記基準回転数は、
2台以上の前記電動機が運転している場合の複数の前記ファンによる吸込風量が、1台の前記電動機だけが運転している場合の前記吸込風量の最大値と等しくなる時の前記電動機の回転数に設定され、
前記制御部は、
前記上位制御装置から前記台数切替指令が送信されたとき、運転している2台以上の前記電動機の回転数を低下させてから前記スイッチ装置をオフ状態にするものである、熱交換器ユニット。

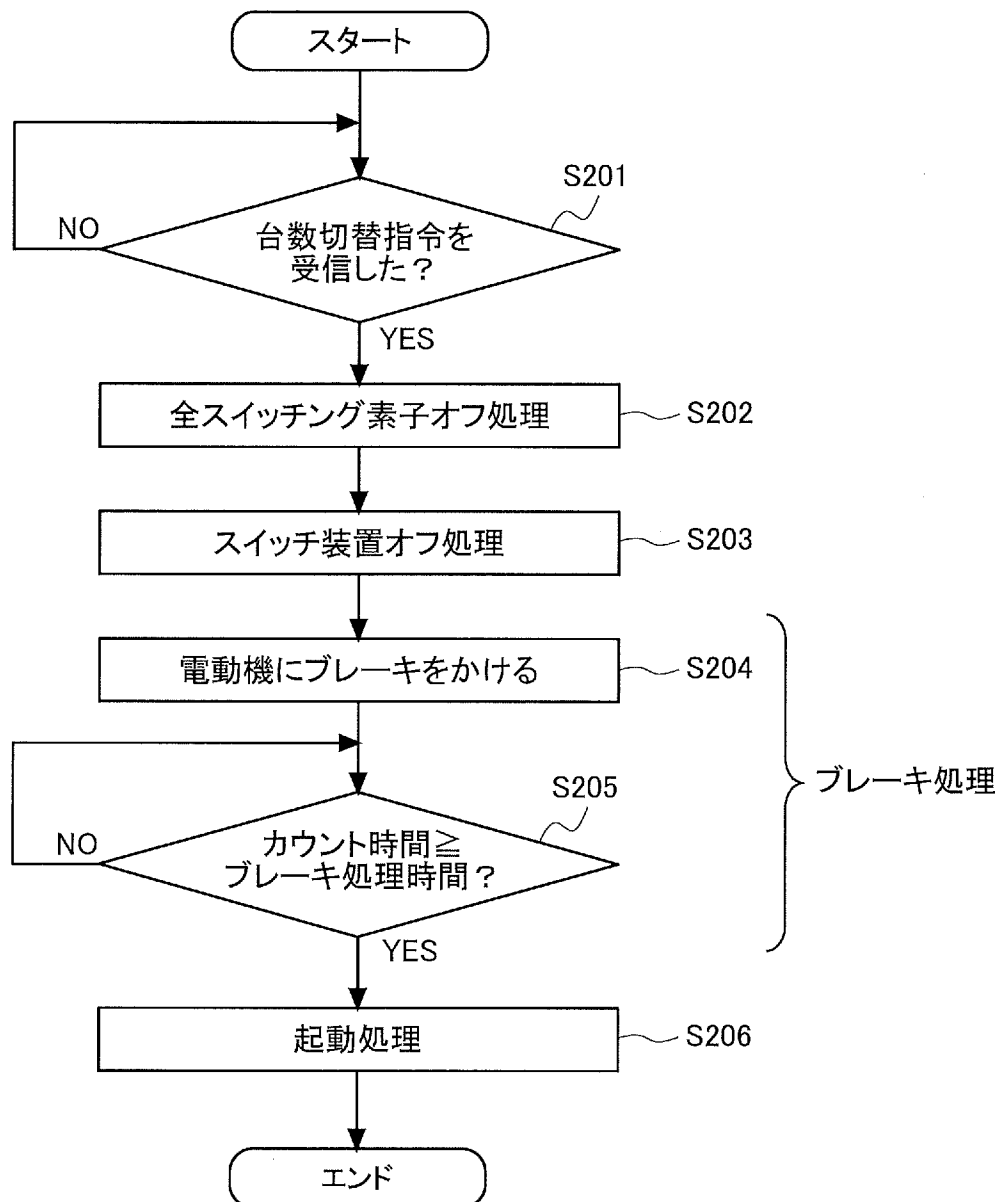
[図3]



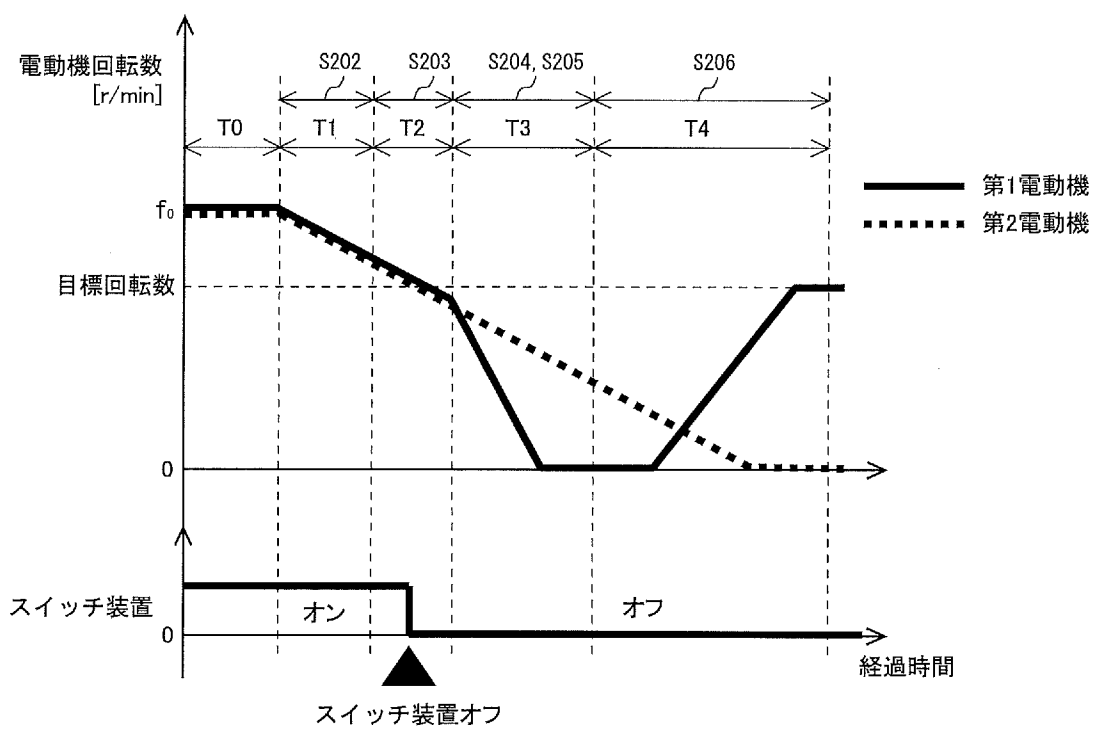
[図4]



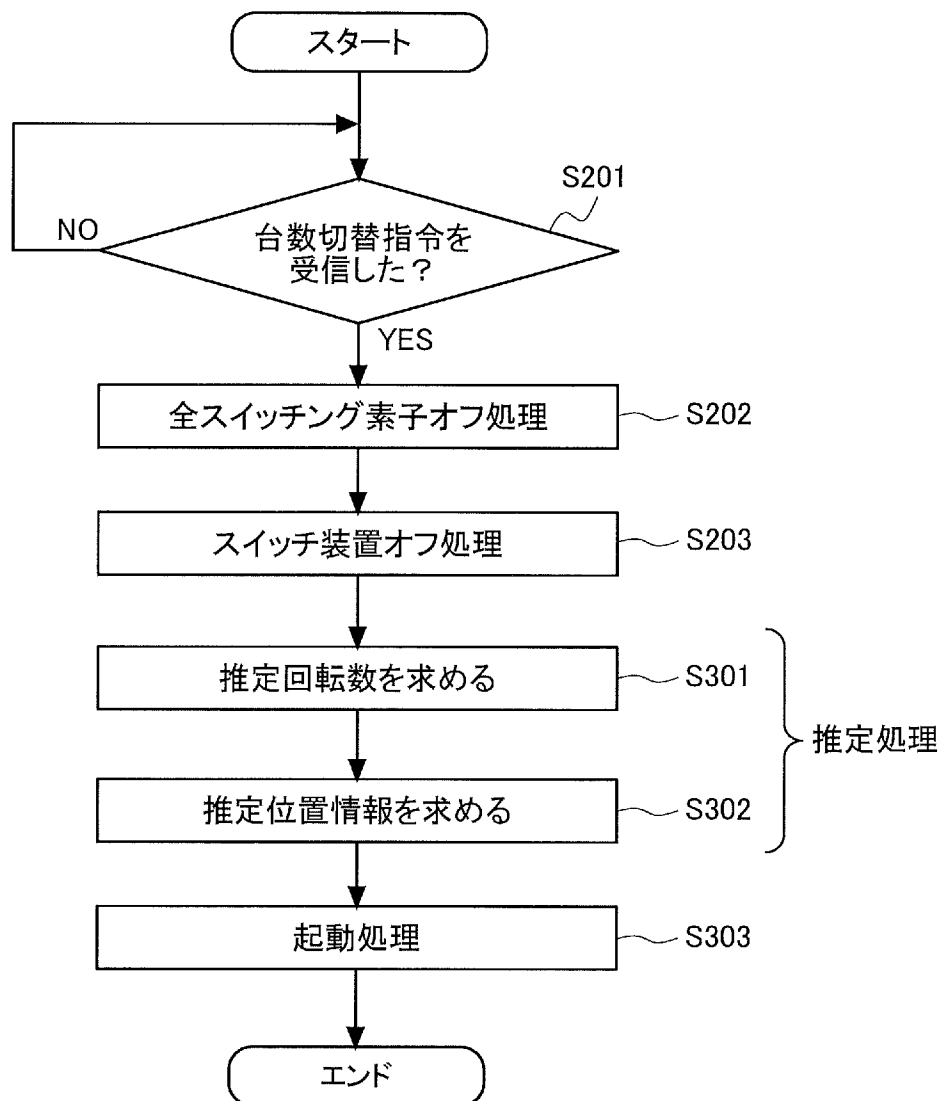
[図5]



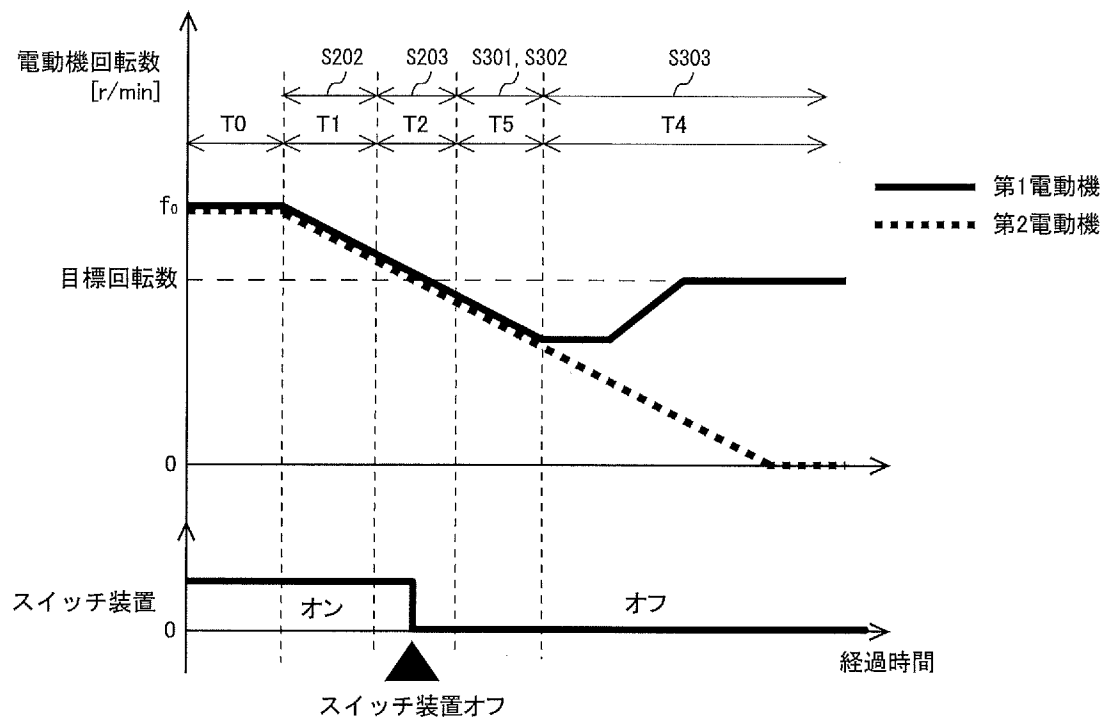
[図6]



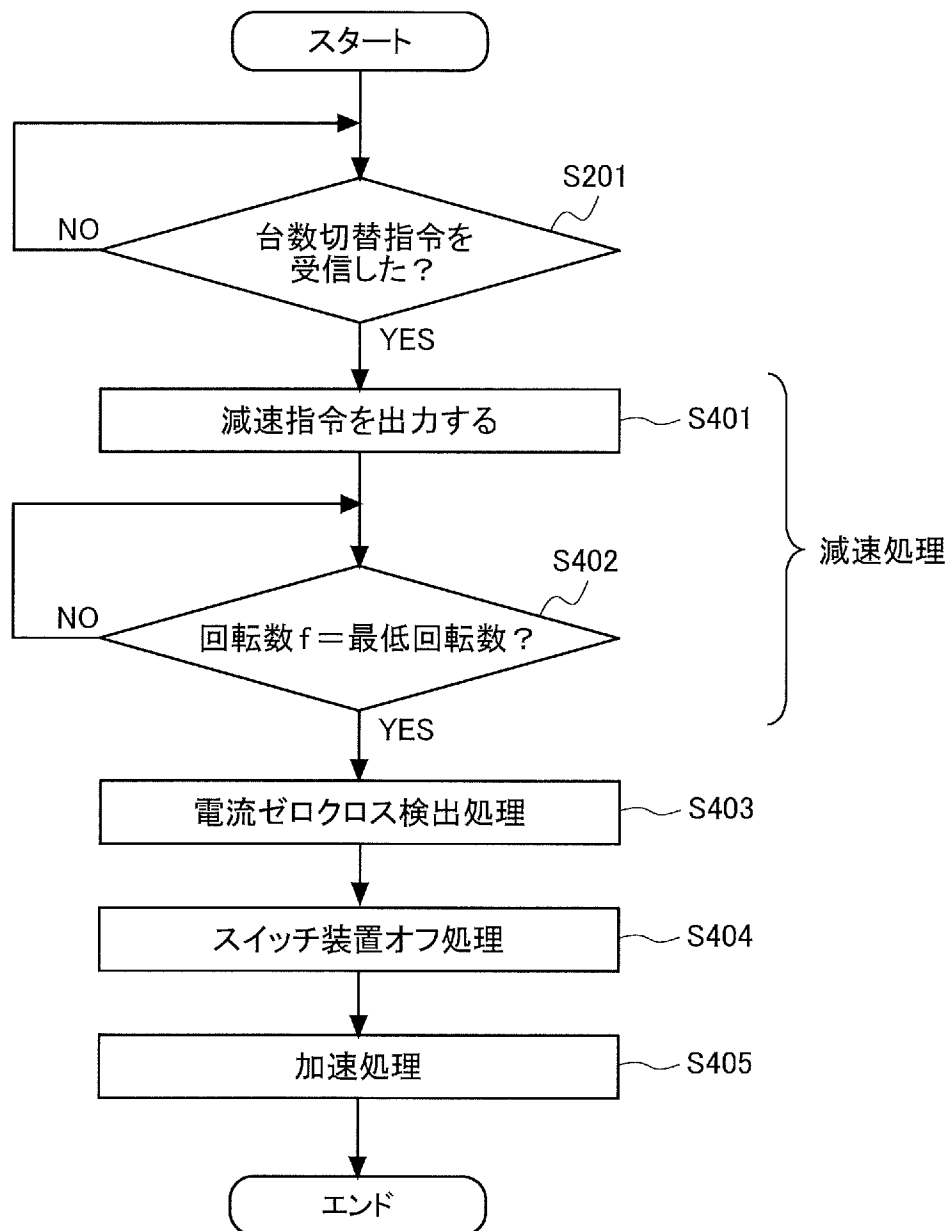
[図7]



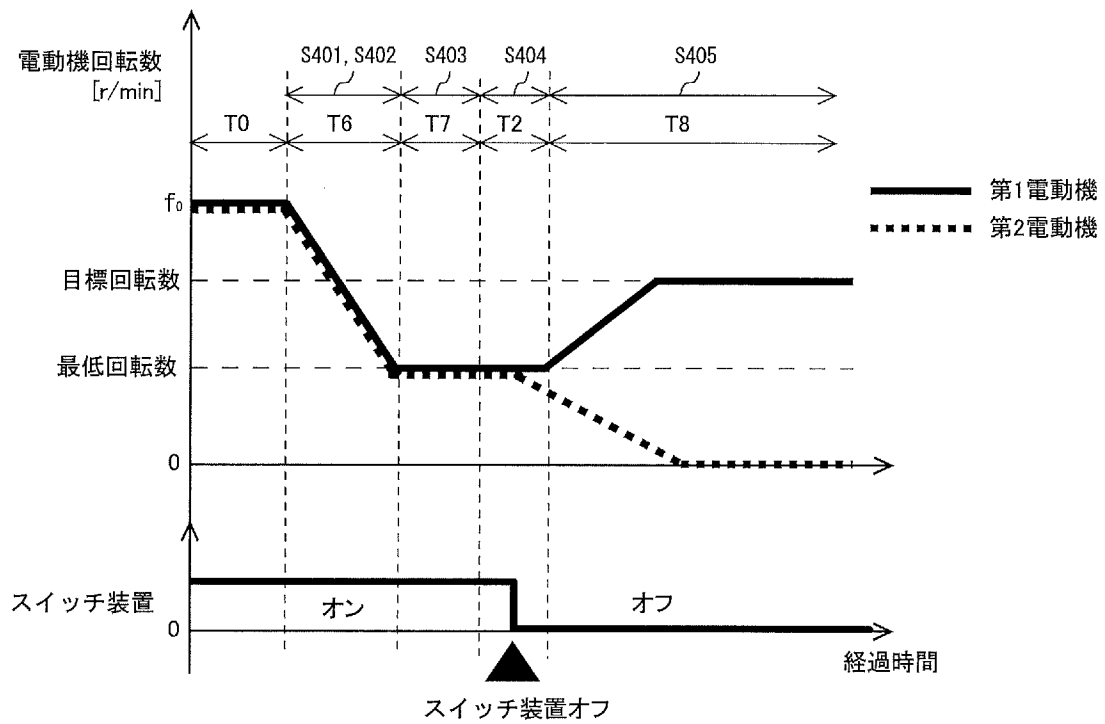
[図8]



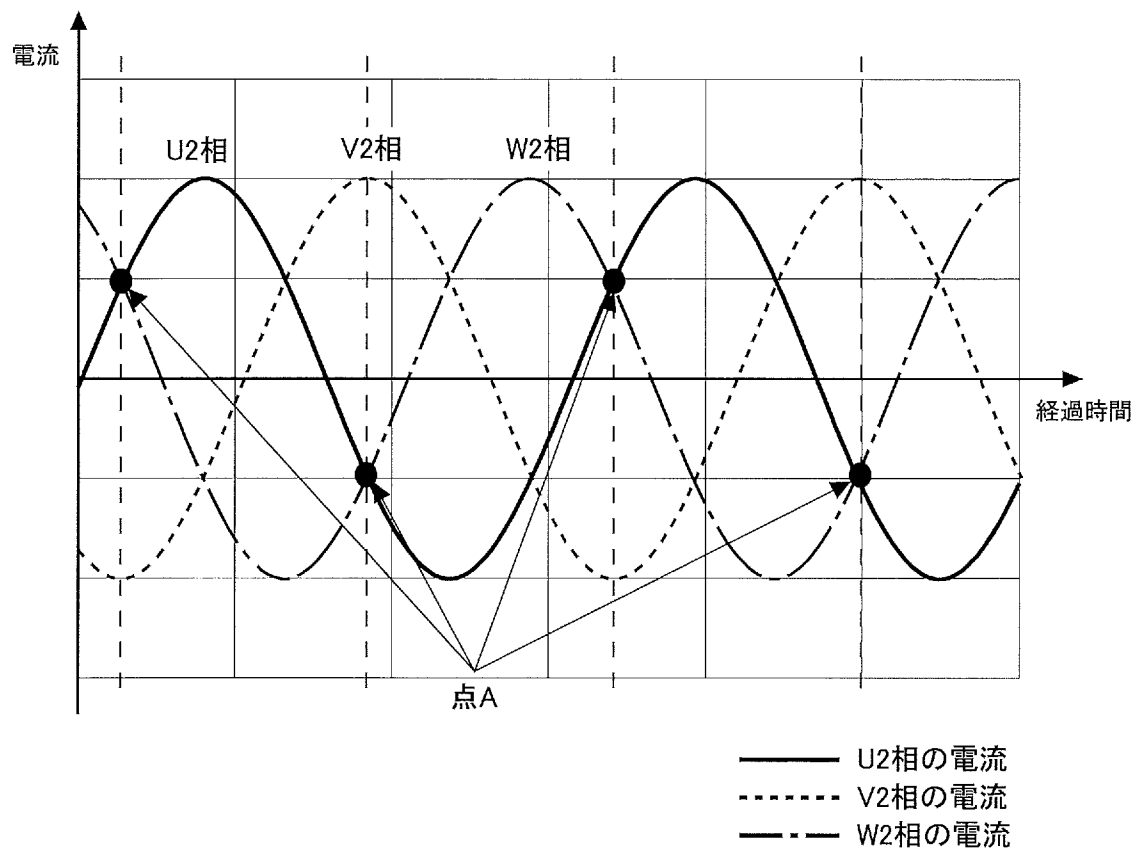
[図9]



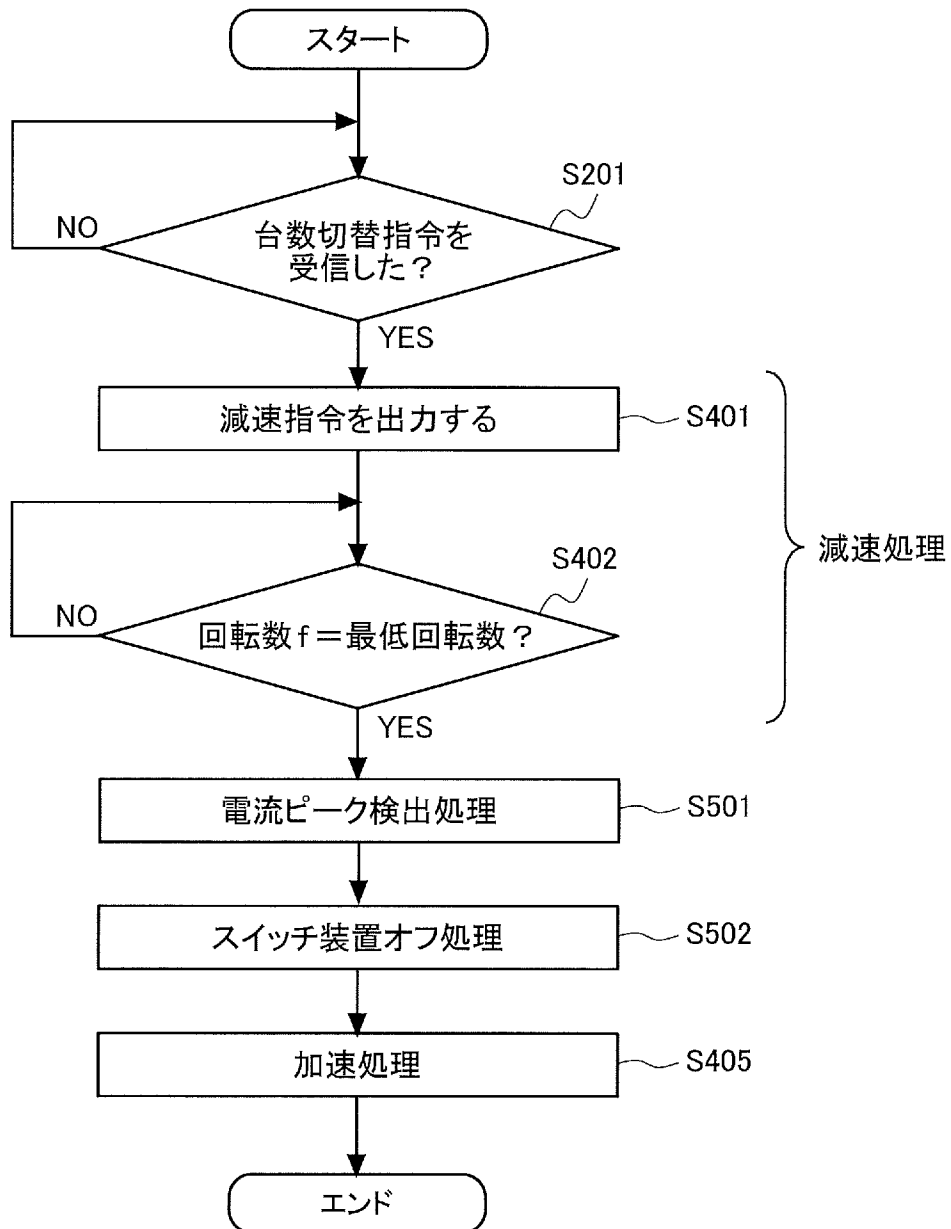
[図10]



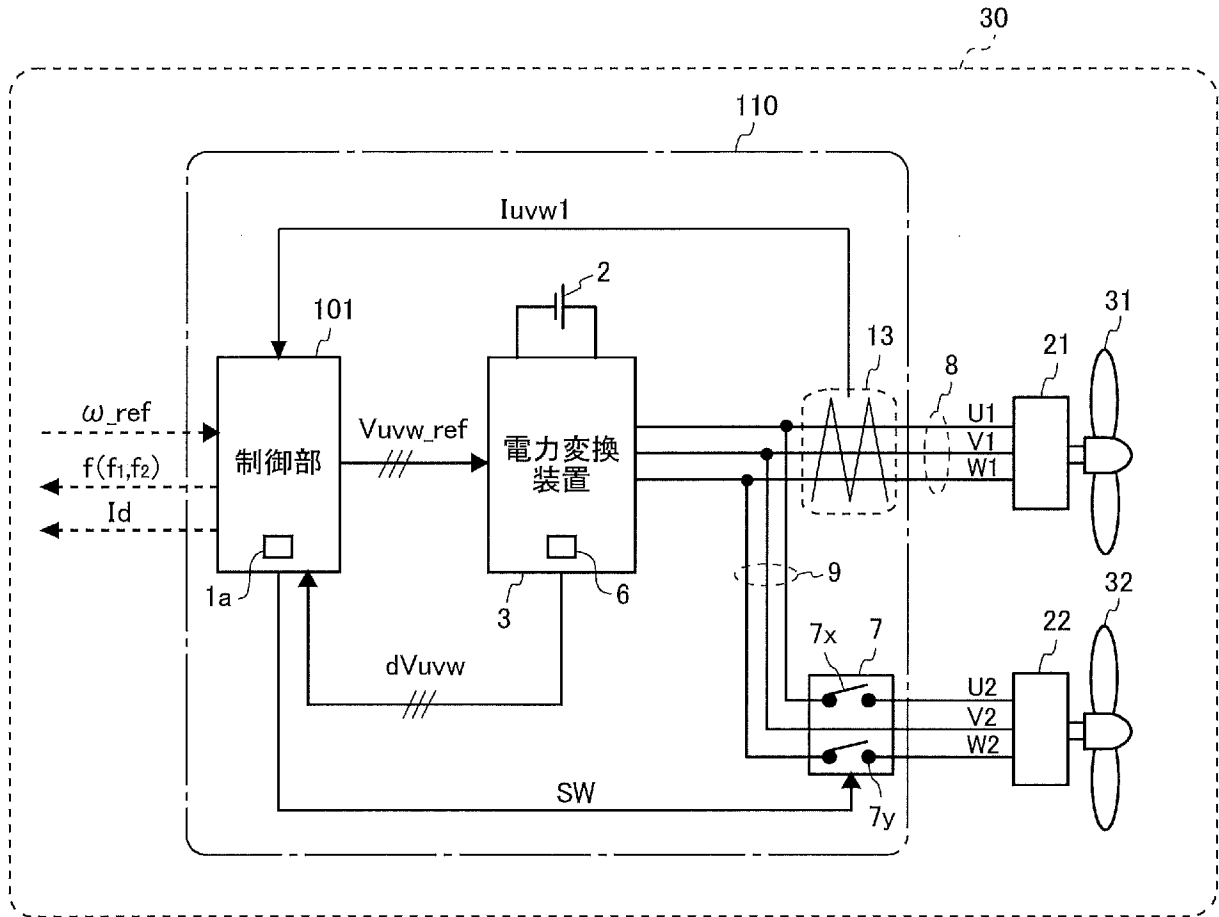
[図11]



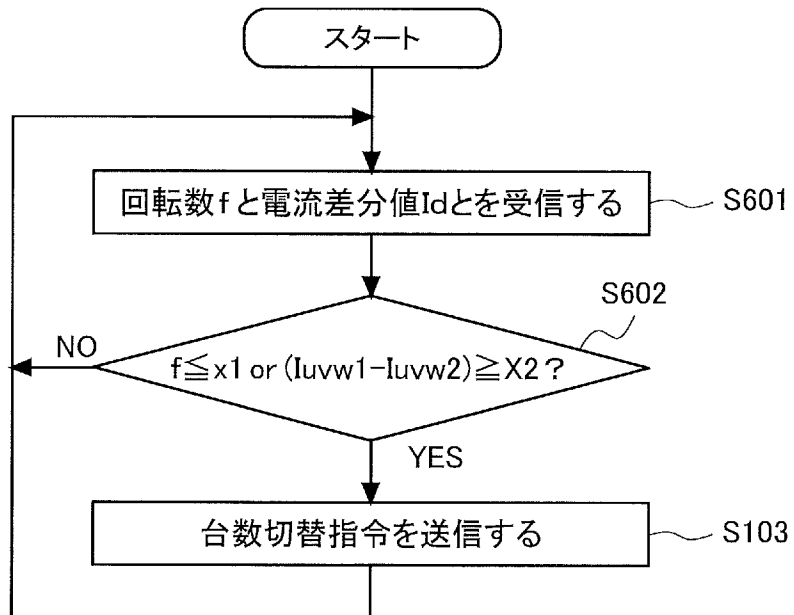
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/001933

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02P5/46 (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)

Int.Cl. H02P5/46

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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 A	JP 2007-259554 A (MITSUBA CORPORATION) 04 October 2007, paragraphs [0009]-[0020], fig. 2 (Family: none)	1-3, 12-14 4-11
Y A	JP 2001-286175 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 12 October 2001, paragraphs [0009], [0025], [0033]-[0035], [0040], fig. 1, 2, 4 (Family: none)	1-3, 12-14 4-11



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

24.04.2018

Date of mailing of the international search report

01.05.2018

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

International application No.

PCT/JP2018/001933

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 11-72087 A (KENSETSUHOSHO KANTO CHIHO KENSETSU KYOKUCHO) 16 March 1999, paragraphs [0021], [0022], [0031], fig. 1, 2 (Family: none)	12-14 4-11
Y A	JP 6-189596 A (TOSHIBA CORPORATION) 08 July 1994, paragraph [0014] (Family: none)	12-14 4-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02P5/46(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. H02P5/46

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 A	JP 2007-259554 A（株式会社ミツバ） 2007.10.04, 段落[0009]-[0020], 図2 （ファミリーなし）	1-3, 12-14 4-11
Y A	JP 2001-286175 A（松下電器産業株式会社） 2001.10.12, 段落[0009], [0025], [0033]-[0035], [0040], 図1, 2, 4 （ファミリーなし）	1-3, 12-14 4-11

☒ 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

24.04.2018

国際調査報告の発送日

01.05.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

上野 力

3 V

1175

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

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 A	JP 11-72087 A (建設省関東地方建設局長) 1999. 03. 16, 段落[0021]-[0022], [0031], 図 1, 2 (ファミリーなし)	12-14 4-11
Y A	JP 6-189596 A (株式会社東芝) 1994. 07. 08, 段落[0014] (ファミリーなし)	12-14 4-11