

(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  
2015年4月2日(02.04.2015)



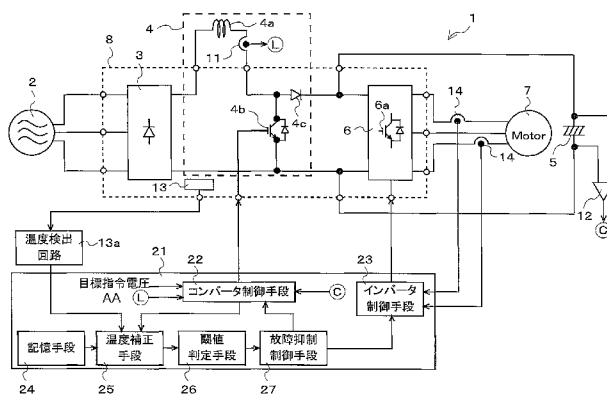
(10) 国際公開番号  
WO 2015/045076 A1

- (51) 国際特許分類:  
H02M 7/48 (2007.01)
  - (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/076146
  - (22) 国際出願日: 2013年9月26日(26.09.2013)
  - (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: 湯浅 健太(YUASA, Kenta); 〒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). 津村 晃弘(TSUMURA, Akihiro); 〒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10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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: POWER CONVERSION DEVICE AND AIR CONDITIONER

(54) 発明の名称: 電力変換装置及び空気調和装置

[図1]



- 13a... TEMPERATURE DETECTION CIRCUIT
- 22... CONVERTER CONTROL MEANS
- 23... INVERTER CONTROL MEANS
- 24... STORAGE MEANS
- 25... TEMPERATURE CORRECTION MEANS
- 26... THRESHOLD DETERMINATION MEANS
- 27... ERROR SUPPRESSION CONTROL MEANS
- AA... TARGET COMMAND VOLTAGE

(57) Abstract: This power conversion device is provided with: a converter unit which comprises a rectifier, a reactor connected to the output terminal of the rectifier, a backflow prevention element connected in series to the reactor, and a switching element connected between the reactor and the backflow prevention element, and which boosts the DC voltage rectified by the rectifier; a smoothing capacitor; a reactor current detection unit which detects a reactor current flowing through the reactor; a bus voltage detection unit which detects the bus voltage; a temperature detection unit which detects the temperature of the switching element; and a control unit. The control unit has: a converter control means which calculates a switching command value for driving the switching element on the basis of a target command voltage, which is the target bus voltage, the bus voltage, which is detected by the bus voltage detection unit, and the reactor current, which is detected by the reactor current detection unit; and a temperature correction means which, on the basis of the switching command value calculated by the converter control means, corrects the temperature of the switching element detected by the temperature detection unit.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/045076 A1



電力変換装置は、整流器と、整流器の出力端に接続されたリアクタと、リアクタに直列接続された逆流防止素子と、リアクタと逆流防止素子との間に接続されたスイッチング素子を備え、整流器で整流された直流電圧を昇圧するコンバータ部と、平滑コンデンサと、リアクタに流れるリアクタ電流を検出するリアクタ電流検出部と、母線電圧を検出する母線電圧検出部と、スイッチング素子の温度を検出する温度検出部と、制御部と、を有し、制御部は、目標とする母線電圧である目標指令電圧、母線電圧検出部で検出された母線電圧、及びリアクタ電流検出部で検出されたリアクタ電流に基づいて、スイッチング素子を駆動するためのスイッチング指令値を算出するコンバータ制御手段と、コンバータ制御手段で算出されたスイッチング指令値に基づいて、温度検出部で検出されたスイッチング素子の温度を補正する温度補正手段と、を有する。

## 明 細 書

**発明の名称**：電力変換装置及び空気調和装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、昇圧機能を備えた電力変換装置及びその電力変換装置を用いた空気調和装置に関する。

### 背景技術

[0002] 空気調和装置において、省エネを目的として、圧縮機及びファン等に使用されているモータを、インバータで駆動する方式が主流となっている。この方式によれば、先ず、交流をコンバータによって一旦直流に変換し、この直流をインバータによって任意の電圧及び周波数を有する交流に変換する。そして、この任意の電圧及び周波数を有する交流を用いてモータを駆動することによって、モータを高効率で運転させることができる。近年、更なる省エネ性を追求して、インバータの入力側に昇圧回路を設け、この昇圧回路を用いてコンバータが整流した整流出力を昇圧し、この昇圧した整流出力をインバータに入力するようにした空気調和装置が提案されている。

[0003] 一般的に、コンバータにおいては、サーミスタといった温度検出部を、スイッチング素子として用いられる半導体素子の近傍に設置し、この温度検出部における検出結果を監視して、半導体素子の異常過熱を抑制している。更に、温度検出部における検出結果に加えて、運転パターン等の情報を監視し半導体素子の異常過熱を抑制しようとする技術も提案されている。

[0004] 特許文献1には、コンバータ回路の入力電圧を検出する電圧検出回路と、コンバータ回路の近傍の温度を検出する温度検出器とを備えたインバータ装置が開示されている。この特許文献1は、電圧検出回路で検出された入力電圧と、温度検出器で検出された温度との関係に基づいて、インバータ回路を制御して、コンバータ回路のスイッチング素子の温度上昇を抑制しようとするものである。

[0005] また、特許文献2には、インバータの動作状況に関する情報に基づいて、

インバータの温度を推定する温度推定部を備える制御装置が開示されている。この特許文献2は、温度推定部によって推定されたインバータの温度に基づいて、インバータの動作電圧に上限を設け、インバータのスイッチング素子の耐圧を超える電圧が、インバータに印加されることを抑制しようとするものである。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0006] 特許文献1：特開2004-180466号公報（請求項1、第5頁）

特許文献2：特許第4678374号公報（第11頁～第14頁）

## 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に開示されたインバータ装置は、入力電圧を検出する電圧検出回路が必要となるため、その分コストがかかる。また、この電圧検出回路を実装する場所を確保する必要もあるため、更にコストアップにつながる。更に、コンバータの発熱は、入力電圧だけではなく、コンバータ部における昇圧量にも依存する。このため、入力電圧に基づいたインバータ回路の制御では、コンバータ部のスイッチング素子における温度上昇の抑制には不十分である。また、特許文献2に開示された制御装置は、インバータ部の動作状況に基づいてインバータ部の温度を推定するものであり、コンバータ部については何ら配慮されていない。

[0008] コンバータ部は、インバータ部よりも高速でスイッチングさせる必要があるため、コンバータ部の発熱量は、インバータ部の発熱量よりも大きい。このため、コンバータ部の温度を適切に把握する必要がある。ここで、コンバータ部の温度を正確に検出するためには、温度検出部をコンバータ部にできるだけ近づけて設置すればよい。しかし、整流器、コンバータ部及びインバータ部が1個のパッケージに収納されたモジュールに、温度検出部を設置しようとする、モジュール内部の実装密度が高く、コンバータ部に近づけて

温度検出部を配置することが困難になる場合がある。その上、仮にコンバータ部に近づけて温度検出部を配置することができたとしても、コンバータ部のスイッチング素子は高速でスイッチングしているため、このスイッチングによるノイズ等の影響を受けやすく、その結果、誤検出する虞がある。

[0009] 本発明は、上記のような課題を背景としてなされたもので、コンバータ部のスイッチング素子から離れた位置に温度検出部が設置されても、コンバータ部のスイッチング素子の温度を適切に把握し、信頼性が向上する電力変換装置及びその電力変換装置を用いた空気調和装置を提供するものである。

### 課題を解決するための手段

[0010] 本発明に係る電力変換装置は、交流電源から供給された入力電圧を整流する整流器と、整流器の出力端に接続されたリアクタと、リアクタに直列接続された逆流防止素子と、リアクタと逆流防止素子との間に接続されたスイッチング素子とを備え、整流器で整流された直流電圧を昇圧するコンバータ部と、コンバータ部から出力される母線電圧を平滑化する平滑コンデンサと、リアクタに流れるリアクタ電流を検出するリアクタ電流検出部と、母線電圧を検出する母線電圧検出部と、スイッチング素子の温度を検出する温度検出部と、制御部と、を有し、制御部は、目標とする母線電圧である目標指令電圧、母線電圧検出部で検出された母線電圧、及びリアクタ電流検出部で検出されたリアクタ電流に基づいて、スイッチング素子を駆動するためのスイッチング指令値を算出するコンバータ制御手段と、コンバータ制御手段で算出されたスイッチング指令値に基づいて、温度検出部で検出されたスイッチング素子の温度を補正する温度補正手段と、を有することを特徴とする。

### 発明の効果

[0011] 本発明によれば、コンバータ制御手段で算出されたスイッチング指令値に基づいて、温度補正手段が、温度検出部で検出されたコンバータ部のスイッチング素子の温度を補正する。このため、スイッチング素子から離れた位置に温度検出部が設置されても、スイッチング素子の温度を適確に把握することができる。また、電圧検出部が不要であるため、コストアップを抑制する

ことができる。

### 図面の簡単な説明

- [0012] [図1]実施の形態1に係る電力変換装置1を示す回路図である。
- [図2]実施の形態1におけるコンバータ制御手段22を示すブロック図である。
- [図3]実施の形態1におけるスイッチング指令値を示すグラフ図である。
- [図4]実施の形態1における温度検出部13の設置位置を示す模式図である。
- [図5]実施の形態1におけるスイッチング指令値と温度との関係を示すグラフ図である。
- [図6]実施の形態1における温度補正手段25で補正される温度の補正量を示すグラフ図である。

### 発明を実施するための形態

- [0013] 以下、本発明に係る電力変換装置及びその電力変換装置を用いた空気調和装置の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、以下に説明する実施の形態によって本発明が限定されるものではない。また、図1を含め、以下の図面では各構成部材の大きさの関係が実際のものとは異なる場合がある。

- [0014] 実施の形態1.

図1は、実施の形態1に係る電力変換装置1を示す回路図である。この図1に基づいて、電力変換装置1について説明する。図1に示すように、電力変換装置1は、整流器3と、コンバータ部4と、平滑コンデンサ5と、インバータ部6と、リアクタ電流検出部11と、母線電圧検出部12と、温度検出部13と、制御部21とを備えている。

- [0015] (整流器3)

整流器3は、交流電源2、例えば三相交流電源から供給された入力電圧である交流電圧を、直流電圧に変換するものである。そして、この整流器3は、例えば6個のダイオードがブリッジ接続された三相全波整流器であり、交流電源2から供給される交流電圧は、例えばAC200Vとすることができる。

る。

[0016] (コンバータ部4)

コンバータ部4は、整流器3で整流された直流電圧をチョッピングして可変するものであり、例えば、直流電圧を昇圧する昇圧コンバータ回路（昇圧チョッパ回路）である。このコンバータ部4は、整流器3で整流された直流電圧を、例えばDC365V等の任意の電圧に昇圧することができる。また、コンバータ部4は、昇圧用のリアクタ4a、スイッチング素子4b、及び逆流防止素子4cを備えており、このうち、逆流防止素子4cは、例えば逆流防止ダイオードとすることができる。リアクタ4aは、整流器3の出力端に接続されており、逆流防止素子4cは、リアクタ4aに直列接続されている。そして、スイッチング素子4bは、リアクタ4aと逆流防止素子4cとの間に接続されている。

[0017] スwitching素子4bは、予め設定されたデューティ比の駆動信号が入力されるものであり、そのスイッチング動作は、制御部21に備わるコンバータ制御手段22によって制御されている。なお、スイッチング素子4bは、例えばMOSFET又はIGBT等の半導体素子を用いることができるが、例えば、シリコン(Si)素子よりもバンドギャップが大きい炭化ケイ素(SiC)素子、窒化ガリウム(GaN)素子又はダイヤモンド素子等のワイドバンドギャップ半導体で構成することも可能である。

[0018] このスイッチング素子4bがオン状態である場合、整流器3によって整流された直流電圧はリアクタ4aに印加され、また、逆流防止素子4cへの導通が阻止される。一方、スイッチング素子4bがオフ状態である場合、逆流防止素子4cは導通し、リアクタ4aには、スイッチング素子4bがオン状態である場合に印加される電圧と逆向きの電圧が誘導される。そして、スイッチング素子4bがオン状態であったときにリアクタ4aに蓄積されたエネルギーが、スイッチング素子4bがオフされたときに、平滑コンデンサ5に移送される。このとき、スイッチング素子4bのオンデューティ(ONとOFFとの比率)を制御することによって、コンバータ部4から出力される母線

電圧を制御することができる。

[0019] (平滑コンデンサ5)

平滑コンデンサ5は、コンバータ部4から出力される母線電圧、即ち、コンバータ部4によって昇圧された母線電圧を平滑化するものである。

[0020] (インバータ部6)

インバータ部6は、平滑コンデンサ5で平滑化されると共に平滑コンデンサ5に充電された母線電圧を交流電圧に変換するものであり、例えば、複数のインバータ用スイッチング素子6aで構成されている。インバータ部6は、例えば、空気調和装置の圧縮機に使用されるモータ7等の負荷に接続されており、負荷に対して、所定の周波数の交流電流を供給する。インバータ部6の動作は、制御部21に備わるインバータ制御手段23によって制御されている。なお、負荷であるモータ7には、回転速度を検出するためのモータ電流検出部14が、入力側と出力側とに夫々1個設けられている。

[0021] (モジュール8)

以上説明した構成のうち、整流器3、コンバータ部4のスイッチング素子4b及び逆流防止素子4c、及びインバータ部6は、例えば、1個のモジュール8に内蔵されている。

[0022] (リアクタ電流検出部11)

リアクタ電流検出部11は、例えばリアクタ4aに対し直列に接続されており、リアクタ4aに流れるリアクタ電流を検出するものである。

[0023] (母線電圧検出部12)

母線電圧検出部12は、例えば平滑コンデンサ5に対し並列に接続されており、平滑コンデンサ5間の母線電圧を検出するものである。

[0024] (温度検出部13)

温度検出部13は、例えばモジュール8の任意の位置に設置することができ、モジュール8の内部、特にスイッチング素子4bの温度を検出するものである。この温度検出部13から出力された信号を温度検出回路13aが受信し、スイッチング素子4bの温度に関する信号を、制御部21におけるコ

ンバータ制御手段 2 2 に送信する。

[0025] (制御部 2 1)

制御部 2 1 は、例えばマイコンで構成されており、コンバータ制御手段 2 2、温度補正手段 2 5、記憶手段 2 4、閾値判定手段 2 6、故障抑制制御手段 2 7 及びインバータ制御手段 2 3 を備えている。

[0026] (コンバータ制御手段 2 2)

コンバータ制御手段 2 2 は、前述の如く、コンバータ部 4 のスイッチング素子 4 b のスイッチング動作を制御するものである。図 2 は、実施の形態 1 におけるコンバータ制御手段 2 2 を示すブロック図である。図 2 に示すように、コンバータ制御手段 2 2 は、電圧指令値演算手段 2 2 a 及び電流指令値演算手段 2 2 b を備えており、目標とする母線電圧である目標指令電圧、母線電圧検出部 1 2 で検出された母線電圧、及びリアクタ電流検出部 1 1 で検出されたリアクタ電流に基づいて、スイッチング素子 4 b を駆動するためのスイッチング指令値（オンデューティ指令値）を算出する。

[0027] 具体的には、先ず、目標指令電圧と、母線電圧用フィルタ 1 2 a でノイズが除去された母線電圧とに基づいて、電圧指令値演算手段 2 2 a が電圧指令値を演算する。この電圧指令値演算手段 2 2 a は、比例制御又は積分制御等を用いることができる。次に、この電圧指令値と、リアクタ電流用フィルタ 1 1 a でノイズが除去されたリアクタ電流とに基づいて、電流指令値演算手段 2 2 b がスイッチング指令値を演算する。この電流指令値演算手段 2 2 b は、比例制御、積分制御又は微分制御等を用いることができる。

[0028] 図 3 は、実施の形態 1 におけるスイッチング指令値を示すグラフ図である。コンバータ制御手段 2 2 は、電流指令値演算手段 2 2 b によって求められたスイッチング指令値によって、スイッチング素子 4 b を駆動する。具体的には、所定の周波数の三角波に対し、算出されたスイッチング指令値を適用することによって、三角波において、スイッチング指令値よりも大きい期間がスイッチング素子駆動信号のオン状態、スイッチング指令値よりも小さい期間がスイッチング素子駆動信号のオフ状態となる。このスイッチング指令

値が変動することによって、スイッチング素子駆動信号のオンオフの時間が変わり、オンデューティ比が変動する。そして、コンバータ制御手段 22 は、スイッチング指令値から得られたスイッチング素子駆動信号によって、スイッチング素子 4 b を駆動する。

[0029] 一般的に、コンバータ部 4 で直流電圧を昇圧する場合、整流器 3 によって整流された昇圧前の直流電圧を  $E_d$  とし、目標指令電圧を  $E_o$  とすると、スイッチング指令値  $D$  は、下記式 (1) から求められる。

[0030] [数 1]

$$D = (E_o - E_d) / E_o \dots \dots (1)$$

[0031] また、整流器 3 によって整流された直流電圧  $E_d$  は、交流電源 2 の電圧を  $V_s$  とすると、その最大値  $E_{dmax}$  は、下記式 (2) のようになる。

[0032] [数 2]

$$E_{dmax} = 2^{1/2} \cdot V_s \dots \dots (2)$$

[0033] また、直流電圧  $E_d$  の最小値  $E_{dmin}$  は、下記式 (3) のようになる。

[0034] [数 3]

$$E_{dmin} = (6^{1/2} \cdot V_s) / 2 \dots \dots (3)$$

[0035] 即ち、交流電源 2 の電圧及び目標指令電圧が決まれば、スイッチング指令値の最大値及び最小値が決定し、この最大値と最小値との和の半分が平均値となる。なお、スイッチング指令値は、交流電源 2 の周波数の 6 倍の周期で脈動する。このため、このスイッチング指令値を、充分大きなフィルタを用いてフィルタリングして平均化し、交流電源 2 の周波数の 6 倍の周期で脈動することを抑制するようにしてもよい。

[0036] (温度補正手段 25)

温度補正手段 25 は、コンバータ制御手段 22 で算出されたスイッチング指令値に基づいて、温度検出部 13 で検出されたスイッチング素子 4 b の温度を補正するものである。スイッチング指令値は、コンバータ部 4 が行った仕事量に相当するものであり、コンバータ部 4 が行った仕事量が多ければ多いほど、スイッチング素子 4 b の温度は上昇する。なお、温度補正手段 25

は、温度検出部 1 3 から出力された信号を受信した温度検出回路 1 3 a から、スイッチング素子 4 b の温度に関する信号を受信する。

[0037] ここで、温度検出部 1 3 で検出されるスイッチング素子 4 b の温度と、温度検出部 1 3 の設置位置との関係について説明する。図 4 は、実施の形態 1 における温度検出部 1 3 の設置位置を示す模式図である。図 4 に示すように、モジュール 8 は、例えばヒートシンク 9 に接着されており、モジュール 8 のうち、コンバータ部 4 におけるスイッチング素子 4 b がもっとも発熱する部品の 1 つであるため、このスイッチング素子 4 b がヒートシンク 9 に直接接触されている。

[0038] この図 4 においては、温度検出部 1 3 が位置  $\alpha$ 、位置  $\beta$  又は位置  $\gamma$  に設置されている例を示している。スイッチング素子 4 b と温度検出部 1 3 との距離は、位置  $\alpha < \text{位置 } \beta < \text{位置 } \gamma$  となっている。

[0039] ここで、熱抵抗率を  $\rho$ 、熱が伝わる距離を  $L$ 、熱が伝わる面積を  $S$  とすると、熱抵抗  $R$  は、下記式 (4) から求められる。

[0040] [数 4]  
$$R = \rho \times L / S \dots \dots \dots (4)$$

[0041] 更に、熱流を  $Q$  とすると、熱を授受する物体間の温度差  $\Delta T$  は、下記式 (5) から求められる。

[0042] [数 5]  
$$\Delta T = R \times Q = (\rho \times L / S) \times Q \dots (5)$$

[0043] この式 (5) からわかるとおり、同一の物質 (熱抵抗率  $\rho$ ) 内において、熱が伝わる距離  $L$  が大きいほど、物体間の温度差  $\Delta T$  が大きくなる。即ち、スイッチング素子 4 b と温度検出部 1 3 との間の距離が離れているほど、両者の温度差  $\Delta T$  が大きくなる。

[0044] 図 5 は、実施の形態 1 におけるスイッチング指令値と温度との関係を示すグラフ図である。図 5 において、横軸は、コンバータ部 4 の仕事量 (スイッチング指令値) であり、縦軸は、温度である。図 5 に示すように、スイッチング素子 4 b の温度は、前述の如く、コンバータ部 4 が行った仕事量 (スイ

ツチング指令値)が多ければ多いほど、上昇する。

[0045] そして、位置 $\alpha$ のように、温度検出部13とスイッチング素子4bとの間の距離が近くなるほど、温度検出部13で検出されたスイッチング素子4bの温度は、実際のスイッチング素子4bの温度(実線)とほぼ同等の値を示す。即ち、温度検出部13が位置 $\alpha$ に配置されれば、スイッチング素子4bの温度を正確に計測することができる。それとは逆に、位置 $\beta$ 、位置 $\gamma$ のように、温度検出部13とスイッチング素子4bとの間の距離が遠くなるほど、温度検出部13で検出されたスイッチング素子4bの温度は、実際のスイッチング素子4bの温度よりも低い値を示す。

[0046] このように、位置 $\beta$ 又は位置 $\gamma$ に温度検出部13が配置されている場合、スイッチング素子4bと温度検出部13の間には、位置 $\alpha$ における熱抵抗 $R\alpha$ よりも大きい熱抵抗 $R\beta$ 又は熱抵抗 $R\gamma$ が存在( $R\alpha < R\beta < R\gamma$ )する。このため、スイッチング素子4bで発生した熱は、その一部だけしか温度検出部13に伝達されない。従って、温度検出部13で検出された温度と、実際のスイッチング素子4bの温度とに差異が生じる。

[0047] なお、一般的に、コンバータ部4は、インバータ部6が運転を開始した後に動作する。即ち、コンバータ部4が停止していても、インバータ部6は動作しているため、モジュール8内の温度は高い状態にある。図5に示すように、コンバータ部4が停止し、コンバータ部4の仕事量が零となる各グラフの切片においても、グラフの最下部は通過しない。

[0048] 次に、温度補正手段25で補正される温度の補正量について説明する。図6は、実施の形態1における温度補正手段25で補正される温度の補正量を示すグラフ図である。図6に示すように、温度検出部13で検出されたスイッチング素子4bの温度を $T_d$ 、スイッチング指令値を $S$ 、比例係数を $K$ とすると、実際のスイッチング素子4bの温度 $T_a$ は、下記式(6)から求められる。

[0049] [数6]

$$T_a = T_d + S \times K \dots \dots \dots (6)$$

[0050] 式(6)において、 $K$ は、熱抵抗 $R$ 等から決定されるものであり、熱抵抗 $R$ の算出に必要な熱抵抗率 $\rho$ は、モジュール8の構成が決定された時点で定まるものである。なお、モジュール8の構成が複雑であるため、熱抵抗 $R$ を解析して算出することができないこともある。この場合、実際のスイッチング素子4bの温度と、温度検出部13で検出される温度とを、実機を使用して実測し、これらの実測値を用いて温度を補正してもよい。

[0051] (記憶手段24)

記憶手段24は、スイッチング指令値と、温度補正手段25で補正される温度の補正量との関係を記憶するものである。具体的には、先ず、図5に示すような温度とコンバータ部4の仕事量(スイッチング指令値)との関数を予め求めておく。そして、補正量、即ち実際のスイッチング素子4bの温度と温度検出部13で検出される温度との差分を、スイッチング指令値毎にテーブル化、又は関数化してまとめておき、記憶手段24がこれを記憶する。

[0052] 即ち、記憶手段24は、スイッチング指令値と、温度補正手段25で補正される温度の補正量との関係を示す補正テーブル又は補正関数を記憶するものである。このうち、補正テーブルは、上記式(6)における $S \times K$ に相当し、補正関数は、上記式(6)そのものである。そして、温度補正手段25は、この記憶手段24に記憶された補正テーブル又は補正関数と、スイッチング指令値とに基づいて、温度検出部13で検出されたスイッチング素子4bの温度を補正する。なお、その際、スイッチング指令値として、実際の運転時に算出されるスイッチング指令値が用いられる。

[0053] (閾値判定手段26)

閾値判定手段26は、温度補正手段25で補正された温度が、予め設定された第1の閾値を超えたか否かを判定し、且つ、温度補正手段25で補正された温度が、予め設定された第2の閾値を超えたか否かを判定するものである。このうち、第1の閾値は、電力変換装置1の出力を弱めれば、電力変換装置1又は電力変換装置1を備える空気調和装置を停止せずに済む程度の温度に設定される。

[0054] また、第2の閾値は、電力変換装置1の出力を弱めても、モジュール8の過熱により、電力変換装置1又は電力変換装置1を備える空気調和装置が故障する程度の温度に設定される。そして、第2の閾値は、第1の閾値よりも大きい。このため、第2の閾値は、第1の閾値よりもモジュール8が故障するリスクが高い。なお、第2の閾値は、モジュール8の故障に直結する温度に対しマージンを取った値に設定することによって、モジュール8の故障を適切に抑止することができる。この第2の閾値は、例えば、スイッチング素子4bの耐熱温度よりも低い温度に設定されている

[0055] (故障抑制制御手段27)

故障抑制制御手段27は、温度補正手段25で補正された温度に基づいて、各部品に対し故障を抑制する動作を指示するものである。具体的には、温度補正手段25で補正された温度が、第1の閾値を超えたことが閾値判定手段26で判定された場合、コンバータ部4の出力(即ち、昇圧量)の低下をコンバータ制御手段22に指示する。又は、温度補正手段25で補正された温度が、第1の閾値を超えたことが閾値判定手段26で判定された場合、インバータ部6の出力(即ち、周波数)の低下をインバータ制御手段23に指示する。更に、温度補正手段25で補正された温度が、第2の閾値を超えたことが閾値判定手段26で判定された場合、コンバータ部4及びインバータ部6等の異常停止を指示する。

[0056] (インバータ制御手段23)

インバータ制御手段23は、前述の如く、インバータ部6のインバータ用スイッチング素子6aのスイッチング動作を制御するものである。また、そのほかに、故障抑制制御手段27からインバータ部6の出力の低下又は異常停止を指示する信号を受信したときにも、その指示に従ってインバータ部6を制御する。

[0057] 次に、本実施の形態1に係る電力変換装置1の動作について説明する。先ず、交流電源2から供給された入力電圧が、整流器3によって直流電圧に変換される。次に、この整流器3で整流された直流電圧が、コンバータ部4に

よって昇圧される。そして、コンバータ部4によって昇圧された母線電圧が、平滑コンデンサ5によって平滑化されて、その後、インバータ部6によって交流電圧に変換される。このインバータ部6によって変換された交流電圧を用いて、モータ7等の負荷の運転が行われる。

[0058] 次に、この電力変換装置1を制御する制御部21の動作について説明する。制御部21に備わるコンバータ制御手段22は、電力変換装置1の運転中に、目標指令電圧、母線電圧検出部12で検出された母線電圧、及びリアクタ電流検出部11で検出されたリアクタ電流に基づいて、スイッチング指令値を算出する。そして、コンバータ制御手段22は、この算出されたスイッチング指令値を、温度補正手段25に出力する。

[0059] 一方、温度補正手段25は、温度検出部13から出力された信号を受信した温度検出回路13aから、スイッチング素子4bの温度に関する信号を受信し、且つ、記憶手段24に記憶された補正テーブル又は補正関数を読み出す。そして、温度補正手段25は、コンバータ制御手段22から受信したスイッチング指令値と、温度検出部13で検出されたスイッチング素子4bの温度と、補正テーブル又は補正関数とから、温度の補正量を決定する。温度補正手段25は、この温度の補正量を、温度検出部13で検出されたスイッチング素子4bの温度に加算することによって、温度検出部13で検出されたスイッチング素子4bの温度を補正する。

[0060] その後、この温度補正手段25で補正されたスイッチング素子4bの温度が、第1の閾値を超えたか否かを閾値判定手段26が判定する。第1の閾値は、電力変換装置1の出力を弱めれば、電力変換装置1又は電力変換装置1を備える空気調和装置を停止せずに済む程度の温度に設定されている。閾値判定手段26によって、スイッチング素子4bの温度が第1の閾値以下であると判定されれば、電力変換装置1の運転は継続される。一方、閾値判定手段26によって、スイッチング素子4bの温度が第1の閾値を超えていると判定されれば、故障抑制制御手段27が、コンバータ部4の出力、即ち昇圧量の低下をコンバータ制御手段22に指示するか、又は、インバータ部6の

出力、即ち周波数の低下をインバータ制御手段 2 3 に指示する。

[0061] そして、更に、温度補正手段 2 5 で補正されたスイッチング素子 4 b の温度が、第 2 の閾値を超えたか否かを閾値判定手段 2 6 が判定する。第 2 の閾値は、電力変換装置 1 の出力を弱めても、モジュール 8 の過熱により、電力変換装置 1 又は電力変換装置 1 を備える空気調和装置が故障する程度の温度に設定されている。その際、これらの処理が行われても、スイッチング素子 4 b の温度が低下せず、更に上昇し、閾値判定手段 2 6 によって、スイッチング素子 4 b の温度が第 2 の閾値を超えていると判定されると、故障抑制制御手段 2 7 が、コンバータ部 4 及びインバータ部 6 等の異常停止を、コンバータ制御手段 2 2 及びインバータ制御手段 2 3 等に指示する。

[0062] 以上説明したように、本実施の形態 1 に係る電力変換装置 1 は、温度補正手段 2 5 によって、スイッチング指令値に基づいて、温度検出部 1 3 で検出されたスイッチング素子 4 b の温度を補正している。このため、補正された後のスイッチング素子 4 b の温度は、実際のスイッチング素子 4 b の温度に極めて近い。例えば、図 5 に示す位置  $\alpha$  に温度検出部 1 3 が配置されれば、温度検出部 1 3 で検出されたスイッチング素子 4 b の温度は、実際のスイッチング素子 4 b の温度に近くなる。しかし、この場合、温度検出部 1 3 をスイッチング素子 4 b に近づけて配置する必要があるため、モジュール 8 の設計が困難になる虞があり、また、仮に、温度検出部 1 3 をスイッチング素子 4 b に近接して配置すると、スイッチングによるノイズ等の影響を受けやすく、温度検出部 1 3 で検出される温度にノイズが発生する虞がある。

[0063] これに対し、本実施の形態 1 に係る電力変換装置 1 は、温度補正手段 2 5 によって、スイッチング素子 4 b の温度を補正している。このため、例えば、図 5 に示す位置  $\beta$  又は位置  $\gamma$  といったスイッチング素子 4 b から離れた位置に温度検出部 1 3 が配置されても、実際のスイッチング素子 4 b の温度に近い値を把握することができる。従って、モジュール 8 内のスイッチング素子 4 b の配置規制が緩和され、モジュール 8 を設計する際の自由度が増す。また、ノイズ源となるスイッチング素子 4 b から離れた位置に温度検出部 1

3を配置することができ、従って、温度検出部13で検出される温度がノイズの影響を受け難くすることもできる。

[0064] また、実際のスイッチング素子4bの温度と、温度検出部13で検出されたスイッチング素子4bの温度との間の検出誤差が大きく、これが補正されずにそのままである場合、故障を抑制する動作を行うために設定される温度の閾値を、検出誤差の分だけ低めに設定して、より安全性を高める必要がある。この場合、閾値を検出誤差の分だけ低めに設定していることによって、電力変換装置1の動作範囲が狭まる。

[0065] これに対し、本実施の形態1に係る電力変換装置1は、コンバータ部4の発熱に影響を及ぼすスイッチング指令値を用いて、検出誤差を補正している。このため、故障を抑制する動作を行うために設定される温度の閾値を、低めに設定する必要はなく、最適な閾値に設定することができる。従って、モジュール8の発熱における保護信頼性が向上し、また、この電力変換装置1が、モータ駆動システムに適用される場合、そのモータ駆動システムの能力を最大限発揮することができる。

[0066] また、スイッチング素子4bとしてSiCを用いる場合、SiC自体は高温での動作が可能ではあるが、その周囲の部品がSiCよりも許容温度が低く、その結果、SiCの能力を十分に発揮できない虞がある。しかしながら、本実施の形態1に係る電力変換装置1においては、温度検出部13等の部品を、スイッチング素子4bから遠ざけることができる。このため、SiCの能力を最大限に発揮することができる。

[0067] なお、以上の説明においては、温度の補正量を求め、これを用いて、温度検出部13で検出されたスイッチング素子4bの温度を、実際のスイッチング素子4bの温度に近づける場合を例示したが、そのほかに、例えば、温度の補正量を求めた後、これを用いて、第1の閾値又は第2の閾値を変更してもよい。この場合も、スイッチング素子4bの温度を補正する場合と同様に、モジュール8の故障抑制における信頼性を向上させることができるという効果を奏する。また、記憶手段24は、温度の補正量を記憶しているが、補

正済の温度を記憶するようにしてもよい。

[0068] なお、空気調和装置は、本発明の電力変換装置 1 に加えて、この電力変換装置 1 によって駆動されているモータ 7 を備えているように構成することができる。このモータ 7 は、コンバータ部 4 のスイッチング素子 4 b の温度を適切に把握することができる電力変換装置 1 によって駆動されている。このため、このモータ 7 を備えた空気調和装置は、耐熱性における信頼性が極めて高い。

### 符号の説明

[0069] 1 電力変換装置、2 交流電源、3 整流器、4 コンバータ部、4 a リアクタ、4 b スwitching素子、4 c 逆流防止素子、5 平滑コンデンサ、6 インバータ部、6 a インバータ用スイッチング素子、7 モータ、8 モジュール、9 ヒートシンク、11 リアクタ電流検出部、11 a リアクタ電流用フィルタ、12 母線電圧検出部、12 a 母線電圧用フィルタ、13 温度検出部、13 a 温度検出回路、14 モータ電流検出部、21 制御部、22 コンバータ制御手段、22 a 電圧指令値演算手段、22 b 電流指令値演算手段、23 インバータ制御手段、24 記憶手段、25 温度補正手段、26 閾値判定手段、27 故障抑制制御手段。

## 請求の範囲

[請求項1]

交流電源から供給された入力電圧を整流する整流器と、  
前記整流器の出力端に接続されたりアクタと、前記リアクタに直列接続された逆流防止素子と、前記リアクタと逆流防止素子との間に接続されたスイッチング素子とを備え、前記整流器で整流された直流電圧を昇圧するコンバータ部と、  
前記コンバータ部から出力される母線電圧を平滑化する平滑コンデンサと、  
前記リアクタに流れるリアクタ電流を検出するリアクタ電流検出部と、  
前記母線電圧を検出する母線電圧検出部と、  
前記スイッチング素子の温度を検出する温度検出部と、  
制御部と、を有し、  
前記制御部は、  
目標とする前記母線電圧である目標指令電圧、前記母線電圧検出部で検出された母線電圧、及び前記リアクタ電流検出部で検出されたりアクタ電流に基づいて、前記スイッチング素子を駆動するためのスイッチング指令値を算出するコンバータ制御手段と、  
前記コンバータ制御手段で算出されたスイッチング指令値に基づいて、前記温度検出部で検出された前記スイッチング素子の温度を補正する温度補正手段と、を有する  
ことを特徴とする電力変換装置。

[請求項2]

前記制御部は、  
前記スイッチング指令値と、前記温度補正手段で補正される温度の補正量との関係を示す補正テーブル又は補正関数を記憶する記憶手段を更に有し、  
前記温度補正手段は、  
前記スイッチング指令値として、実際の運転時に算出されるスイッ

チング指令値を用いて、このスイッチング指令値と、前記記憶手段に記憶された前記補正テーブル又は前記補正関数とに基づいて、前記温度検出部で検出された前記スイッチング素子の温度を補正する

ことを特徴とする請求項 1 記載の電力変換装置。

[請求項3] 前記整流器、前記スイッチング素子及び前記逆流防止素子は、モジュールに内蔵されており、

前記補正テーブル又は前記補正関数は、

前記モジュールの内部における前記スイッチング素子と前記温度検出部との距離に基づいて設定されている

ことを特徴とする請求項 2 記載の電力変換装置。

[請求項4] 前記コンバータ制御手段は、

前記交流電源の 6 倍の周期で脈動する前記スイッチング指令値を、平均化する

ことを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

[請求項5] 前記制御部は、

前記温度補正手段で補正された温度に基づいて、各部品に対し故障を抑制する動作を指示する故障抑制制御手段を更に有する

ことを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

[請求項6] 前記制御部は、

前記温度補正手段で補正された温度が、予め設定された第 1 の閾値を超えたか否かを判定し、且つ前記温度補正手段で補正された温度が、予め設定された第 2 の閾値を超えたか否かを判定する閾値判定手段を更に有する

ことを特徴とする請求項 5 記載の電力変換装置。

[請求項7] 前記故障抑制制御手段は、

前記温度補正手段で補正された温度が、前記第 1 の閾値を超えたこ

とが前記閾値判定手段で判定された場合、前記コンバータ制御手段に前記コンバータ部の出力の低下を指示する

ことを特徴とする請求項6記載の電力変換装置。

[請求項8]

前記平滑コンデンサで平滑化された前記母線電圧を交流電圧に変換するインバータ部と、

前記インバータ部の動作を制御するインバータ制御手段と、を更に有し、

前記故障抑制制御手段は、

前記温度補正手段で補正された温度が、前記第1の閾値を超えたことが前記閾値判定手段で判定された場合、前記インバータ制御手段に前記インバータ部の出力の低下を指示する

ことを特徴とする請求項6又は請求項7記載の電力変換装置。

[請求項9]

前記故障抑制制御手段は、

前記温度補正手段で補正された温度が、前記第2の閾値を超えたことが前記閾値判定手段で判定された場合、異常停止を指示する

ことを特徴とする請求項6～8のいずれか1項に記載の電力変換装置。

[請求項10]

前記第1の閾値は、前記第2の閾値よりも小さい

ことを特徴とする請求項6～9のいずれか1項に記載の電力変換装置。

[請求項11]

前記第2の閾値は、前記スイッチング素子の耐熱温度よりも低い温度に設定されている

ことを特徴とする請求項6～10のいずれか1項に記載の電力変換装置。

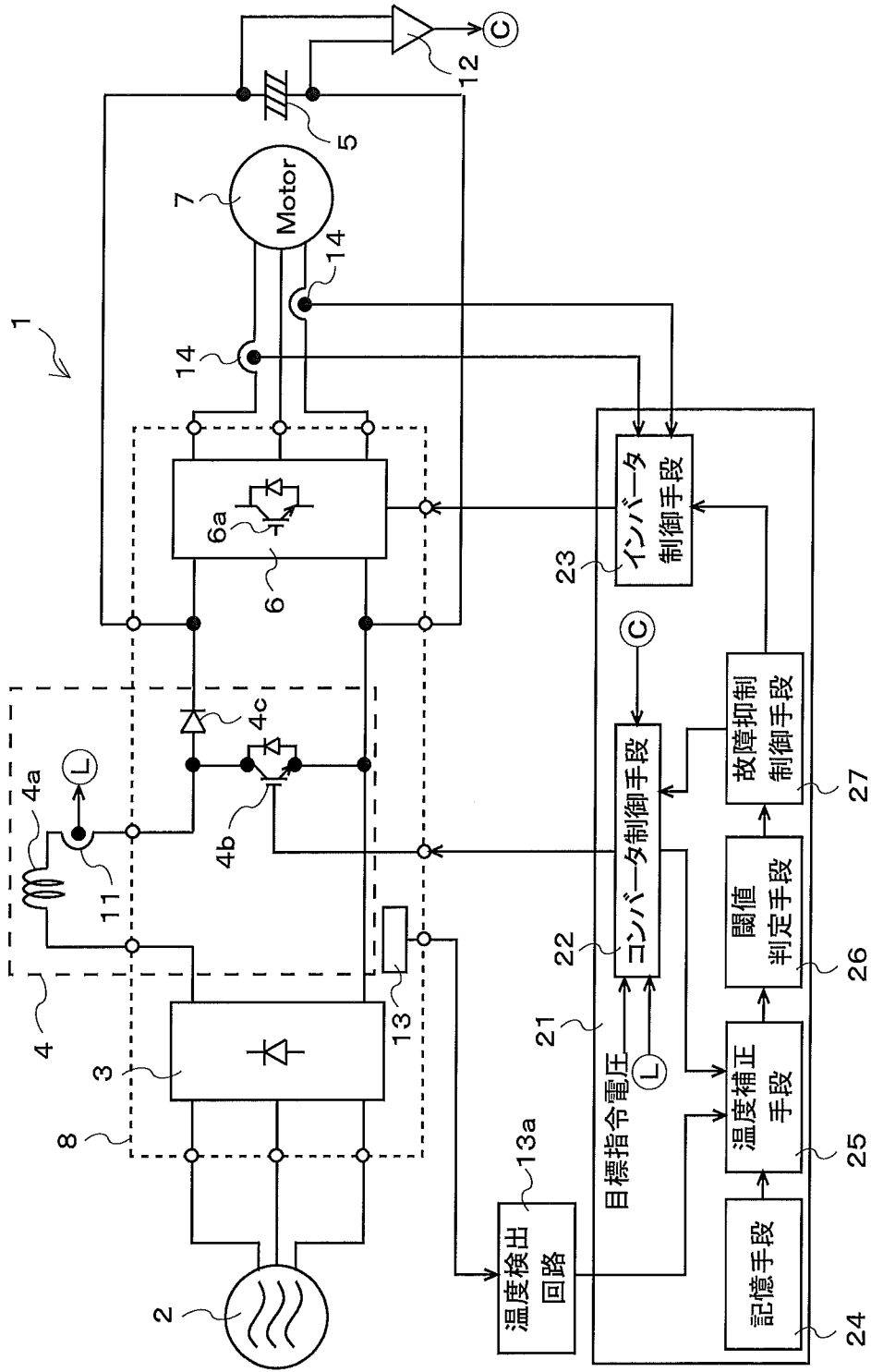
[請求項12]

前記スイッチング素子及び前記逆流防止素子のうち、少なくとも一方は、ワイドバンドギャップ半導体で構成されている

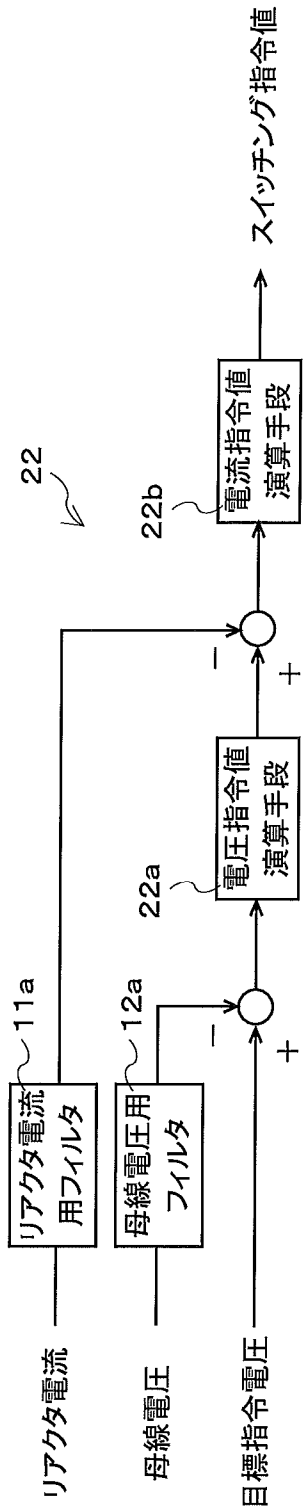
ことを特徴とする請求項1～11のいずれか1項に記載の電力変換装置。

[請求項13] 請求項1～12のいずれか1項に記載の電力変換装置と、この電力変換装置で駆動されるモータと、を有することを特徴とする空気調和装置。

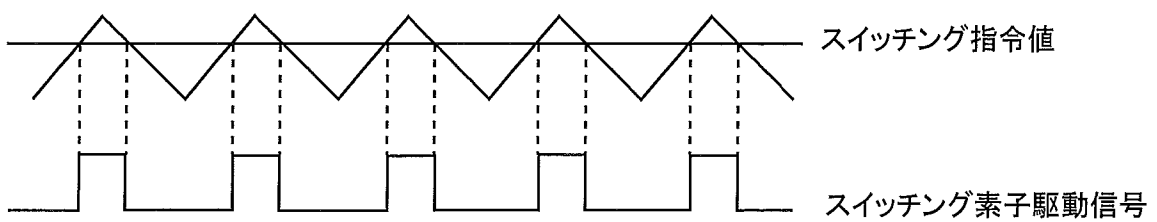
[図1]



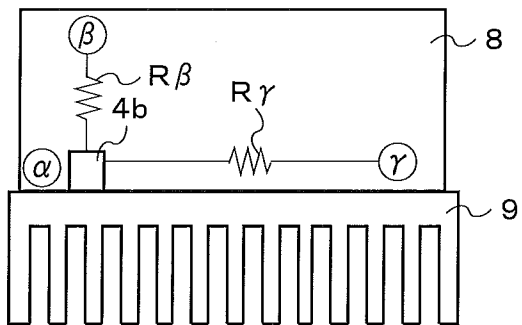
[図2]



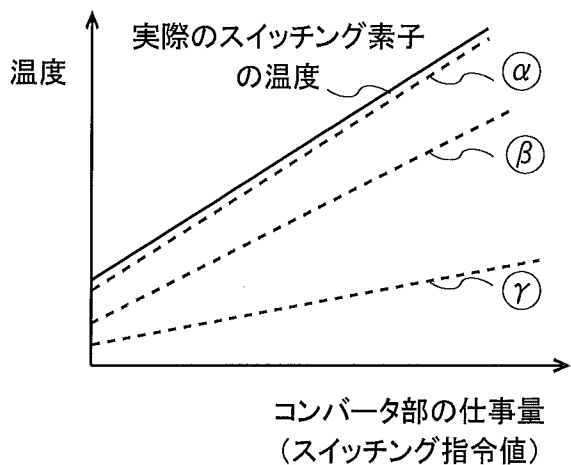
[図3]



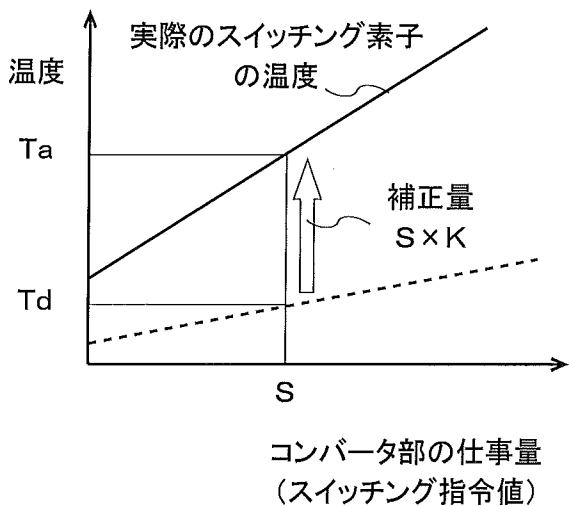
[図4]



[図5]



[図6]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2013/076146

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H02M7/48 (2007.01) 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

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 2011-217463 A (Toyota Industries Corp.), 27 October 2011 (27.10.2011), paragraph [0011] (Family: none)	1-13
A	JP 2009-130967 A (Aisin AW Co., Ltd.), 11 June 2009 (11.06.2009), paragraph [0073] & US 2009/0174353 A1 & EP 2157689 A1 & WO 2009/066546 A1 & KR 10-2009-0130420 A & CN 101682291 A	1-13
A	JP 9-70178 A (Sharp Corp.), 11 March 1997 (11.03.1997), paragraph [0022] (Family: none)	1-13

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  
29 October, 2013 (29.10.13)

Date of mailing of the international search report  
05 November, 2013 (05.11.13)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

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

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

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 1971-2013年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2013年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2013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
A	JP 2011-217463 A (株式会社豊田自動織機) 2011. 10. 27, 段落【0011】 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2009-130967 A (アイシン・エイ・ダブリュ株式会社) 2009. 06. 11, 段落【0073】 & US 2009/0174353 A1 & EP 2157689 A1 & WO 2009/066546 A1 & KR 10-2009-0130420 A & CN 101682291 A	1-13
A	JP 9-70178 A (シャープ株式会社) 1997. 03. 11, 段落【0022】 (ファミリーなし)	1-13

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 29. 10. 2013	国際調査報告の発送日 05. 11. 2013
----------------------------	----------------------------

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） 齋藤 健児 電話番号 03-3581-1101 内線 3358	3V	3020
--	---	----	------