

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 4 区分

【発行日】令和 1 年 10 月 24 日 (2019.10.24)

【公開番号】特開 2019-37049 (P2019-37049A)

【公開日】平成 31 年 3 月 7 日 (2019.3.7)

【年通号数】公開・登録公報 2019-009

【出願番号】特願 2017-156257 (P2017-156257)

【国際特許分類】

H 0 2 M 7/48 (2007.01)

【F I】

H 0 2 M 7/48 Z

【手続補正書】

【提出日】令和 1 年 9 月 9 日 (2019.9.9)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スイッチング素子 (20) を内蔵した半導体モジュール (2) と、該半導体モジュールを冷却する冷却管 (11) とを積層した積層体 (10) と、

上記半導体モジュールに加わる直流電圧を平滑化するコンデンサ (3) と、

上記スイッチング素子を流れる電流を測定する電流センサ (4) とを備え、

上記半導体モジュールには、上アーム側に配される上アーム半導体モジュール (2<sub>U</sub>) と、下アーム側に配される下アーム半導体モジュール (2<sub>L</sub>) とがあり、上記上アーム半導体モジュールと上記下アーム半導体モジュールとを、上記積層体の積層方向 (X) に交互に積層してあり、

個々の上記半導体モジュールは、上記スイッチング素子を内蔵した本体部 (21) と、該本体部から突出した複数のパワー端子 (22) とを有し、

該パワー端子の突出方向 (Z) と上記積層方向との双方に直交する直交方向 (Y) における、上記積層体の一方側に上記コンデンサを配置し、他方側に上記電流センサを配置してあり、

個々の上記半導体モジュールは、上記パワー端子として、上記スイッチング素子のコレクタ電極に接続した 2 本のコレクタ端子 (22<sub>C</sub>) と、上記スイッチング素子のエミッタ電極に接続した 1 本のエミッタ端子 (22<sub>E</sub>) とを有し、上記直交方向において、上記 2 本のコレクタ端子の間に上記エミッタ端子が配されている、電力変換装置 (1)。

【請求項 2】

個々の上記半導体モジュールは、互いに並列に接続された複数個の上記スイッチング素子を内蔵している、請求項 1 に記載の電力変換装置。

【請求項 3】

上記パワー端子には、上記コンデンサに接続する直流端子と、交流端子とがあり、該交流端子から出力される電流を上記電流センサによって測定しており、上記上アーム半導体モジュールと上記下アーム半導体モジュールとの 2 種類の上記半導体モジュールのうち、第 1 の半導体モジュールは、上記直流端子を複数本有し、第 2 の半導体モジュールは上記交流端子を複数本有し、上記第 1 の半導体モジュールに含まれる複数の上記直流端子を直流バスバー (5) によって連結してあり、上記複数の直流端子のうち上記コンデンサに近い側の上記直流端子から、上記直流バスバーが、上記直交方向における上記コンデンサ側

に延出し、上記第2の半導体モジュールに含まれる複数の上記交流端子を交流バスバー(6)によって連結してあり、上記複数の交流端子のうち上記電流センサに近い側の上記交流端子から、上記交流バスバーが、上記直交方向における上記電流センサ側に延出している、請求項1又は2に記載の電力変換装置。

【請求項4】

上記スイッチング素子には還流ダイオード(23)が逆並列接続しており、上記スイッチング素子と上記還流ダイオードとを同一の半導体チップ(24)に形成してある、請求項1～3のいずれか一項に記載の電力変換装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

本発明の一態様は、スイッチング素子(20)を内蔵した半導体モジュール(2)と、該半導体モジュールを冷却する冷却管(11)とを積層した積層体(10)と、

上記半導体モジュールに加わる直流電圧を平滑化するコンデンサ(3)と、

上記スイッチング素子を流れる電流を測定する電流センサ(4)とを備え、

上記半導体モジュールには、上アーム側に配される上アーム半導体モジュール(2<sub>U</sub>)と、下アーム側に配される下アーム半導体モジュール(2<sub>L</sub>)とがあり、上記上アーム半導体モジュールと上記下アーム半導体モジュールとを、上記積層体の積層方向(X)に交互に積層してあり、

個々の上記半導体モジュールは、上記スイッチング素子を内蔵した本体部(21)と、該本体部から突出した複数のパワー端子(22)とを有し、

該パワー端子の突出方向(Z)と上記積層方向との双方に直交する直交方向(Y)における、上記積層体の一方側に上記コンデンサを配置し、他方側に上記電流センサを配置してあり、

個々の上記半導体モジュールは、上記パワー端子として、上記スイッチング素子のコレクタ電極に接続した2本のコレクタ端子(22<sub>C</sub>)と、上記スイッチング素子のエミッタ電極に接続した1本のエミッタ端子(22<sub>E</sub>)とを有し、上記直交方向において、上記2本のコレクタ端子の間に上記エミッタ端子が配されている、電力変換装置(1)にある。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

【図1】参考形態1における、電力変換装置の断面図。

【図2】図1から正極バスバーを取り除いた図。

【図3】図2から負極バスバーを取り除いた図。

【図4】図1のIV-IV断面図。

【図5】参考形態1における、電力変換装置の回路図。

【図6】参考形態1における、半導体モジュールの平面図。

【図7】図6のVII-VII断面図。

【図8】参考形態1における、半導体モジュールの回路図。

【図9】参考形態1における、スイッチング素子と還流ダイオードを別にした半導体モジュールの平面図。

【図10】参考形態2における、電力変換装置の回路図。

【図11】参考形態2における、半導体モジュールの平面図。

【図12】参考形態2における、スイッチング素子と還流ダイオードを別にした半導体モ

ジュールの平面図。

【図 1 3】実施形態 1における、電力変換装置の断面図。

【図 1 4】図 1 3 の要部拡大図。

【図 1 5】実施形態 1における、半導体モジュールの平面図。

【図 1 6】実施形態 1における、コレクタ端子とコレクタ側放熱板の平面図。

【図 1 7】実施形態 1における、エミッタ端子とエミッタ側放熱板の平面図。

【図 1 8】実施形態 1における、半導体モジュールの回路図。

【図 1 9】実施形態 1における、電力変換装置の回路図。

【図 2 0】参考形態 3における、電力変換装置の要部拡大断面図。

【図 2 1】参考形態 3における、半導体モジュールの平面図。

【図 2 2】参考形態 3における、半導体モジュールの回路図。

【図 2 3】参考形態 4における、電力変換装置の回路図。

【図 2 4】比較形態 1における、電力変換装置の断面図。

【図 2 5】比較形態 2における、電力変換装置の一部の回路図。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 6】

(参考形態 1)

上記電力変換装置に係る実施形態について、図 1 ～ 図 9 を参照して説明する。図 1、図 4 に示すごとく、本形態の電力変換装置 1 は、積層体 1 0 と、コンデンサ 3 と、電流センサ 4 とを備える。積層体 1 0 は、半導体モジュールと冷却管 1 1 とを積層してなる。図 5 ～ 図 7 に示すごとく、半導体モジュール 2 は、スイッチング素子 2 0 を内蔵している。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 6】

すなわち、図 2 5 に示すごとく、従来のように、上アームスイッチング素子  $20_U$  と下アームスイッチング素子  $20_L$  とを同一の半導体モジュール 2 に内蔵させた場合、これら 2 個のスイッチング素子  $20_U$ 、 $20_L$  に対して、交流端子  $22_A$  が 1 本しか形成されなくなる。そのため、上アームスイッチング素子  $20_U$  をオンした場合も、下アームスイッチング素子  $20_L$  をオンした場合も、電流が常に 1 本の交流端子  $22_A$  に流れてしまい、この交流端子  $22_A$  が発熱して、電流センサ 4 等の温度が上昇しやすくなる。

これに対して、図 5 に示すごとく、本形態のように、上アームスイッチング素子  $20_U$  と下アームスイッチング素子  $20_L$  とを別々の半導体モジュール 2 に設ければ、上アームスイッチング素子  $20_U$  用の交流端子  $22_{AU}$  と、下アームスイッチング素子  $20_L$  用の交流端子  $22_{AL}$  とを、別々にすることができる。そのため、上アームスイッチング素子  $20_U$  をオンしたときには、上アーム側の交流端子  $22_{AU}$  のみ電流が流れ、下アームスイッチング素子  $20_L$  をオンしたときには、下アーム側の交流端子  $22_{AL}$  のみ電流が流れる。したがって、個々の交流端子  $22_{AU}$ 、 $22_{AL}$  から発生する抵抗熱を低減でき、この熱が電流センサ 4 等に伝わって温度が上昇することを抑制できる。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【 0 0 4 4 】

以下の形態においては、図面に用いた符号のうち、参考形態 1において用いた符号と同一のものは、特に示さない限り、参考形態 1と同様の構成要素等を表す。

## 【 手続補正 7 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 4 5

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

## 【 0 0 4 5 】

( 参考形態 2 )

本形態は、半導体モジュール 2 の構成を変更した例である。図 1 0、図 1 1 に示すごとく、本形態では、1 個の半導体モジュール 2 に 1 個のスイッチング素子 2 0 のみ内蔵させている。個々のスイッチング素子 2 0 には、還流ダイオード 2 3 が逆並列接続している。これらスイッチング素子 2 0 と還流ダイオード 2 3 とは、同一の半導体チップ 2 4 に形成されている。

## 【 手続補正 8 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 4 6

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

## 【 0 0 4 6 】

半導体モジュール 2 には、上アーム半導体モジュール 2<sub>U</sub>と下アーム半導体モジュール 2<sub>L</sub>とがある。本形態では、参考形態 1と同様に、上アーム半導体モジュール 2<sub>U</sub>と下アーム半導体モジュール 2<sub>L</sub>とを、交互に積層してある（図 1 参照）。また、Y 方向における、積層体 1 0 の一方側にコンデンサ 3 を配置し、他方側に電流センサ 4 を配置してある。

その他、参考形態 1と同様の構成および作用効果を備える。

## 【 手続補正 9 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 4 8

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

## 【 0 0 4 8 】

( 実施形態 1 )

本形態は、半導体モジュール 2 の構成を変更した例である。図 1 3、図 1 4 に示すごとく、本形態では、上アーム半導体モジュール 2<sub>U</sub>と下アーム半導体モジュール 2<sub>L</sub>との 2 種類の半導体モジュール 2 のうち、一方の半導体モジュール 2（本形態では上アーム半導体モジュール 2<sub>U</sub>）は、2 本の直流端子 2 2（正極端子 2 2<sub>P</sub>）と、一本の交流端子 2 2<sub>A</sub>とを備える。また、他方の半導体モジュール 2（本形態では下アーム半導体モジュール 2<sub>L</sub>）は、2 本の交流端子 2 2<sub>A</sub>と、一本の直流端子 2 2（2 2<sub>N</sub>）を備える。

## 【 手続補正 1 0 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 5 1

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

## 【 0 0 5 1 】

図 1 5 に示すごとく、本形態の半導体モジュール 2 は、互いに並列に接続された 2 個のスイッチング素子 2 0 を内蔵している。半導体モジュール 2 の本体部 2 1 から、2 本のコレクタ端子 2 2<sub>C</sub>と、1 本のエミッタ端子 2 2<sub>E</sub>が突出している。エミッタ端子 2 2<sub>E</sub>は、Y 方向において、2 本のコレクタ端子 2 2<sub>C</sub>の間に位置している。図 1 5 ~ 図 1 7 に示すごとく、本形態の半導体モジュール 2 は、参考形態 1と同様に、コレクタ側放熱板 2 2 0

$c$ と、エミッタ側放熱板  $220_E$ とを備える。コレクタ側放熱板  $220_C$ から、2本のコレクタ端子  $22_C$ が突出している。また、エミッタ側放熱板  $220_E$ から、1本のエミッタ端子  $22_E$ が突出している。

【手続補正 1 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0055

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0055】

また、下アーム半導体モジュール  $2_L$ に形成された2本の交流端子  $22_A$ のうち、電流センサ4に近い側の交流端子  $22_{AA}$ から、交流バスバー6が、Y方向における電流センサ4側に延出している。

このようにすると、交流バスバー6のうち交流端子  $22_A$ と電流センサ4とを繋ぐ部分69のY方向長さを短くすることができる。そのため、この部分69から発生する熱を低減でき、電流センサ4の温度上昇をより抑制できる。

その他、参考形態1と同様の構成および作用効果を備える。

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0056

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0056】

(参考形態3)

本形態は、半導体モジュール2の構成を変更した例である。図21に示すごとく、本形態の半導体モジュール2は、2本のエミッタ端子  $22_E$ と、1本のコレクタ端子  $22_C$ とを備える。コレクタ端子  $22_C$ は、2本のエミッタ端子  $22_E$ の間に配されている。

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0060

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0060】

また、図20に示すごとく、上アーム半導体モジュール  $2_U$ の2本の交流端子  $22_A$ は、交流バスバー6によって連結されている。2本の交流端子  $22_A$ のうち、電流センサ4に近い側の交流端子  $22_{AA}$ から、交流バスバー6が、Y方向における電流センサ4側に延出している。

このようにすると、交流バスバー6のうち交流端子  $22_A$ と電流センサ4を繋ぐ部分69の、Y方向長さを短くすることができる。そのため、この部分69から発生する熱を低減でき、電流センサ4の温度上昇をより抑制できる。

その他、参考形態1と同様の構成および作用効果を備える。

【手続補正 1 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0061

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0061】

(参考形態4)

本形態は、電力変換装置1の回路構成を変更した例である。図23に示すごとく、本形態では、上アーム半導体モジュール  $2_U$ と、下アーム半導体モジュール  $2_L$ と、コンデンサ33と、リアクトル82とを用いて、昇圧回路101を構成してある。この昇圧回路10

1 を用いて、直流電源 8 の電圧を昇圧し、この昇圧後の直流電力を出力端子 8 3 , 8 4 から出力するよう構成してある。

その他、参考形態 1と同様の構成および作用効果を備える。