

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7014635号

(P7014635)

(45)発行日 令和4年2月1日(2022.2.1)

(24)登録日 令和4年1月24日(2022.1.24)

(51)国際特許分類

H 0 2 M 7/48 (2007.01)

F I

H 0 2 M 7/48

Z

請求項の数 8 (全22頁)

(21)出願番号	特願2018-29369(P2018-29369)	(73)特許権者	000000239
(22)出願日	平成30年2月22日(2018.2.22)		株式会社荏原製作所
(65)公開番号	特開2019-146396(P2019-146396 A)	(74)代理人	100118500
(43)公開日	令和1年8月29日(2019.8.29)		弁理士 廣澤 哲也
審査請求日	令和2年11月18日(2020.11.18)	(74)代理人	100091498
			弁理士 渡邊 勇
		(72)発明者	二ノ宮 宏則
			東京都大田区羽田旭町1 1 番 1 号 株式
			会社 荏原製作所内
		(72)発明者	駒井 正和
			東京都大田区羽田旭町1 1 番 1 号 株式
			会社 荏原製作所内
		(72)発明者	小川 孝彦
			東京都大田区羽田旭町1 1 番 1 号 株式
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 インバータユニットおよび電動機組立体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電解コンデンサを含むインバータ要素と、
 前記電解コンデンサが接続された基板と、
 前記基板が取り付けられたインバータ取り付け部材と、
 前記電解コンデンサと前記インバータ取り付け部材の内面との間に配置された熱電変換素子と、
 前記熱電変換素子に電氣的に接続され、前記熱電変換素子に電力を供給する電源装置と、
 前記電源装置に電氣的に接続され、前記電源装置の動作を制御する制御装置とを備え、
 前記熱電変換素子は、前記電解コンデンサに接触する一方の面と、該一方の面の反対側に位置し、前記インバータ取り付け部材の内面に接触する反対側の面とを有しており、
前記基板は、前記インバータ取り付け部材の内面と平行に配置されており、かつ前記電解コンデンサが挿入可能な大きさを有する挿入孔を有しており、

前記電解コンデンサは、前記電解コンデンサの底面が前記熱電変換素子を介して前記インバータ取り付け部材の内面と対向するように、前記挿入孔に挿入されており、

前記制御装置は、前記電源装置から前記熱電変換素子に電力を供給させて、前記電解コンデンサの熱を前記インバータ取り付け部材に伝達させることを特徴とするインバータユニット。

【請求項 2】

前記インバータユニットは、前記電解コンデンサに隣接して配置された温度センサを備え

ており、

前記制御装置は、

前記温度センサによって検出された温度を監視し、

前記温度が冷却開始しきい値まで上昇した場合、前記電源装置から前記熱電変換素子に電力を供給させて、前記電解コンデンサの熱を前記インバータ取り付け部材に伝達させることを特徴とする請求項 1 に記載のインバータユニット。

【請求項 3】

前記インバータユニットは、前記熱電変換素子に流れる電流の方向を、前記電解コンデンサの熱を前記インバータ取り付け部材に伝達させる第 1 電流方向と前記インバータ取り付け部材の熱を前記電解コンデンサに伝達させる第 2 電流方向との間で切り替えるスイッチ部を備えており、

10

前記制御装置は、

前記温度が前記冷却開始しきい値まで上昇した場合、前記スイッチ部を動作させて、前記熱電変換素子に流れる電流の方向を前記第 1 電流方向に切り替え、

前記温度が前記冷却開始しきい値よりも小さな加熱開始しきい値以下である場合、前記スイッチ部を動作させて、前記熱電変換素子に流れる電流の方向を前記第 2 電流方向に切り替えることを特徴とする請求項 2 に記載のインバータユニット。

【請求項 4】

電解コンデンサを含むインバータ要素と、

前記電解コンデンサが接続された基板と、

20

前記基板が取り付けられたインバータ取り付け部材と、

前記インバータ取り付け部材の内面に接触し、前記電解コンデンサを収容するコンデンサケースと、

前記コンデンサケースの内面に貼り付けられた熱電変換素子と、

前記熱電変換素子に電氣的に接続され、前記熱電変換素子に電力を供給する電源装置と、

前記電源装置に電氣的に接続され、前記電源装置の動作を制御する制御装置とを備え、

前記熱電変換素子は、前記電解コンデンサに接触する一方の面と、該一方の面の反対側に位置し、前記コンデンサケースの内面に接触する反対側の面とを有しており、

前記基板は、前記インバータ取り付け部材の内面と平行に配置されており、かつ前記コンデンサケースが挿入可能な大きさを有する挿入孔を有しており、

30

前記コンデンサケースは、前記電解コンデンサの底面が前記コンデンサケースを介して前記インバータ取り付け部材の内面と対向するように、前記挿入孔に挿入されており、

前記制御装置は、前記電源装置から前記熱電変換素子に電力を供給させて、前記電解コンデンサの熱を前記コンデンサケースに伝達させることを特徴とするインバータユニット。

【請求項 5】

前記インバータユニットは、前記コンデンサケースに隣接して配置された温度センサを備えており、

前記制御装置は、

前記温度センサによって検出された温度を監視し、

前記温度が冷却開始しきい値まで上昇した場合、前記電源装置から前記熱電変換素子に電力を供給させて、前記電解コンデンサの熱を前記コンデンサケースに伝達させることを特徴とする請求項 4 に記載のインバータユニット。

40

【請求項 6】

前記インバータユニットは、前記熱電変換素子に流れる電流の方向を、前記電解コンデンサの熱を前記コンデンサケースに伝達させる第 1 電流方向と前記コンデンサケースの熱を前記電解コンデンサに伝達させる第 2 電流方向との間で切り替えるスイッチ部を備えており、

前記制御装置は、

前記温度が前記冷却開始しきい値まで上昇した場合、前記スイッチ部を動作させて、前記熱電変換素子に流れる電流の方向を前記第 1 電流方向に切り替え、

50

前記温度が前記冷却開始しきい値よりも小さな加熱開始しきい値以下である場合、前記スイッチ部を動作させて、前記熱電変換素子に流れる電流の方向を前記第2電流方向に切り替えることを特徴とする請求項5に記載のインバータユニット。

【請求項7】

駆動軸と、

前記駆動軸を回転させる回転子および固定子を備えるモータと、

前記モータを収容するモータケーシングと、

前記モータの回転速度を制御するためのインバータユニットとを備え、

前記インバータユニットは、

電解コンデンサを含むインバータ要素と、

前記電解コンデンサが接続された基板と、

前記モータケーシングに接続されたインバータフレームの開口端を閉じ、かつ前記基板が取り付けられるインバータ取り付け部材と、

前記電解コンデンサと前記インバータ取り付け部材の内面との間に配置された熱電変換素子と、

前記熱電変換素子に電氣的に接続され、前記熱電変換素子に電力を供給する電源装置と、

前記電源装置に電氣的に接続され、前記電源装置の動作を制御する制御装置とを備えており、

前記熱電変換素子は、前記電解コンデンサに接触する一方の面と、該一方の面の反対側に位置し、前記インバータ取り付け部材の内面に接触する反対側の面とを有しており、

前記基板は、前記インバータ取り付け部材の内面と平行に配置されており、かつ前記電解コンデンサが挿入可能な大きさを有する挿入孔を有しており、

前記電解コンデンサは、前記電解コンデンサの底面が前記熱電変換素子を介して前記インバータ取り付け部材の内面と対向するように、前記挿入孔に挿入されており、

前記制御装置は、前記電源装置から前記熱電変換素子に電力を供給させて、前記電解コンデンサの熱を前記インバータ取り付け部材に伝達させることを特徴とする電動機組立体。

【請求項8】

駆動軸と、

前記駆動軸を回転させる回転子および固定子を備えるモータと、

前記モータを収容するモータケーシングと、

前記モータの回転速度を制御するためのインバータユニットとを備え、

前記インバータユニットは、

電解コンデンサを含むインバータ要素と、

前記電解コンデンサが接続された基板と、

前記モータケーシングに接続されたインバータフレームの開口端を閉じ、かつ前記基板が取り付けられるインバータ取り付け部材と、

前記インバータ取り付け部材の内面に接触し、前記電解コンデンサを収容するコンデンサケースと、

前記コンデンサケースの内面に貼り付けられた熱電変換素子と、

前記熱電変換素子に電氣的に接続され、前記熱電変換素子に電力を供給する電源装置と、

前記電源装置に電氣的に接続され、前記電源装置の動作を制御する制御装置とを備えており、

前記熱電変換素子は、前記電解コンデンサに接触する一方の面と、該一方の面の反対側に位置し、前記コンデンサケースの内面に接触する反対側の面とを有しており、

前記基板は、前記インバータ取り付け部材の内面と平行に配置されており、かつ前記コンデンサケースが挿入可能な大きさを有する挿入孔を有しており、

前記コンデンサケースは、前記電解コンデンサの底面が前記コンデンサケースを介して前記インバータ取り付け部材の内面と対向するように、前記挿入孔に挿入されており、

前記制御装置は、前記電源装置から前記熱電変換素子に電力を供給させて、前記電解コンデンサの熱を前記コンデンサケースに伝達させることを特徴とする電動機組立体。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インバータユニットおよび該インバータユニットを備えた電動機組立体に関するものである。

【背景技術】

【0002】

モータの回転速度を制御するインバータが知られている。インバータは、パワー素子（例えば、IGBT: Insulated gate bipolar transistor）および電解コンデンサなどの多数の要素から構成されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2016-9838号公報

特開2016-19401号公報

特開平9-84302号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

モータのインバータ駆動の際に動作するパワー素子およびパワー素子とともに動作する電解コンデンサは発熱源であるため、インバータが駆動されると、パワー素子の温度および電解コンデンサの温度は高くなる。一般的に、電解コンデンサには、電解コンデンサの温度が10℃低下すると、電解コンデンサの寿命が2倍となる法則（10℃2倍則）、所謂、アレニウスの法則が適用される。したがって、電解コンデンサの温度が低下できれば、電解コンデンサの長寿命が期待される。

20

【0005】

そこで、本発明は、電解コンデンサの長寿命化を図ることができるインバータユニットを提供することを目的とする。本発明は、該インバータユニットを備えた電動機組立体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】

30

【0006】

一態様は、電解コンデンサを含むインバータ要素と、前記インバータ要素が実装された基板と、前記基板が取り付けられたインバータ取り付け部材と、前記電解コンデンサと前記インバータ取り付け部材の内面との間に配置された熱電変換素子と、前記熱電変換素子に電氣的に接続され、前記熱電変換素子に電力を供給する電源装置と、前記電源装置に電氣的に接続され、前記電源装置の動作を制御する制御装置とを備え、前記熱電変換素子は、前記電解コンデンサに接触する一方の面と、該一方の面の反対側に位置し、前記インバータ取り付け部材の内面に接触する反対側の面とを有しており、前記制御装置は、前記電源装置から前記熱電変換素子に電力を供給させて、前記電解コンデンサの熱を前記インバータ取り付け部材に伝達させることを特徴とするインバータユニットである。

40

【0007】

好ましい態様は、前記インバータユニットは、前記電解コンデンサに隣接して配置された温度センサを備えており、前記制御装置は、前記温度センサによって検出された温度を監視し、前記温度が冷却開始しきい値まで上昇した場合、前記電源装置から前記熱電変換素子に電力を供給させて、前記電解コンデンサの熱を前記インバータ取り付け部材に伝達させることを特徴とする。

好ましい態様は、前記インバータユニットは、前記熱電変換素子に流れる電流の方向を、前記電解コンデンサの熱を前記インバータ取り付け部材に伝達させる第1電流方向と前記インバータ取り付け部材の熱を前記電解コンデンサに伝達させる第2電流方向との間で切り替えるスイッチ部を備えており、前記制御装置は、前記温度が前記冷却開始しきい値ま

50

で上昇した場合、前記スイッチ部を動作させて、前記熱電変換素子に流れる電流の方向を前記第 1 電流方向に切り替え、前記温度が前記冷却開始しきい値よりも小さな加熱開始しきい値以下である場合、前記スイッチ部を動作させて、前記熱電変換素子に流れる電流の方向を前記第 2 電流方向に切り替えることを特徴とする。

好ましい態様は、前記基板は、前記インバータ取り付け部材の内面と平行に配置されており、かつ前記電解コンデンサが挿入可能な大きさを有する挿入孔を有しており、前記電解コンデンサは、前記電解コンデンサの底面が前記熱電変換素子を介して前記インバータ取り付け部材の内面と対向するように、前記挿入孔に挿入されていることを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

他の態様は、電解コンデンサを含むインバータ要素と、前記インバータ要素が実装された基板と、前記基板が取り付けられたインバータ取り付け部材と、前記インバータ取り付け部材の内面に接触し、前記電解コンデンサを収容するコンデンサケースと、前記コンデンサケースの内面に貼り付けられた熱電変換素子と、前記熱電変換素子に電氣的に接続され、前記熱電変換素子に電力を供給する電源装置と、前記電源装置に電氣的に接続され、前記電源装置の動作を制御する制御装置とを備え、前記熱電変換素子は、前記電解コンデンサに接触する一方の面と、該一方の面の反対側に位置し、前記コンデンサケースの内面に接触する反対側の面とを有しており、前記制御装置は、前記電源装置から前記熱電変換素子に電力を供給させて、前記電解コンデンサの熱を前記コンデンサケースに伝達させることを特徴とするインバータユニットである。

【 0 0 0 9 】

好ましい態様は、前記インバータユニットは、前記コンデンサケースに隣接して配置された温度センサを備えており、前記制御装置は、前記温度センサによって検出された温度を監視し、前記温度が冷却開始しきい値まで上昇した場合、前記電源装置から前記熱電変換素子に電力を供給させて、前記電解コンデンサの熱を前記コンデンサケースに伝達させることを特徴とする。

好ましい態様は、前記インバータユニットは、前記熱電変換素子に流れる電流の方向を、前記電解コンデンサの熱を前記コンデンサケースに伝達させる第 1 電流方向と前記コンデンサケースの熱を前記電解コンデンサに伝達させる第 2 電流方向との間で切り替えるスイッチ部を備えており、前記制御装置は、前記温度が前記冷却開始しきい値まで上昇した場合、前記スイッチ部を動作させて、前記熱電変換素子に流れる電流の方向を前記第 1 電流方向に切り替え、前記温度が前記冷却開始しきい値よりも小さな加熱開始しきい値以下である場合、前記スイッチ部を動作させて、前記熱電変換素子に流れる電流の方向を前記第 2 電流方向に切り替えることを特徴とする。

好ましい態様は、前記基板は、前記インバータ取り付け部材の内面と平行に配置されており、かつ前記コンデンサケースが挿入可能な大きさを有する挿入孔を有しており、前記コンデンサケースは、前記電解コンデンサの底面が前記コンデンサケースを介して前記インバータ取り付け部材の内面と対向するように、前記挿入孔に挿入されていることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

さらに他の態様は、駆動軸と、前記駆動軸を回転させる回転子および固定子を備えるモータと、前記モータを収容するモータケーシングと、前記モータの回転速度を制御するためのインバータユニットとを備え、前記インバータユニットは、電解コンデンサを含むインバータ要素と、前記インバータ要素が実装された基板と、前記モータケーシングに接続されたインバータフレームの開口端を閉じ、かつ前記基板が取り付けられるインバータ取り付け部材と、前記電解コンデンサと前記インバータ取り付け部材の内面との間に配置された熱電変換素子と、前記熱電変換素子に電氣的に接続され、前記熱電変換素子に電力を供給する電源装置と、前記電源装置に電氣的に接続され、前記電源装置の動作を制御する制御装置とを備えており、前記熱電変換素子は、前記電解コンデンサに接触する一方の面と、該一方の面の反対側に位置し、前記インバータ取り付け部材の内面に接触する反対側の面とを有しており、前記制御装置は、前記電源装置から前記熱電変換素子に電力を供給さ

10

20

30

40

50

せて、前記電解コンデンサの熱を前記インバータ取り付け部材に伝達させることを特徴とする電動機組立体である。

【 0 0 1 1 】

さらに他の態様は、駆動軸と、前記駆動軸を回転させる回転子および固定子を備えるモータと、前記モータを収容するモータケーシングと、前記モータの回転速度を制御するためのインバータユニットとを備え、前記インバータユニットは、電解コンデンサを含むインバータ要素と、前記インバータ要素が実装された基板と、前記モータケーシングに接続されたインバータフレームの開口端を閉じ、かつ前記基板が取り付けられるインバータ取り付け部材と、前記インバータ取り付け部材の内面に接触し、前記電解コンデンサを収容するコンデンサケースと、前記コンデンサケースの内面に貼り付けられた熱電変換素子と、前記熱電変換素子に電氣的に接続され、前記熱電変換素子に電力を供給する電源装置と、前記電源装置に電氣的に接続され、前記電源装置の動作を制御する制御装置とを備えており、前記熱電変換素子は、前記電解コンデンサに接触する一方の面と、該一方の面の反対側に位置し、前記コンデンサケースの内面に接触する反対側の面とを有しており、前記制御装置は、前記電源装置から前記熱電変換素子に電力を供給させて、前記電解コンデンサの熱を前記コンデンサケースに伝達させることを特徴とする電動機組立体である。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

制御装置は、電源装置から熱電変換素子に電力を供給させて、電解コンデンサの熱をインバータ取り付け部材に伝達させる。このようにして、制御装置は、熱電変換素子を介して電解コンデンサを冷却することができるため、アレニウスの法則によって電解コンデンサの長寿命化が実現される。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】インバータユニットの一実施形態を示す図である。

【図 2】電解コンデンサおよび熱電変換素子の拡大図である。

【図 3】図 3 (a) は図 2 の A 線方向から見た図 (電解コンデンサが配置されていない状態) であり、図 3 (b) は図 2 の A 線方向から見た図 (電解コンデンサが配置された状態) である。

【図 4】制御装置を含むインバータユニットの制御システムの一実施形態を示す図である。

30

【図 5】制御装置の処理フローを示す図である。

【図 6】スイッチ部を示す図である。

【図 7】熱電変換素子に流れる電流の方向を説明するための図である。

【図 8】熱電変換素子に流れる電流の方向を説明するための図である。

【図 9】制御装置の処理フローを示す図である。

【図 1 0】インバータユニットの他の実施形態を示す図である。

【図 1 1】電解コンデンサがコンデンサケースに収容される様子を示す図である。

【図 1 2】インバータユニットを備えた電動機組立体を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

40

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。なお、以下で説明する図面において、同一又は相当する構成要素には、同一の符号を付して重複した説明を省略する。以下で説明する複数の実施形態において、特に説明しない一実施形態の構成は、他の実施形態と同じであるので、その重複する説明を省略する。

【 0 0 1 5 】

図 1 はインバータユニット 3 の一実施形態を示す図である。インバータユニット 3 は、太陽光パネルを用いた太陽光発電システム、またはポンプなどの回転機械を回転させる電動機組立体などの機械装置に適用することができる。後述する実施形態では、インバータユニット 3 を備えた電動機組立体 1 の構造について説明する。

【 0 0 1 6 】

50

図 1 に示すように、インバータユニット 3 は、図示しない整流器によって整流された電力を平滑化するとともに静電容量により電荷を蓄積する電解コンデンサ 4 1 A を含むインバータ要素 4 1 と、インバータ要素 4 1 が実装された基板 4 2 と、基板 4 2 に隣接するインバータ取り付け部材 2 3 とを備えている。インバータ要素 4 1 は、電解コンデンサ 4 1 A の他、IGBT などのパワー素子 4 1 B およびパワー素子 4 1 B を駆動するドライバ回路（図示しない）などの電子部品を備えている。インバータ要素 4 1 および基板 4 2 はインバータ 2 0 を構成している。以下、インバータ要素 4 1 および基板 4 2 を総称してインバータ 2 0 と呼ぶことがある。インバータ 2 0 はインバータユニット 3 が適用される機械装置を動作させるために必要な構成要素である。なお、図 1 では、単一の電解コンデンサ 4 1 A および単一のパワー素子 4 1 B が描かれているが、インバータユニット 3 は、複数の電解コンデンサ 4 1 A および複数のパワー素子 4 1 B を備えてもよい。

10

【0017】

基板 4 2 はインバータ取り付け部材 2 3 に取り付けられている。インバータ 2 0 はインバータ取り付け部材 2 3 上に載置されており、基板 4 2 はインバータ取り付け部材 2 3 の内面 2 3 a と平行に配置されている。インバータ取り付け部材 2 3 は、その内面 2 3 a とは反対側に位置する外面 2 3 b を有しており、インバータ取り付け部材 2 3 の外面 2 3 b には、複数のフィン 3 6 が形成されている。これらフィン 3 6 は、インバータ取り付け部材 2 3 の外面 2 3 b から外側に向かって延びている。

【0018】

インバータ取り付け部材 2 3 の形状は図 1 に示す実施形態には限定されない。インバータ取り付け部材 2 3 の形状はインバータユニット 3 が適用される機械装置の構造に応じて変更されてもよい。

20

【0019】

インバータ取り付け部材 2 3（およびフィン 3 6）は、ヒートシンクとしての役割を果たすため、比較的高い放熱性能を有する材料（例えば、アルミニウム（A1）などの熱伝導性に優れた金属）から、基本的に構成されている。基板 4 2 は、インバータ要素 4 1 が実装される実装面 4 2 a と、実装面 4 2 a の反対側に位置する裏面 4 2 b とを有している。パワー素子 4 1 B は、基板 4 2 の裏面 4 2 b 側、すなわち、基板 4 2 とインバータ取り付け部材 2 3 の内面 2 3 a との間に配置されている。

【0020】

パワー素子 4 1 B は、絶対最大定格温度としてのジャンクション温度（例えば、150）以下という条件下で使用される必要がある。本実施形態では、発熱源であるパワー素子 4 1 B はインバータ取り付け部材 2 3 の内面 2 3 a に接触しており、ヒートシンクとしてのインバータ取り付け部材 2 3 はパワー素子 4 1 B の熱を吸収するために十分な大きさを有している。したがって、パワー素子 4 1 B から発せられた熱は、インバータ取り付け部材 2 3 およびフィン 3 6 を通じて外部に放出され、結果として、パワー素子 4 1 B は冷却される。したがって、パワー素子 4 1 B は、ジャンクション温度以下の条件下で使用される。

30

【0021】

電解コンデンサ 4 1 A もパワー素子 4 1 B と同様に発熱源であり、電解コンデンサ 4 1 A は、リップル電流および等価直列抵抗による損失などの影響により発熱する。上述したように、電解コンデンサ 4 1 A には、電解コンデンサ 4 1 A の温度が 10 低下すると、電解コンデンサ 4 1 A の寿命が 2 倍となる法則（所謂、アレニウスの法則）が適用される。したがって、電解コンデンサ 4 1 A の温度が低下されれば、電解コンデンサ 4 1 A の長寿命が実現される。以下、電解コンデンサ 4 1 A の長寿命化を図ることができるインバータユニット 3 の構成について説明する。

40

【0022】

インバータユニット 3 は、電解コンデンサ 4 1 A とインバータ取り付け部材 2 3 の内面 2 3 a との間に配置された熱電変換素子 5 0 と、熱電変換素子 5 0 に電氣的に接続され、熱電変換素子 5 0 に電力を供給する電源装置 5 1 と、電源装置 5 1 に電氣的に接続され、電

50

源装置 5 1 の動作を制御する制御装置 5 5 とを備えている。

【 0 0 2 3 】

図 2 は電解コンデンサ 4 1 A および熱電変換素子 5 0 の拡大図である。図 2 に示すように、熱電変換素子 5 0 は、電解コンデンサ 4 1 A に接触する一方の面（電解コンデンサ側接触面）5 0 a と、一方の面 5 0 a の反対側に位置し、インバータ取り付け部材 2 3 の内面 2 3 a に接触する反対側の面（インバータ取り付け部材側接触面）5 0 b とを有している。

【 0 0 2 4 】

熱電変換素子 5 0 は、電源装置 5 1 から供給された電力によってペルチェ効果を発揮する公知のペルチェ素子であり、P 型半導体および N 型半導体が交互に配列された板状の構造を有している。熱電変換素子 5 0 は、電源装置 5 1 から供給された電力によって、熱電変換素子 5 0 の両面（すなわち、一方の面 5 0 a および反対側の面 5 0 b）の間に熱流が発生する構造を有している。

10

【 0 0 2 5 】

一実施形態では、熱電変換素子 5 0 は、電源装置 5 1 から供給された電力により発生したスピン流を熱流に変換する構造を有してもよい。このような構造を有する熱電変換素子 5 0 は、スピン変換技術が用いられた素子であり、特許文献 1（特開 2 0 1 6 - 9 8 3 8 号公報）に記載された薄膜形状を有するテープ状の熱電変換素子と同様の熱電変換構造を有している。

【 0 0 2 6 】

スピン変換とは、角運動量保存の法則に基づく物理量（例えば、熱、電気など）の相互変換の総称である。スピン流（*spin current*）は電子のスピン角運動量の流れである。電流とスピン流と熱流との間には相互作用が存在する。したがって、熱電変換素子 5 0 に電力が供給されると、すなわち、電流が流れると、熱電変換素子 5 0 には、スピン流が発生する。このような現象は、スピンホール効果（*spin Hall effect*）と呼ばれる。熱電変換素子 5 0 にスピン流が流れると、熱電変換素子 5 0 には、熱流が発生する。このような現象は、スピンペルチェ効果（*spin Peltier effect*）と呼ばれる。

20

【 0 0 2 7 】

スピンペルチェ効果とは逆に、熱電変換素子 5 0 に熱流が流れると、熱電変換素子 5 0 には、スピン流が発生する。このような現象は、スピンゼーベック効果（*spin Seebeck effect*）と呼ばれる。スピンホール効果とは逆に、熱電変換素子 5 0 にスピン流が流れると、熱電変換素子 5 0 には、起電力が発生する。このような現象は、逆スピンホール効果（*inverse spin Hall effect*）と呼ばれる。本実施形態における熱電変換素子 5 0 は、スピンホール効果およびスピンペルチェ効果を利用することにより、スピンを介して電力を熱流に変換することができる。

30

【 0 0 2 8 】

図 2 に示すように、電解コンデンサ 4 1 A は、図示しないコンデンサ素子が内部に収容された本体部 6 0 と、本体部 6 0 の一端に接続された 2 つの端子 6 1 とを備えている。2 つの端子 6 1 のそれぞれには、2 つのリード線 6 2 のそれぞれが接続されており、これらリード線 6 2 は、基板 4 2 の実装面 4 2 a に接続されている。本実施形態では、電解コンデンサ 4 1 A および基板 4 2 はインバータ取り付け部材 2 3 上に載置されており、端子 6 1 は基板 4 2 の実装面 4 2 a の直ぐ上方に位置している。したがって、端子 6 1 と基板 4 2 の実装面 4 2 a との間の距離は比較的短い。このような構成により、端子 6 1 と基板 4 2 の実装面 4 2 a とを接続するリード線 6 2 の長さを比較的短くすることができる。

40

【 0 0 2 9 】

本体部 6 0 は、端子 6 1 が接続された端子面 6 0 a と、端子面 6 0 a の反対側に位置する底面 6 0 b と、端子面 6 0 a と底面 6 0 b との間に延びる外周面 6 0 c とを有している。熱電変換素子 5 0 の一方の面 5 0 a（電解コンデンサ側接触面）は電解コンデンサ 4 1 A の本体部 6 0 の底面 6 0 b に接触している。

【 0 0 3 0 】

50

図3(a)は図2のA線方向から見た図(電解コンデンサが配置されていない状態)であり、図3(b)は図2のA線方向から見た図(電解コンデンサが配置された状態)である。本実施形態では、電解コンデンサ41Aの本体部60は円柱形状を有しており、熱電変換素子50の幅方向の大きさ(より具体的には、熱電変換素子50の直径)は電解コンデンサ41Aの本体部60の幅方向の大きさ(より具体的には、外周面60cの直径)と同じである。熱電変換素子50の幅方向とは、熱電変換素子50の厚さ方向とは垂直な方向を意味する。本体部60の幅方向とは、本体部60の高さ方向とは垂直な方向を意味する。このように、本実施形態では、熱電変換素子50は電解コンデンサ41Aの外形状に合わせた形状を有している。

【0031】

図2に示すように、電解コンデンサ41Aは、その本体部60の底面60bが熱電変換素子50を介してインバータ取り付け部材23の内面23aに対向するように配置されている。言い換えれば、電解コンデンサ41Aは、熱電変換素子50を介してインバータ取り付け部材23上に載置されている。したがって、熱電変換素子50は、電解コンデンサ41Aの底面60bおよびインバータ取り付け部材23の内面23aの両方に接触する。

【0032】

図2および図3(図3(a)および図3(b))に示すように、基板42は、電解コンデンサ41Aが挿入可能な大きさを有する挿入孔42cを有しており、挿入孔42cの直径は電解コンデンサ41Aの本体部60の外周面60cの直径よりも大きい。図3では、挿入孔42cの大きさは誇張して描かれている。挿入孔42cは基板42の実装面42aおよび裏面42bの両方で開口する貫通孔である。挿入孔42cの数は電解コンデンサ41Aの数に対応しており、本実施形態では、単一の電解コンデンサ41Aに対して単一の挿入孔42cが設けられている。一実施形態では、挿入孔42cを設ける代わりに、基板42の外周面から内側に向かって延びる切り欠きが設けられてもよい。基板42の外周面は、基板42の実装面42aと裏面42bとの間に延びる基板42の最も外側の面である。

【0033】

本実施形態では、電解コンデンサ41Aは、電解コンデンサ41Aの底面60bがインバータ取り付け部材23の内面23aと対向するように、挿入孔42cに挿入されている。電解コンデンサ41Aを挿入孔42cに挿入することにより、電解コンデンサ41Aは直立姿勢を維持することができる。電解コンデンサ41Aは、電解コンデンサ41Aの外周面60cに取り付けられた電解コンデンサ固定用バンド(図示しない)を用いてインバータ取り付け部材23の内面23aに固定されてもよい。

【0034】

インバータ取り付け部材23が電解コンデンサ41Aおよびパワー素子41Bを含むインバータ要素41の全体を冷却するための十分な大きさを有している場合、インバータ取り付け部材23の大きさは、インバータユニット3が適用される機械装置の全体の大きさに影響を与えてしまう。つまり、機械装置の全体の大きさはインバータ取り付け部材23の大きさに応じて決定される場合があるため、インバータ取り付け部材23の大きさを大きくすれば、機械装置の全体の大きさも大きくなってしまう。

【0035】

本実施形態では、熱電変換素子50は電解コンデンサ41Aとインバータ取り付け部材23との間に介在しており、インバータ取り付け部材23と基板42との間の隙間に配置されている。電源装置51は制御装置55の指令に基づいて熱電変換素子50に電力を供給し、熱電変換素子50は、そのペルチェ効果により電解コンデンサ41Aの熱をインバータ取り付け部材23に伝達させる。結果として、電解コンデンサ41Aは冷却される。

【0036】

本実施形態によれば、熱電変換素子50は、そのペルチェ効果により電解コンデンサ41Aをインバータ取り付け部材23に積極的に放熱することができるため、インバータ取り付け部材23の大きさはパワー素子41Bを冷却するために十分な大きさに抑えられる。電解コンデンサ41Aの放熱は熱電変換素子50によって行われるため、インバータユニ

10

20

30

40

50

ット３の省スペース化が実現される。

【００３７】

制御装置５５は、熱電変換素子５０を介して電解コンデンサ４１Ａを冷却することができるため、アレニウスの法則によって電解コンデンサ４１Ａの長寿命化を図ることができる。電解コンデンサ４１Ａの寿命が延びれば、インバータユニット３のメンテナンスの頻度を低減することができ、インバータユニット３のメンテナンスフリーを実現することも可能である。さらに、電解コンデンサ４１Ａの寿命を延ばすことにより、電解コンデンサ４１Ａの交換に要するコストを低減することができる。

【００３８】

図１に示すように、インバータユニット３は、電解コンデンサ４１Ａの温度を検出する温度センサ７０をさらに備えてもよい。図１に示す実施形態では、温度センサ７０は、基板４２の実装面４２ａ上に配置されているが、電解コンデンサ４１Ａに直接取り付けられてもよい。電解コンデンサ４１Ａに隣接して配置された温度センサ７０は制御装置５５に電氣的に接続されており、温度センサ７０によって検出された温度は制御装置５５に送られる。

10

【００３９】

図４は制御装置５５を含むインバータユニット３の制御システムの一実施形態を示す図である。図４に示すように、制御装置５５は、温度センサ７０によって検出された温度、すなわち、電解コンデンサ４１Ａの温度（より具体的には、電解コンデンサ４１Ａの周囲の温度）を監視する監視部３０と、上記温度と所定のしきい値（冷却開始しきい値）とを比較して、上記温度が冷却開始しきい値まで上昇したか否かを判定する判定部３１とを備えている。

20

【００４０】

冷却開始しきい値は、電解コンデンサ４１Ａの冷却を開始すべき温度の値であり、制御装置５５の記憶部（図示しない）に記憶されている。一実施形態では、冷却開始しきい値は、アレニウスの法則（電解コンデンサ４１Ａの温度と電解コンデンサ４１Ａの推定寿命との間の相関関係）に基づいて、電解コンデンサ４１Ａの長寿命化の実現が最も期待することができる値に決定されてもよい。例えば、冷却開始しきい値は４０〔 〕であってもよい。

【００４１】

制御装置５５は、電解コンデンサ４１Ａの温度が冷却開始しきい値まで上昇した場合、電源装置５１を動作させて、電源装置５１から熱電変換素子５０への電力の供給を実行する動作制御部３２をさらに備えている。図４に示すように、監視部３０は判定部３１に接続されており、判定部３１は動作制御部３２に接続されている。

30

【００４２】

本実施形態では、インバータユニット３は温度センサ７０を備えているため、制御装置５５は、温度センサ７０によって検出された温度に基づいて電源装置５１の動作を制御することができる。制御装置５５は、記憶部（図示しない）に電氣的に記憶（格納）されたプログラムに従って動作する。

【００４３】

図５は制御装置５５の処理フローを示す図である。図５に示すように、制御装置５５の監視部３０は、温度センサ７０によって検出された温度に基づいて電解コンデンサ４１Ａの温度を監視する（図５のステップＳ１０１参照）。制御装置５５の判定部３１は、この温度と制御装置５５の記憶部に記憶された冷却開始しきい値とを比較し（図５のステップＳ１０２参照）、電解コンデンサ４１Ａの温度が冷却開始しきい値まで上昇した場合（図５のステップＳ１０２の「ＹＥＳ」参照）、その結果を示す信号を動作制御部３２に送る。電解コンデンサ４１Ａの温度が冷却開始しきい値に達していない場合（図５のステップＳ１０２の「ＮＯ」参照）、監視部３０は電解コンデンサ４１Ａの温度の監視を継続する。

40

【００４４】

動作制御部３２は、判定部３１からの信号（電解コンデンサ４１Ａの温度が冷却開始しき

50

い値まで上昇したことを示す信号)を受けると、電源装置51を動作させて、電源装置51から熱電変換素子50への電力の供給を開始する(図5のステップS103参照)。電源装置51から熱電変換素子50への電力の供給により、熱電変換素子50の両面(すなわち、一方の面50aおよび反対側の面50b)には熱流が発生し、電解コンデンサ41Aの熱は熱電変換素子50を介してヒートシンクとしてのインバータ取り付け部材23に伝達される。インバータ取り付け部材23に伝達された熱はインバータ取り付け部材23の外面23bおよびフィン36を通じて外部に放出され、結果として、電解コンデンサ41Aは冷却される。制御装置55は、電解コンデンサ41Aの温度が許容温度を超えないように、電解コンデンサ41Aの温度を制御することができるため、電解コンデンサ41Aは、その寿命が最も期待される温度で使用される。

10

【0045】

制御装置55の記憶部には、電源装置51から熱電変換素子50への電力の供給を停止するための給電停止しきい値が記憶されてもよい。給電停止しきい値は冷却開始しきい値よりも小さい値であり、任意に決定されてもよい。給電停止しきい値は、例えば、10[]である。

【0046】

給電停止しきい値が設けられている場合、図5のステップS104に示すように、判定部31は、温度センサ70によって検出された電解コンデンサ41Aの温度と給電停止しきい値とを比較する。判定部31は、電解コンデンサ41Aの温度が給電停止しきい値まで低下した場合(図5のステップS104の「YES」参照)、その結果を示す信号を動作制御部32に送る。電解コンデンサ41Aの温度が給電停止しきい値まで低下していない場合(図5のステップS104の「NO」参照)、監視部30は電解コンデンサ41Aの温度の監視を継続する。

20

【0047】

動作制御部32は、判定部31からの信号を受けると、電源装置51を動作させて、電源装置51から熱電変換素子50への電力の供給を停止する(図5のステップS105参照)。電源装置51から熱電変換素子50への電力の供給の停止により、電解コンデンサ41Aの熱はインバータ取り付け部材23には伝達されず、結果として、電解コンデンサ41Aの温度は徐々に上昇する。監視部30は、インバータユニット3の起動時、またはインバータユニット3の起動直後に、電解コンデンサ41Aの温度の監視を開始する。監視部30による電解コンデンサ41Aの温度の監視は、インバータユニット3が駆動している間、継続される。したがって、制御装置55は、電解コンデンサ41Aの温度が再び冷却開始しきい値まで上昇した場合、図5のステップS103と同様の動作を実行する。

30

【0048】

図1および図4に示すように、インバータユニット3は、熱電変換素子50に流れる電流の方向を、電解コンデンサ41Aの熱をインバータ取り付け部材23に伝達させる第1電流方向とインバータ取り付け部材23の熱を電解コンデンサ41Aに伝達させる第2電流方向との間で切り替えるスイッチ部56をさらに備えてもよい。

【0049】

図6はスイッチ部56を示す図である。図6に示すように、制御装置55は、電源装置51およびスイッチ部56の両方に電氣的に接続されており、これら電源装置51の動作およびスイッチ部56の動作を独立して制御可能である。スイッチ部56は、2つのスイッチ65を備えている。これらスイッチ65の一方は電源接続線66によって電源装置51の陽極側に接続されており、スイッチ65の他方は電源接続線66によって電源装置51の陰極側に接続されている。

40

【0050】

スイッチ部56および熱電変換素子50は2つの素子接続線67によって互いに接続されている。より具体的には、各素子接続線67の一端は熱電変換素子50に接続されており、他端は各スイッチ65を介して各電源接続線66に接続可能である。2つの素子接続線67のそれぞれには、2つの分岐線68のそれぞれが接続されており、各分岐線68は各

50

素子接続線 6 7 の途中から分岐している。各分岐線 6 8 の一端は各素子接続線 6 7 に接続されており、他端は各スイッチ 6 5 を介して各電源接続線 6 6 に接続可能である。

【 0 0 5 1 】

一実施形態では、複数の電解コンデンサ 4 1 A が設けられる場合、熱電変換素子 5 0 の数および温度センサ 7 0 の数は電解コンデンサ 4 1 A の数に対応しており、各温度センサ 7 0 は各電解コンデンサ 4 1 A に隣接して配置される。スイッチ部 5 6 の数および電源装置 5 1 の数も電解コンデンサ 4 1 A の数に対応してもよく、各スイッチ部 5 6、各電源装置 5 1、および各熱電変換素子 5 0 の接続構造は図 6 に示す実施形態と同様である。つまり、制御システムは、熱電変換素子 5 0 が電源装置 5 1 およびスイッチ部 5 6 に並列的に接続された構造を有している。

10

【 0 0 5 2 】

図 4 に示すように、制御装置 5 5 は、スイッチ部 5 6 に電氣的に接続され、かつスイッチ部 5 6 のスイッチ 6 5 を切り替えるスイッチ切り替え部 3 3 を備えており、スイッチ切り替え部 3 3 は動作制御部 3 2 に接続されている。動作制御部 3 2 がスイッチ切り替え部 3 3 を動作させると、スイッチ切り替え部 3 3 はスイッチ部 5 6 のスイッチ 6 5 を切り替える。より具体的には、動作制御部 3 2 がスイッチ切り替え部 3 3 を動作（第 1 動作）させると、熱電変換素子 5 0 および電源装置 5 1 は、電源接続線 6 6、分岐線 6 8、および素子接続線 6 7 を介して接続される。動作制御部 3 2 がスイッチ切り替え部 3 3 を動作（第 2 動作）させると、熱電変換素子 5 0 および電源装置 5 1 は、電源接続線 6 6 および素子接続線 6 7 を介して接続される。

20

【 0 0 5 3 】

図 7 および図 8 は熱電変換素子 5 0 に流れる電流の方向を説明するための図である。図 7 は、熱電変換素子 5 0 に流れる電流の方向が第 1 電流方向（つまり、電解コンデンサ 4 1 A の熱をインバータ取り付け部材 2 3 に伝達させる方向）であるときの電流の流れを示している。図 8 は、熱電変換素子 5 0 に流れる電流の方向が第 2 電流方向（つまり、インバータ取り付け部材 2 3 の熱を電解コンデンサ 4 1 A に伝達させる方向）であるときの電流の流れを示している。

【 0 0 5 4 】

図 7 に示すように、スイッチ切り替え部 3 3 の第 1 動作により、電源接続線 6 6 および分岐線 6 8 はスイッチ 6 5 を介して接続される。電源装置 5 1 が電力を熱電変換素子 5 0 に供給すると、電流は、電源接続線 6 6、分岐線 6 8、および素子接続線 6 7 を通じて熱電変換素子 5 0 に流れる。この第 1 電流方向に流れる電流によって、熱電変換素子 5 0 には、その一方の面（電解コンデンサ側接触面）5 0 a から反対側の面（インバータ取り付け部材側接触面）5 0 b に向かって移動する熱流が発生し、結果として、電解コンデンサ 4 1 A は冷却される。

30

【 0 0 5 5 】

図 8 に示すように、スイッチ切り替え部 3 3 の第 2 動作により、電源接続線 6 6 および素子接続線 6 7 はスイッチ 6 5 を介して接続される。電源装置 5 1 が電力を熱電変換素子 5 0 に供給すると、電流は、電源接続線 6 6 および素子接続線 6 7 を通じて熱電変換素子 5 0 に流れる。この第 2 電流方向に流れる電流によって、熱電変換素子 5 0 には、反対側の面（インバータ取り付け部材側接触面）5 0 b から一方の面（電解コンデンサ側接触面）5 0 a に向かって移動する熱流が発生し、結果として、電解コンデンサ 4 1 A は加熱される。

40

【 0 0 5 6 】

電解コンデンサ 4 1 A を加熱する理由は次の通りである。インバータユニット 3 は寒冷地などの極寒の環境下で使用される場合がある。この場合、電解コンデンサ 4 1 A の周囲温度が低いと、電解コンデンサ 4 1 A の温度も低くなり、電解コンデンサ 4 1 A の静電容量が低下することがある。この場合、電解コンデンサ 4 1 A を積極的に加熱して電解コンデンサ 4 1 A の静電容量の低下を防ぐことで、インバータユニット 3 の電力変換性能を安定させることが望ましい。本実施形態では、制御装置 5 5 は、スイッチ部 5 6 の動作の制御

50

により、熱電変換素子 50 を介して熱電変換素子 50 を加熱することができるため、電解コンデンサ 41A の周囲温度が低くても電解コンデンサ 41A の静電容量の低下を防止することができる。

【0057】

制御装置 55 の記憶部には、電解コンデンサ 41A の加熱を開始すべき温度の値である加熱開始しきい値が記憶されてもよい。加熱開始しきい値は冷却開始しきい値および給電停止しきい値よりも小さい値であり、任意に決定されてもよい。加熱開始しきい値は、例えば 0 [] である。

【0058】

図 9 は制御装置 55 の処理フローを示す図である。温度センサ 70 は、インバータユニット 3 の起動時またはインバータユニット 3 の起動直後に、電解コンデンサ 41A の温度（より具体的には、電解コンデンサ 41A の周囲温度）を検出し、監視部 30 は電解コンデンサ 41A の温度の監視を開始する（図 9 のステップ S201 参照）。判定部 31 は、温度センサ 70 によって検出された電解コンデンサ 41A の温度と加熱開始しきい値とを比較する（図 9 のステップ S202 参照）。電解コンデンサ 41A の温度が加熱開始しきい値以下である場合（図 9 のステップ S202 の「YES」参照）、判定部 31 は、その結果を示す信号を動作制御部 32 に送る。動作制御部 32 が判定部 31 からの信号を受けると、動作制御部 32 はスイッチ切り替え部 33 に対してスイッチ部 56 を動作させるように指令を出す。

【0059】

スイッチ切り替え部 33 は、スイッチ部 56 を動作させて、熱電変換素子 50 に流れる電流の方向を第 2 電流方向に切り替える（図 8 参照）。動作制御部 32 は、電力が熱電変換素子 50 に供給されるように電源装置 51 を動作させる。電源装置 51 が電力を熱電変換素子 50 に供給すると、電流は第 2 電流方向に流れる。結果として、インバータ取り付け部材 23 の熱は電解コンデンサ 41A に伝達され、電解コンデンサ 41A は加熱される（図 9 のステップ S203 参照）。その後、判定部 31 は、電解コンデンサ 41A の温度が給電停止しきい値まで上昇したか否かを判定する（図 9 のステップ S204 参照）。

【0060】

電解コンデンサ 41A の温度が加熱開始しきい値以下でない場合、すなわち、電解コンデンサ 41A の温度が加熱開始しきい値よりも高い場合（図 9 のステップ S202 の「NO」参照）、制御装置 55 は、電解コンデンサ 41A の加熱が不要であると判断して、電解コンデンサ 41A の加熱動作を実行しない。

【0061】

電解コンデンサ 41A の温度が給電停止しきい値まで上昇した場合（図 9 のステップ S204 の「YES」参照）、判定部 31 は、その結果を示す信号を動作制御部 32 に送る。動作制御部 32 が判定部 31 からの信号を受けると、動作制御部 32 は、電源装置 51 を動作させて、電源装置 51 から熱電変換素子 50 への電力の供給を停止させる（図 9 のステップ S205 参照）。電解コンデンサ 41A の温度が給電停止しきい値まで上昇していない場合（図 9 のステップ S204 の「NO」参照）、監視部 30 は電解コンデンサ 41A の温度の監視を継続する。

【0062】

図 9 のステップ S205 の後、制御装置 55 は図 5 に示す処理フロー（ステップ S101 ~ ステップ S105）を実行する。より具体的には、判定部 31 が電解コンデンサ 41A の温度が冷却開始しきい値まで上昇したと判断した場合（図 5 のステップ S102 の「YES」参照）、動作制御部 32 は、判定部 31 からの判定結果を示す信号に基づいて、スイッチ切り替え部 33 に対してスイッチ部 56 を動作させるように指令を出す。

【0063】

スイッチ切り替え部 33 は、スイッチ部 56 を動作させて、熱電変換素子 50 に流れる電流の方向を第 1 電流方向に切り替える（図 7 参照）。動作制御部 32 は、電力が熱電変換素子 50 に供給されるように電源装置 51 を動作させる。電源装置 51 が電力を熱電変換

10

20

30

40

50

素子 50 に供給すると、電流は第 1 電流方向に流れる。結果として、電解コンデンサ 41 A の熱はインバータ取り付け部材 23 に伝達され、電解コンデンサ 41 A は冷却される（図 5 のステップ S 103 参照）。なお、判定部 31 が電解コンデンサ 41 A の温度が冷却開始しきい値まで上昇したと判断しない場合（図 5 のステップ S 102 の「NO」参照）、監視部 30 は電解コンデンサ 41 A の温度の監視を継続する。

【0064】

本実施形態によれば、電源装置 51 に接続されたスイッチ部 56 を設けることにより、制御装置 55 は、スイッチ部 56 を介して熱電変換素子 50 に入力される電流の方向を第 1 電流方向と第 2 電流方向との間で切り替えることができる。このような構成により、制御装置 55 は、電解コンデンサ 41 A の温度がある一定の範囲内となるように、電解コンデンサ 41 A の温度を精度よく制御することができる。

10

【0065】

図 10 はインバータユニット 3 の他の実施形態を示す図である。図 11 は電解コンデンサ 41 A がコンデンサケース 75 に収容される様子を示す図である。特に説明しない本実施形態の構成は、上述した実施形態と同じであるので、その重複する説明を省略する。図 10 および図 11 に示すように、インバータユニット 3 は、インバータ取り付け部材 23 の内面 23a に接触し、電解コンデンサ 41 A を収容するコンデンサケース 75 を備えてもよい。

【0066】

コンデンサケース 75 は、筒状の壁部 76 と、壁部 76 に接続され、壁部 76 の一端を閉じる底部 77 とを備える収容部材であり、電解コンデンサ 41 A を収容可能な大きさを有している。壁部 76 の他端は開口しており、電解コンデンサ 41 A はこの開口を通じてコンデンサケース 75 に挿入される。

20

【0067】

図 10 および図 11 に示すように、熱電変換素子 50 はコンデンサケース 75 の内面に貼り付けられている。電解コンデンサ 41 A がコンデンサケース 75 に収容されたとき、熱電変換素子 50 の一方の面（電解コンデンサ側接触面）50a は電解コンデンサ 41 A に接触し、熱電変換素子 50 の反対側の面（コンデンサケース側接触面）50b はコンデンサケース 75 の内面に接触する。

【0068】

図 10 および図 11 に示す実施形態では、熱電変換素子 50 は、コンデンサケース 75 の内面の全体に貼り付けられている。より具体的には、熱電変換素子 50 は、コンデンサケース 75 の壁部 76 の内壁面（内周面）および底部 77 の内面に貼り付けられている。一実施形態では、熱電変換素子 50 は、コンデンサケース 75 の内面の一部に貼り付けられてもよい。

30

【0069】

本実施形態では、熱電変換素子 50 は、特許文献 1（特開 2016-9838 号公報）に記載された薄膜形状を有するテープ状の熱電変換素子と同様の熱電変換構造を有している。このようなシート形状を有する熱電変換素子 50 は、その配置箇所が制限されることなく、コンデンサケース 75 の内面に貼り付けられる。

40

【0070】

基板 42 の挿入孔 42c はコンデンサケース 75 が挿入可能な大きさを有しており、挿入孔 42c の直径はコンデンサケース 75 の壁部 76 の外径よりも大きい。一実施形態では、挿入孔 42c を設ける代わりに、基板 42 の外周面から内側に向かって延びる切り欠きが設けられてもよい。コンデンサケース 75 は、電解コンデンサ 41 A の本体部 60 の底面 60b がコンデンサケース 75 を介してインバータ取り付け部材 23 の内面 23a と対向するように、挿入孔 42c に挿入されている。コンデンサケース 75 が基板 42 の挿入孔 42c に挿入されると、コンデンサケース 75 の底部 77 の外面はインバータ取り付け部材 23 の内面 23a に接触する。底部 77 の外面は、コンデンサケース 75 の内面の一部を構成する底部 77 の内面とは反対側の面である。

50

【 0 0 7 1 】

温度センサ 7 0 はコンデンサケース 7 5 に隣接して配置されている。本実施形態では、温度センサ 7 0 は基板 4 2 の実装面 4 2 a 上に配置されているが、コンデンサケース 7 5 に直接取り付けられてもよい。制御装置 5 5 は、温度センサ 7 0 によって検出された温度を監視し、この温度が冷却開始しきい値まで上昇した場合、電源装置 5 1 から熱電変換素子 5 0 に電力を供給させて、電解コンデンサ 4 1 A の熱をコンデンサケース 7 5 に伝達させる。コンデンサケース 7 5 に伝達された熱はインバータ取り付け部材 2 3 に伝達され、結果として、電解コンデンサ 4 1 A はコンデンサケース 7 5 を介して放熱される。

【 0 0 7 2 】

コンデンサケース 7 5 は、アルミニウム (A 1) などの熱伝導性に優れた材料 (金属) から構成されていることが好ましい。本実施形態によれば、コンデンサケース 7 5 は、電解コンデンサ 4 1 A と熱電変換素子 5 0 との接触面積を大きくすることができるため、熱電変換素子 5 0 の冷却性能を向上させることができる。熱電変換素子 5 0 を加熱する場合も同様に、コンデンサケース 7 5 は、熱電変換素子 5 0 の加熱性能を向上させることができる。

10

【 0 0 7 3 】

本実施形態においても、制御装置 5 5 の記憶部には、冷却開始しきい値、給電停止しきい値、および加熱開始しきい値が記憶されていてもよい。制御装置 5 5 は、上述した実施形態と同様に、これら冷却開始しきい値、給電停止しきい値、および加熱開始しきい値に基づいて、電源装置 5 1 (およびスイッチ部 5 6) の動作を制御してもよい。

20

【 0 0 7 4 】

スイッチ部 5 6 は、熱電変換素子 5 0 に流れる電流の方向を、電解コンデンサ 4 1 A の熱をコンデンサケース 7 5 に伝達させる第 1 電流方向とコンデンサケース 7 5 の熱を電解コンデンサ 4 1 A に伝達させる第 2 電流方向との間で切り替える。制御装置 5 5 は、温度センサ 7 0 によって検出された温度が冷却開始しきい値まで上昇した場合、スイッチ部 5 6 を動作させて、熱電変換素子 5 0 に流れる電流の方向を第 1 電流方向に切り替える。この状態で、電源装置 5 1 が熱電変換素子 5 0 に電力を供給すると、電解コンデンサ 4 1 A の熱はコンデンサケース 7 5 を介してインバータ取り付け部材 2 3 に伝達される。

【 0 0 7 5 】

制御装置 5 5 は、上記温度が加熱開始しきい値以下である場合、スイッチ部 5 6 を動作させて、熱電変換素子 5 0 に流れる電流の方向を第 2 電流方向に切り替える。この状態で、電源装置 5 1 が熱電変換素子 5 0 に電力を供給すると、インバータ取り付け部材 2 3 の熱はコンデンサケース 7 5 を介して電解コンデンサ 4 1 A に伝達される。

30

【 0 0 7 6 】

以下、インバータユニット 3 が適用可能な機械装置の一例について図面を参照しつつ説明する。図 1 2 はインバータユニット 3 を備えた電動機組立体 1 を示す図である。特に説明しない本実施形態の構成は、上述した実施形態と同じであるので、その重複する説明を省略する。

【 0 0 7 7 】

電動機組立体 1 は、インバータ 2 0 が内蔵された一体型構造を有する機械装置である。図 1 2 に示すように、電動機組立体 1 は、モータ部 2 と、インバータ部としてのインバータユニット 3 とを備えている。電動機組立体 1 は、駆動軸 5 と、駆動軸 5 を回転させる回転子 (ロータ) 6 および固定子 (ステータ) 7 を備えるモータ (回転要素) 8 と、モータ 8 を収容するモータケーシング 1 0 と、モータ 8 に隣接して配置され、モータ 8 の動作 (回転速度) を制御するインバータ 2 0 と、インバータ 2 0 を収容し、駆動軸 5 の軸線 C L 方向に沿ってモータケーシング 1 0 に直列的に配置されたインバータケース 2 1 とを備えている。

40

【 0 0 7 8 】

モータケーシング 1 0 およびインバータケース 2 1 は駆動軸 5 と同心状に配置されている。本実施形態では、モータケーシング 1 0 およびインバータケース 2 1 は、駆動軸 5 の軸

50

線 C L 方向に直列的に配置されているため、電動機組立体 1 はコンパクトな構造を有することができる。

【 0 0 7 9 】

モータケーシング 1 0 の内部には、モータ 8 が配置されている。モータ 8 は、駆動軸 5 に固定された回転子 6 と、回転子 6 を囲んで、外部（図示しない）からの電力を巻線（コイル）7 b が受けて回転磁界を形成する固定子（ステータ）7 とを備えている。固定子 7 は、ステータコア 7 a と、ステータコア 7 a に巻かれた複数の巻線 7 b とを備えている。回転子 6 は、回転子 6 と固定子 7 との間に形成される回転磁界によって回転し、回転子 6 が固定された駆動軸 5 は回転子 6 とともに回転する。

【 0 0 8 0 】

図 1 2 において、モータ 8 は模式的に描かれている。モータ 8 は、例えば、ロータに永久磁石を用いた永久磁石型モータである。しかしながら、モータ 8 は、永久磁石型モータに限定されず、誘導モータや S R モータなど、様々な種類のモータであってもよい。

【 0 0 8 1 】

モータケーシング 1 0 は、固定子 7 が固定された筒状のモータフレーム 1 1 と、モータフレーム 1 1 の一方の開口端を閉じ、かつ駆動軸 5 が貫通する貫通孔 2 9 が形成されたエンドカバー 1 2 と、モータフレーム 1 1 の他方の開口端を閉じるブラケット 1 3 とを備えている。エンドカバー 1 2 およびブラケット 1 3 は、モータ 8 を挟んで互いに対向している。駆動軸 5 は、エンドカバー 1 2 の軸受支持部 2 5 に支持された軸受 2 7 およびブラケット 1 3 の軸受支持部 2 6 に支持された軸受 2 8 によって回転自在に支持されている。

【 0 0 8 2 】

モータフレーム 1 1 の外面には、駆動軸 5 の軸線 C L 方向に延びる複数のフィン 3 5 が配置されている。これらフィン 3 5 は、モータフレーム 1 1 の外面から外側に向かって延びており、モータフレーム 1 1 の周方向に沿って等間隔に配置されている。モータフレーム 1 1 の外面は固定子 7 が固定されたモータフレーム 1 1 の内面とは反対側の面である。

【 0 0 8 3 】

インバータケース 2 1 は、インバータ 2 0 を取り囲む筒状のインバータフレーム 2 2 と、インバータフレーム 2 2 の開口端を閉じるインバータ取り付け部材 2 3 とを備えている。インバータ取り付け部材 2 3 はカバー部材とも呼ばれてもよい。インバータフレーム 2 2 の外面には、駆動軸 5 の軸線 C L 方向に延びる複数のフィン 3 7 が配置されている。これらフィン 3 7 は、インバータフレーム 2 2 の外面から外側に向かって延びており、インバータフレーム 2 2 の周方向に沿って等間隔に配置されている。インバータフレーム 2 2 の外面はインバータ 2 0 の周囲に配置されたインバータフレーム 2 2 の内面とは反対側の面である。

【 0 0 8 4 】

インバータフレーム 2 2 のインバータ取り付け部材 2 3 側の面およびインバータ取り付け部材 2 3 のインバータフレーム 2 2 側の面は、それぞれ嵌め合い構造を有しており、これらインバータフレーム 2 2 およびインバータ取り付け部材 2 3 は、嵌め合いによって互いに接続されている。

【 0 0 8 5 】

インバータフレーム 2 2 のブラケット 1 3 側の面およびブラケット 1 3 のインバータフレーム 2 2 側の面は、それぞれ嵌め合い構造を有しており、これらインバータフレーム 2 2 およびブラケット 1 3 は、嵌め合いによって互いに接続されている。

【 0 0 8 6 】

図 1 2 に示すように、電動機組立体 1 は密閉構造を有しており、インバータ 2 0、すなわち、インバータ要素 4 1 および基板 4 2 はインバータケース 2 1 およびブラケット 1 3 によって形成された密閉空間に配置されている。発熱源であるインバータ 2 0 がこのような密閉空間で駆動されると、電解コンデンサ 4 1 A の周囲温度は比較的高くなりやすく、電解コンデンサ 4 1 A の寿命が短くなるおそれがある。したがって、このような密閉構造を有する電動機組立体 1 では、電解コンデンサ 4 1 A を積極的に冷却して電解コンデンサ 4

10

20

30

40

50

１Ａの長寿命化を図る必要性がより高い。

【００８７】

電解コンデンサ４１Ａを放熱するために、インバータ２０が配置される密閉空間の大きさを大きくしたり、ヒートシンクとしてのインバータ取り付け部材２３の大きさを大きくすることが考えられる。しかしながら、これらのような構成では、電動機組立体１の全体の大きさが大きくなってしまう。

【００８８】

本実施形態によれば、熱電変換素子５０は、そのペルチェ効果により電解コンデンサ４１Ａをインバータ取り付け部材２３に積極的に放熱することができるため、電解コンデンサ４１Ａを放熱するための大きなスペースは不要である。したがって、インバータ２０が配置された密閉空間の大きさを比較的小さくすることができ、さらに、インバータ取り付け部材２３の大きさも比較的小さくすることができる。結果として、電動機組立体１は、そのサイズを全体的に小さくすることができる。なお、図示しないが、コンデンサケース７５（図１０および図１１参照）を備えたインバータユニット３の構成も電動機組立体１に適用することができる。

【００８９】

これまで本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されず、その技術思想の範囲内において、種々の異なる形態で実施されてよいことは勿論である。

【符号の説明】

【００９０】

- １ 電動機組立体
- ２ モータ部
- ３ インバータユニット（インバータ部）
- ５ 駆動軸
- ６ 回転子
- ７ 固定子
- ７ａ ステータコア
- ７ｂ 巻線
- ８ モータ
- １０ モータケーシング
- １１ モータフレーム
- １２ エンドカバー
- １３ ブラケット
- ２０ インバータ
- ２１ インバータケース
- ２２ インバータフレーム
- ２３ インバータ取り付け部材
- ２３ａ 内面
- ２３ｂ 外面
- ２５ 軸受支持部
- ２６ 軸受支持部
- ２７ 軸受
- ２８ 軸受
- ２９ 貫通孔
- ３０ 監視部
- ３１ 判定部
- ３２ 動作制御部
- ３３ スイッチ切り替え部
- ３５，３６，３７ フィン
- ４１ インバータ要素

10

20

30

40

50

- 4 1 A 電解コンデンサ
- 4 1 B パワー素子
- 4 2 基板
- 4 2 a 実装面
- 4 2 b 裏面
- 4 2 c 挿入孔
- 5 0 熱電変換素子
- 5 0 a 一方の面
- 5 0 b 反対側の面
- 5 1 電源装置
- 5 5 制御装置
- 5 6 スイッチ部
- 6 0 本体部
- 6 0 a 端子面
- 6 0 b 底面
- 6 0 c 外周面
- 6 1 端子
- 6 2 リード線
- 6 5 スイッチ
- 6 6 電源接続線
- 6 7 素子接続線
- 6 8 分岐線
- 7 0 温度センサ
- 7 5 コンデンサケース
- 7 6 壁部
- 7 7 底部

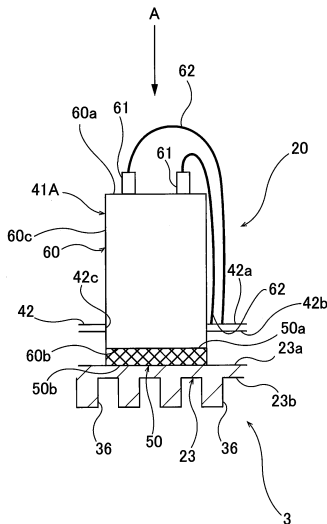
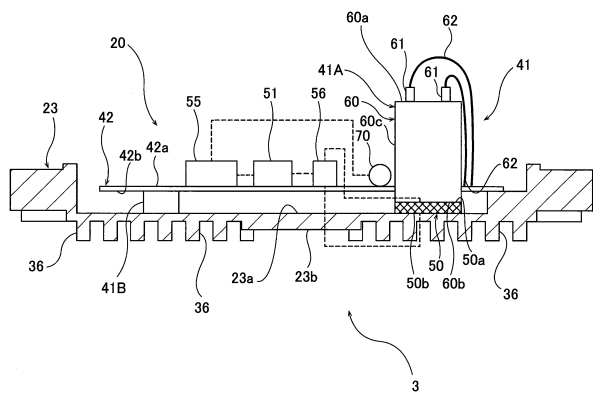
10

20

【図面】

【図 1】

【図 2】



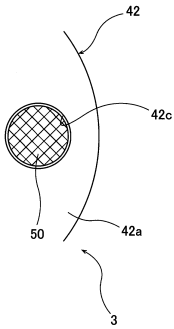
30

40

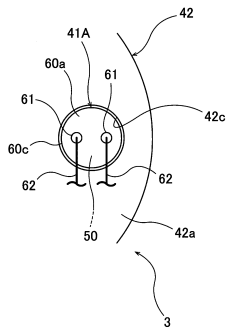
50

【図 3】

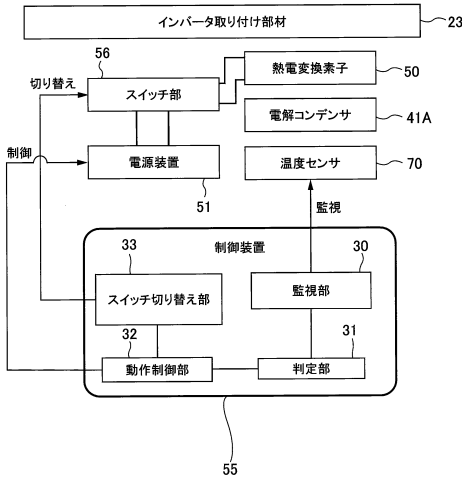
(a)



(b)



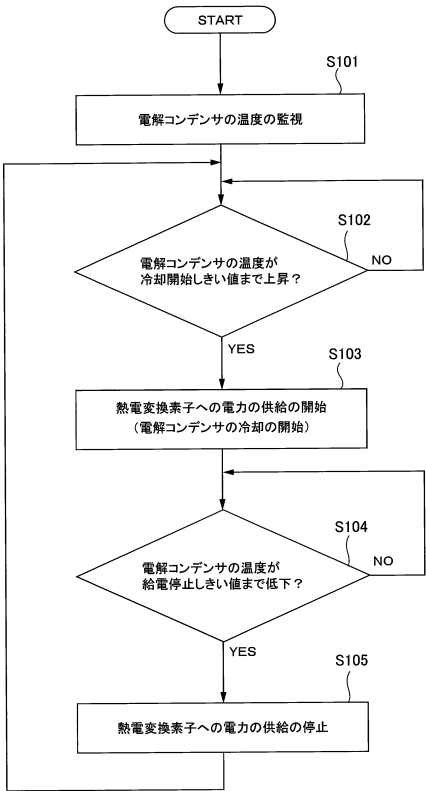
【図 4】



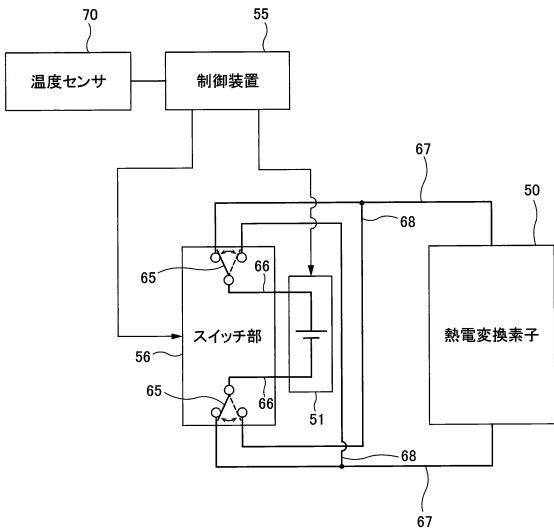
10

20

【図 5】



【図 6】

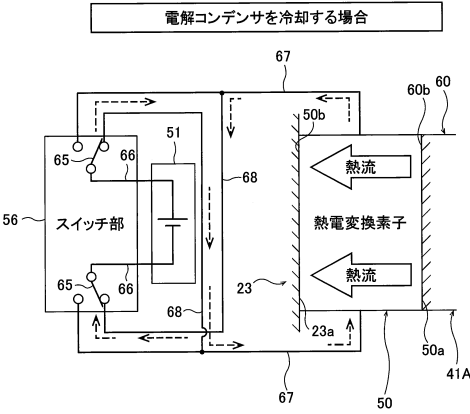


30

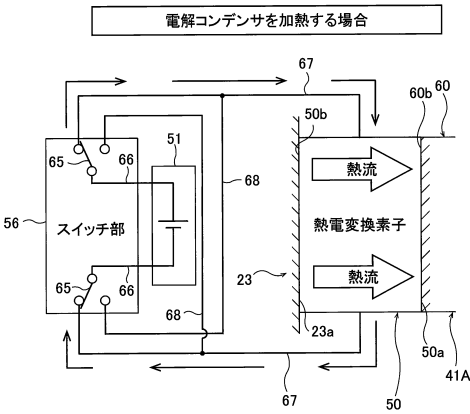
40

50

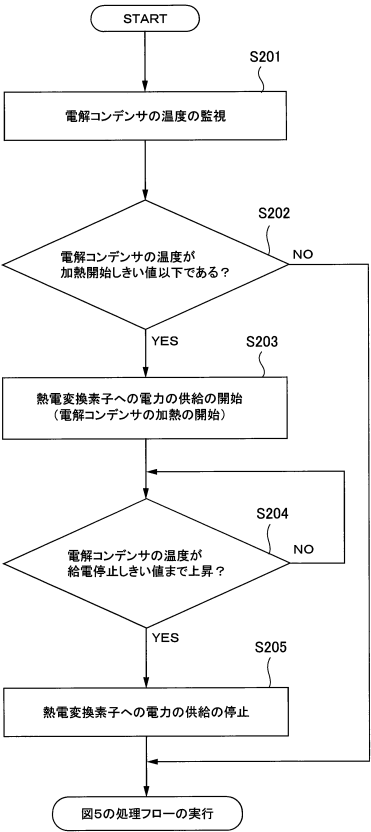
【図 7】



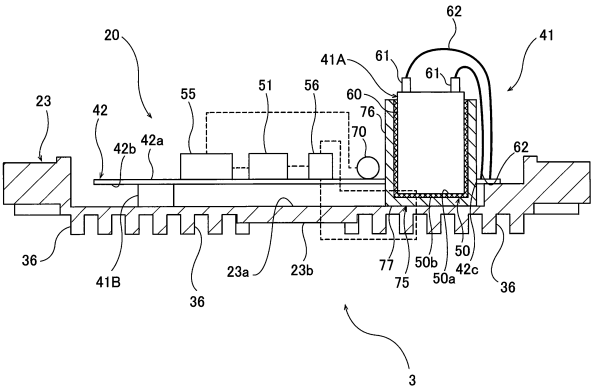
【図 8】



【図 9】



【図 10】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

会社 荏原製作所内

審査官 白井 孝治

- (56)参考文献 特開平 0 9 - 0 8 4 3 0 2 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 1 8 0 1 5 5 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 1 5 0 2 1 5 (J P , A)
特開平 0 9 - 0 4 7 0 3 8 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 2 1 7 4 6 3 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 1 4 6 3 5 4 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 2 M 7 / 4 2 ~ 7 / 9 8