

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7124530号

(P7124530)

(45)発行日 令和4年8月24日(2022.8.24)

(24)登録日 令和4年8月16日(2022.8.16)

(51)国際特許分類

F I

H 0 2 M 7/48 (2007.01)

H 0 2 M 7/48

Z

H 0 2 M 3/155(2006.01)

H 0 2 M 3/155

Y

請求項の数 5 (全14頁)

(21)出願番号	特願2018-145131(P2018-145131)	(73)特許権者	000004260
(22)出願日	平成30年8月1日(2018.8.1)		株式会社デンソー
(65)公開番号	特開2020-22287(P2020-22287A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43)公開日	令和2年2月6日(2020.2.6)	(74)代理人	100106149
審査請求日	令和3年3月18日(2021.3.18)		弁理士 矢作 和行
		(74)代理人	100121991
			弁理士 野々部 泰平
		(74)代理人	100145595
			弁理士 久保 貴則
		(72)発明者	山平 優
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式
			会社デンソー内
		(72)発明者	殿本 雅也
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式
			会社デンソー内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電力変換装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

直流電源による電圧を変圧しつつ、直流電流を交流電流に変換する電力変換装置（5）であって、

前記電力変換装置を構成する複数の電気部品を収容するケース（100）と、

前記複数の電気部品の内、動作時に発熱する複数の発熱部品（102、110、120）を冷却する冷却機構と、を備え、

前記複数の発熱部品の内、少なくとも第1の発熱部品（110）と第2の発熱部品（120）は、前記ケースの深さ方向と直交する方向に沿って、前記ケース内に配置されるとともに、それぞれの発熱部品から突出するパワー端子（114、130）を有し、

前記第1および第2の発熱部品のパワー端子を接続するバスバー（136）をさらに備え、

前記第1の発熱部品のパワー端子が突出する部位と、前記第2の発熱部品のパワー端子が突出する部位とは、各々の発熱部品の深さ方向における中心線を挟んで反対側に設けられ、前記第1の発熱部品のパワー端子の突出方向と前記第2の発熱部品のパワー端子の突出方向とが逆方向であり

前記第1の発熱部品は、パワー半導体素子を内蔵した本体部からパワー端子が突出する半導体モジュールであり、

前記第2の発熱部品は、リアクトルであり、

前記半導体モジュールは、前記パワー端子が突出する面と対向する面から突出する制御端

子（１１２）を有し、

前記リアクトルのパワー端子は、断面が長辺と短辺からなり、長辺に当たる面が前記バスバーの一端と接合されるとともに、短辺に当たる面が、前記半導体モジュールの前記制御端子と対向する向きに設けられる電力変換装置。

【請求項２】

前記半導体モジュールは、複数の半導体モジュールが積層された積層体（１０４）として前記ケース内に配置され、前記複数の半導体モジュールから同じ方向にパワー端子が突出することを特徴とする請求項１に記載の電力変換装置。

【請求項３】

前記リアクトルは、複数のリアクトルが積層された積層体として、前記ケース内に配置され、前記複数のリアクトルから同じ方向にパワー端子が突出することを特徴とする請求項１又は２に記載の電力変換装置。

【請求項４】

前記冷却機構は、前記第１の発熱部品からパワー端子が突出する面と同じ側の前記第２の発熱部品の面も冷却することを特徴とする請求項１乃至３のいずれかに記載の電力変換装置。

【請求項５】

前記半導体モジュールの前記制御端子と、前記リアクトルの前記パワー端子とは、前記ケースの深さ方向において、異なる高さ範囲に設けられている請求項１乃至４のいずれかに記載の電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、直流電源による電圧を変圧しつつ、直流電流を交流電流に変換する電力変換装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

上述した電力変換装置の一例が、例えば特許文献１に示されている。特許文献１の電力変換装置では、半導体素子を封止した複数の半導体モジュールと冷却管とを積層した積層体がケース内に収容される。積層体は、ケースの底面に固定されるとともに、その固定される側の反対側から、各半導体モジュールのパワー端子（正極端子、負極端子、交流端子）を突出させ、それらパワー端子を、バスバーを介してコンデンサやリアクトルなどに電氣的に接続している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【文献】特許第６１１９４１９号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

ここで、電力変換装置は、車両などへの搭載性の向上を図るため、低背化や小型化の要求が高まっている。電力変換装置を低背化や小型化すると、半導体モジュール、コンデンサ、リアクトルなどの動作時に発熱する部品同士の間隔が狭まる。その結果、発熱する部品間において、相互に発熱の影響を受けやすくなり（熱干渉）、十分な放熱を行い難くなるという問題が生じる。

【０００５】

本発明は、上述した点に鑑みてなされたものであり、電力変換装置を低背化や小型化しても、発熱部品間の熱干渉を抑制することが可能な電力変換装置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】

【0006】

上記目的を達成するために、本発明による電力変換装置（５）は、直流電源による電圧を変圧しつつ、直流電流を交流電流に変換するものであって、

電力変換装置を構成する複数の電気部品を収容するケース（１００）と、

複数の電気部品の内、動作時に発熱する複数の発熱部品（１０２、１１０、１２０）を冷却する冷却機構と、を備え、

複数の発熱部品の内、少なくとも第１の発熱部品（１１０）と第２の発熱部品（１２０）は、ケースの深さ方向と直交する方向に沿って、ケース内に配置されるとともに、それぞれの発熱部品から突出するパワー端子（１１４、１３０）を有し、

第１および第２の発熱部品のパワー端子を接続するバスバー（１３６）をさらに備え、
第１の発熱部品のパワー端子が突出する部位と、第２の発熱部品のパワー端子が突出する部位とは、各々の発熱部品の深さ方向における中心線を挟んで反対側に設けられ、第１の発熱部品のパワー端子の突出方向と第２の発熱部品のパワー端子の突出方向とが逆方向であり

第１の発熱部品は、パワー半導体素子を内蔵した本体部からパワー端子が突出する半導体モジュールであり、

第２の発熱部品は、リアクトルであり、

半導体モジュールは、パワー端子が突出する面と対向する面から突出する制御端子を有し、リアクトルのパワー端子は、断面が長辺と短辺からなり、長辺に当たる面がバスバーの一端と接合されるとともに、短辺に当たる面が、半導体モジュールの制御端子と対向する向きに設けられることを特徴とする。

【0007】

このように、本発明による電力変換装置は、動作時に発熱する複数の発熱部品を冷却する冷却機構を備えている。このため、動作時に第１および第２の発熱部品が発熱しても、その発熱自体を緩和することが可能になる。

【0008】

上記のように、第１および第２の発熱部品は冷却機構によって冷却されるが、それでも動作時に発熱しなくなる訳ではない。一方の発熱部品で熱が発生すると、その熱は、伝熱しやすいパワー端子およびバスバーを通じて、他の発熱部品へ伝えられる。しかし、本発明による電力変換装置では、第１および第２の発熱部品のパワー端子の少なくとも一方は、互いに対向する側以外から突出するとともに、第１および第２の発熱部品のパワー端子の突出方向が異なるように設けられる。このため、第１および第２の発熱部品が、ケースの深さ方向と直交する方向に沿って、前記ケース内に配置されていても、第１および第２の発熱部品のパワー端子を接続するバスバーの長さを長く取ることが可能になる。その結果、第１および第２の発熱部品間における伝熱を抑えることができ、熱干渉を抑制することができる。

【0009】

さらに、本発明による電力変換装置では、第１の発熱部品のパワー端子が突出する部位と、第２の発熱部品のパワー端子が突出する部位とは、各々の発熱部品の深さ方向における中心線を挟んで反対側に設けられ、第１の発熱部品のパワー端子の突出方向と第２の発熱部品のパワー端子の突出方向とが逆方向である。このため、それぞれのパワー端子からの輻射熱によるケース内部の局所的な温度上昇も抑えることができる。

【0010】

上記括弧内の参照番号は、本開示の理解を容易にすべく、後述する実施形態における具体的な構成との対応関係の一例を示すものにすぎず、なんら発明の範囲を制限することを意図したものではない。

【0011】

また、上述した特徴以外の、特許請求の範囲の各請求項に記載した技術的特徴に関しては、後述する実施形態の説明及び添付図面から明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施形態に係る電力変換装置が適用される車両の駆動システムの概略構成を示す図である。

【図2】電力変換装置の横断面図である。

【図3】図2におけるIII-III線に沿った断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の実施形態に係る電力変換装置を図面を参照して説明する。本実施形態に係る電力変換装置は、たとえば電気自動車（EV）やハイブリッド自動車（HV）などの車両に適用可能である。以下では、ハイブリッド自動車に適用される例について説明する。

【0014】

＜車両の駆動システム＞

まず、図1に基づき、電力変換装置5が適用される車両の駆動システム1の概略構成について説明する。図1に示すように、車両の駆動システム1は、直流電源2と、モータジェネレータ3、4と、直流電源2とモータジェネレータ3、4との間で電力変換を行う電力変換装置5を備えている。

【0015】

直流電源2は、リチウムイオン電池やニッケル水素電池などの充放電可能な二次電池である。モータジェネレータ3、4は、三相交流方式の回転電機である。モータジェネレータ3は、図示しないエンジンにより駆動されて発電する発電機（オルタネータ）、及び、エンジンを始動させる電動機（スタータ）として機能する。モータジェネレータ4は、車両の走行駆動源、すなわち電動機として機能する。また、回生時には発電機として機能する。車両は、走行駆動源として、エンジン及びモータジェネレータ4を備えている。

【0016】

＜電力変換装置の回路構成＞

次に、電力変換装置5の回路構成について説明する。図1に示すように、電力変換装置5は、コンバータ6と、インバータ7、8と、制御回路部9と、平滑コンデンサC1と、フィルタコンデンサC2などを備えている。コンバータ6及びインバータ7、8は、電力変換部である。コンバータ6は、直流電圧を異なる値の直流電圧に変換するDC-DC変換部であり、インバータ7、8は、DC-AC変換部である。これら電力変換部は、上下アーム回路10をそれぞれ備えている。

【0017】

上下アーム回路10は、スイッチング素子Q1、Q2と、ダイオードD1、D2を有している。本実施形態では、スイッチング素子Q1、Q2として、nチャネル型のIGBTを採用している。上アーム10Uは、スイッチング素子Q1に、還流用のダイオードD1が逆並列に接続されてなる。下アーム10Lは、スイッチング素子Q2に、還流用のダイオードD2が逆並列に接続されてなる。なお、スイッチング素子Q1、Q2は、IGBTに限定されない。たとえばMOSFETを採用することもできる。ダイオードD1、D2としては、寄生ダイオードを用いることもできる。

【0018】

上アーム10Uと下アーム10Lは、上アーム10UをVHライン12H側として、VHライン12HとNライン13との間で直列接続されている。高電位側の電力ラインであるPライン12は、上記したVHライン12Hに加えて、VLライン12Lを有している。VLライン12Lは、直流電源2の正極端子に接続されている。VLライン12LとVHライン12Hとの間にコンバータ6が設けられており、VHライン12Hの電位は、VLライン12Lの電位以上とされる。Nライン13は、直流電源2の負極に接続されており、低電位側の電力ラインであって、接地ラインとも称される。このように、高電位側と低電位側の電力ライン間で上アーム10Uと下アーム10Lが直列接続されて、上下アーム回路10が構成されている。後述する半導体モジュール110は、それぞれ、1つの上下アーム回路10を含むものである。

10

20

30

40

50

【0019】

なお、スイッチング素子Q1のコレクタ電極がVHライン12Hに接続され、スイッチング素子Q2のエミッタ電極がNライン13に接続されている。スイッチング素子Q1のエミッタ電極と、スイッチング素子Q2のコレクタ電極が接続されている。

【0020】

フィルタコンデンサC2は、VLライン12LとNライン13との間に接続されている。フィルタコンデンサC2は、直流電源2に並列に接続されている。フィルタコンデンサC2は、たとえば直流電源2からの電源ノイズを除去する。フィルタコンデンサC2は、平滑コンデンサC1よりも低電圧側に配置されるため、低圧側コンデンサとも称される。なお、Nライン13及びVLライン12Lの少なくとも一方には、直流電源2とフィルタコンデンサC2との間に、図示しないシステムメインリレー(SMR)が設けられている。

10

【0021】

コンバータ6は、上記した上下アーム回路10と、リアクトルR1を有している。上下アーム回路10は、VHライン12HとNライン13との間に接続されている。リアクトルR1の一端はVLライン12Lに接続され、他端は、昇圧配線14を介して、上アーム10U及び下アーム10Lの接続点に接続されている。すなわち、VLライン12Lと上下アーム回路10の接続点との間に、リアクトルR1が配置されている。

【0022】

コンバータ6は、制御回路部9によるスイッチング制御にしたがって、直流電圧を異なる値の直流電圧に変換する。コンバータ6は、直流電源2から供給される直流電圧を昇圧する機能を有している。また、平滑コンデンサC1の電荷を用いて直流電源2を充電する降圧機能も有している。

20

【0023】

平滑コンデンサC1は、VHライン12HとNライン13との間に接続されている。平滑コンデンサC1は、コンバータ6とインバータ7、8との間に設けられており、コンバータ6及びインバータ7、8と並列に接続されている。平滑コンデンサC1は、たとえばコンバータ6で昇圧された直流電圧を平滑化し、その直流電圧の電荷を蓄積する。平滑コンデンサC1の両端間の電圧が、モータジェネレータ3、4を駆動するための直流の高電圧となる。平滑コンデンサC1の両端間の電圧は、フィルタコンデンサC2の両端間の電圧以上とされる。平滑コンデンサC1は、フィルタコンデンサC2よりも高電圧側に配置されるため高圧側コンデンサとも称される。

30

【0024】

インバータ7は、平滑コンデンサC1を介してコンバータ6に接続されている。インバータ7は、上記した上下アーム回路10を3組有している。すなわち、インバータ7は、三相分の上下アーム回路10を有している。U相の上下アーム回路10の接続点は、モータジェネレータ3の固定子に設けられたU相巻線に接続されている。同様に、V相の上下アーム回路10の接続点は、モータジェネレータ3のV相巻線に接続されている。W相の上下アーム回路10の接続点は、モータジェネレータ3のW相巻線に接続されている。各相の上下アーム回路10の接続点は、相ごとに設けられた出力配線15を介して対応する相の巻線に接続されている。

40

【0025】

インバータ7は、制御回路部9によるスイッチング制御にしたがって、直流電圧を三相交流電圧に変換し、モータジェネレータ3へ出力する。これにより、モータジェネレータ3は、所定のトルクを発生するように駆動される。また、インバータ7は、エンジンの出力を受けてモータジェネレータ3が発電した三相交流電圧を、制御回路部9によるスイッチング制御にしたがって直流電圧に変換し、VHライン12Hへ出力することもできる。このように、インバータ7は、コンバータ6とモータジェネレータ3との間で双方向の電力変換を行なう。

【0026】

同様に、インバータ8も、平滑コンデンサC1を介してコンバータ6に接続されている

50

。インバータ 8 も、上記した上下アーム回路 10 を 3 組有している。すなわち、インバータ 8 は、三相分の上下アーム回路 10 を有している。U 相の上下アーム回路 10 の接続点は、モータジェネレータ 4 の固定子に設けられた U 相巻線に接続されている。V 相の上下アーム回路 10 の接続点は、モータジェネレータ 4 の V 相巻線に接続されている。W 相の上下アーム回路 10 の接続点は、モータジェネレータ 4 の W 相巻線に接続されている。各相の上下アーム回路 10 の接続点は、相ごとに設けられた出力配線 15 を介して対応する相の巻線に接続されている。

【0027】

インバータ 8 は、制御回路部 9 によるスイッチング制御にしたがって、直流電圧を三相交流電圧に変換し、モータジェネレータ 4 へ出力する。これにより、モータジェネレータ 3 は、所定のトルクを発生するように駆動される。また、インバータ 8 は、車両の回生制動時、車輪からの回転力を受けてモータジェネレータ 4 が発電した三相交流電圧を、制御回路部 9 によるスイッチング制御にしたがって直流電圧に変換し、VH ライン 12 H へ出力することもできる。このように、インバータ 8 は、コンバータ 6 とモータジェネレータ 4 との間で双方向の電力変換を行なう。

【0028】

制御回路部 9 は、たとえばマイコン（マイクロコンピュータ）を備えて構成されている。制御回路部 9 は、インバータ 7, 8 のスイッチング素子を動作させるための駆動指令を生成し、図示しない駆動回路部（ドライバ）に出力する。制御回路部 9 は、具体的には、駆動指令として PWM 信号を出力する。制御回路部 9 は、図示しない上位 ECU から入力されるトルク要求や各種センサにて検出された信号に基づいて、駆動指令を生成する。

【0029】

各種センサとしては、モータジェネレータ 3, 4 の各相の巻線に流れる相電流を検出する電流センサ、モータジェネレータ 3, 4 の回転子の回転角を検出する回転角センサ、平滑コンデンサ C1 の両端電圧、すなわち VH ライン 12 H の電圧を検出する電圧センサ、フィルタコンデンサ C2 の両端電圧、すなわち VL ライン 12 L の電圧を検出する電圧センサ、昇圧配線 14 に設けられ、リアクトル R1 を流れる電流を検出する電流センサ、リアクトル R1 の温度を検出する温度センサなどがある。電力変換装置 5 は、これらの図示しないセンサを有している。

【0030】

なお、駆動回路部は、制御回路部 9 からの駆動指令に基づいて駆動信号を生成し、対応する上下アーム回路 10 のスイッチング素子 Q1、Q2 のゲート電極に出力する。これにより、スイッチング素子 Q1、Q2 を駆動、すなわちオン駆動、オフ駆動させる。本実施形態では、駆動回路部が上下アーム回路 10 ごとに設けられている。

【0031】

<電力変換装置の構造>

次に、図 2 および図 3 を参照して、本実施形態に係る電力変換装置 5 の構造について説明する。図 2 は、電力変換装置 5 の横断面図であり、図 3 は、図 2 における III-III 線に割った断面図である。なお、以下の説明において、電力変換装置 5 の深さ方向を Z 方向、Z 方向に直交し、複数の半導体モジュール 110 と冷却管 106 との積層方向を X 方向と示す。また、Z 方向及び X 方向の両方向に直交する方向を Y 方向と示す。

【0032】

電力変換装置 5 は、図 2、図 3 に示すように、主として、コンデンサユニット 102、冷却管 106 と半導体モジュール 110 との積層体 104、リアクトルユニット 120、端子台 134、および、制御回路基板 140 などから構成される。これらの構成部品が、ケース 100 内に収容される。ケース 100 は、アッパーカバー 100 a、メインケース 100 b、ロアカース 100 c、ロアカバー 100 d により構成される。

【0033】

コンデンサユニット 102 は、全体として、略直方体の形状を呈し、上述した平滑コンデンサ C1 およびフィルタコンデンサ C2 を含む。例えば、コンデンサユニット 102 は

10

20

30

40

50

、複数のフィルムコンデンサをケース内に収容してなるものである。コンデンサユニット 102 は、ねじ締結などによってメインケース 100b に固定される。

【0034】

図2、図3においては、コンデンサユニット102内のフィルタコンデンサC2の正極側端子（パワー端子）に接続されたバスバー128が、コンデンサユニット102のリアクトルユニット120側の側面から突出して、リアクトルユニット120内のリアクトルR1の一方のパワー端子126に接続されることしか図示していない。しかし、実際には、フィルタコンデンサC2の正極側端子以外の、平滑コンデンサC1およびフィルタコンデンサC2の各端子が、図示しないバスバーを介して、半導体モジュール110のパワー端子（正極端子、負極端子）などに接続される。それらのバスバーは、フィルタコンデンサC2の正極側端子に接続されたバスバーと同様に、コンデンサユニット102のリアクトルユニット120側（積層体104側）の側面から突出するように設けられる。バスバーは、銅などの導電性に優れる金属板材を、たとえばプレス加工して形成されたものである。

10

【0035】

積層体104を構成する各半導体モジュール110は、上述したように、1つの上下アーム回路10を含むものである。すなわち、1つの半導体モジュール110は、上アーム10Uを構成するスイッチング素子Q1と還流用ダイオードD1、および下アーム10Lを構成するスイッチング素子Q2と還流用ダイオードD2とを内蔵している。上述したように、上下アーム回路10は、コンバータ6とインバータ7、8とにおいてそれぞれ用いられる。コンバータ6およびインバータ7、8の上下アーム回路10は、すべて、半導体モジュール110としてモジュール化されている。

20

【0036】

各々の半導体モジュール110は、上アーム10Uおよび下アーム10Lを構成する半導体チップを封止樹脂体によって封止したものである。この半導体モジュール110からは、図2、図3に示すように、Z方向において対向する両端面から制御端子112とパワー端子114とが突出している。より具体的には、制御回路基板140に近い側の上面から複数の制御端子112が突出し、その上面と反対側の下面から複数のパワー端子114が突出する。

【0037】

制御端子112として、各半導体モジュール110において、上アーム10Uおよび下アーム10Lからそれぞれ5本の制御端子112が突出している。これら5本の制御端子112は、ゲート電極用、エミッタ電極の電位を検出するケルビンエミッタ用、電流センサ用、半導体チップの温度を検出する温度センサ（感温ダイオード）のアノード電位用とカソード電位用として用いられる。各々の半導体モジュール110から突出した制御端子112は、図3に示すように、制御回路基板140を貫通した状態で、制御回路基板140に締結される。

30

【0038】

一方、パワー端子114としては、各々の半導体モジュール110において、3本のパワー端子114が突出している。これら3本のパワー端子は、VHライン12Hに接続される正極端子、Nライン13に接続される負極端子、および、リアクトルR1やモータジェネレータ3、4の各相への出力配線15に接続される交流端子である。

40

【0039】

冷却管106は、熱伝導性に優れた金属材料、たとえばアルミニウム系材料を用いて形成される。例えば、一対のプレート（金属製薄板）の少なくとも一方を、プレス加工によってX方向に膨らんだ形状に加工する。その後、一対のプレートの外周縁部同士を、かしめなどによって固定するとともに、ろう付けなどによって全周で互いに接合する。これにより、一対のプレート間に冷媒が流通可能な流路が形成され、冷却管106として用いることが可能となる。

【0040】

50

本実施形態では、動作時に発熱する半導体モジュール１１０を冷却するため、半導体モジュール１１０と冷却管１０６とを交互に積層して、積層体１０４を形成する。積層体１０４には、積層された複数の冷却管１０６の流路と連通する２本の冷却パイプ１０８が設けられる。図示しないポンプによって冷媒を一方の冷却パイプ１０８に供給することによって、積層された冷却管１０６内の流路に冷媒が流れる。これにより、積層体１０４の各々の半導体モジュール１１０が冷媒によって冷却される。

【００４１】

さらに、本実施形態では、冷媒が、ロアケース１００ｃとロアカバー１００ｄとの間に形成される密閉空間を流れるように構成されている。上述した積層体１０４の冷却管１０６と、ロアケース１００ｃとロアカバー１００ｄとの密閉空間に冷媒を流すために、例えば、積層体１０４に設けた一方の冷却パイプ１０８を、ケース１００外部に設けたコネクタ（図示せず）によって、ロアケース１００ｃとロアカバー１００ｄとの間に形成される空間に連通させてもよい。または、ケース１００内において、積層体１０４における流路とロアケース１００ｃとロアカバー１００ｄとの間に形成される空間とを連通させてもよい。あるいは、積層体１０４の冷媒流路と、ロアケース１００ｃとロアカバー１００ｄとの間に形成される空間を独立した２系統とし、図示しないポンプから、２系統へそれぞれ冷媒を供給してもよい。このように、本実施形態に係る電力変換装置５は、冷媒を、積層体１０４の冷却管１０６およびロアケース１００ｃとロアカバー１００ｄとの間に形成される密閉空間を流動させる冷却機構を備えている。

【００４２】

積層体１０４とメインケース１００ｂに設けられた第１仕切壁１１８との間には、弾性部材１１６が設けられている。この弾性部材１１６によって積層体１０４がメインケース１００ｂの内壁に押圧される。この結果、積層体１０４は、ケース１００内の一定の位置に保持される。

【００４３】

リアクトルユニット１２０は、コンデンサユニット１０２と同様に、全体として、略直方体の形状を呈し、リアクトルＲ１を含むものである。リアクトルユニット１２０は、ロアケース１００ｃに設けられた第２仕切壁１２２と、第３仕切壁１２４とに挟持された状態で、ケース１００に固定される。

【００４４】

リアクトルユニット１２０は、パワー端子として、第１端子１２６及び第２端子１３０をそれぞれ有している。第１端子１２６は、フィルタコンデンサＣ２の正極端子とバスバー１２８を介して電氣的に接続される端子である。第２端子１３０は、コンバータ６を構成する半導体モジュール１１０のパワー端子（交流端子）と、後述する端子台１３４に形成されたバスバー１３６を介して電氣的に接続される端子である。

【００４５】

図３に示すように、第１端子１２６および第２端子１３０は、第２および第３仕切壁１２２、１２４との間のリアクトルユニット１２０の上面から、Ｚ方向に沿って制御回路基板１４０に向かって突出している。第１端子１２６および第２端子１３０の突出高さは、図３に示すように、積層体１０４の半導体モジュール１１０の上面よりも低くなっている。従って、リアクトルユニット１２０の第１端子１２６および第２端子１３０をＸ方向に投影した場合、半導体モジュール１１０の上面から突出する制御端子１１２と、リアクトルユニット１２０の上面から突出する第１端子１２６および第２端子１３０とが重ならない位置関係となっている。

【００４６】

また、リアクトルユニット１２０の第１端子１２６および第２端子１３０は、図２に示すように、ともに断面が略長方形となっている。その略長方形の断面の長辺に当たる面が、第１端子１２６および第２端子１３０における主面として、上述したバスバー１２８、１３６の一端と接合される。第１端子１２６および第２端子１３０は、ともに、それぞれの主面の方向がＸ方向と平行となり、Ｙ方向に平行な方向である、積層体１０４の各半導

10

20

30

40

50

体モジュール１１０の制御端子１１２の配列方向と直交するように、リアクトルユニット１２０に設けられている。

【００４７】

さらに、リアクトルユニット１２０には、リアクトルＲ１の温度を検出する温度センサが設けられている。その温度センサに接続された接続端子１３２が、リアクトルユニット１２０の上面から、Ｚ方向に沿って伸びている。温度センサの接続端子１３２は、図３に示すように、制御回路基板１４０を貫通した状態で、制御回路基板１４０に締結される。

【００４８】

リアクトルユニット１２０を挟持する第２仕切壁１２２および第３仕切壁１２４は、図２および図３に示すように、内部に空洞１２２ａ、１２４ａが形成されている。リアクトルユニット１２０が載置されるロアケース１００ｃの下方部分には、ロアケース１００ｃとロアカバー１００ｄとの間に隙間１２５が形成されている。第２仕切壁１２２の空洞１２２ａと第３仕切壁１２４の空洞１２４ａとは、ロアケース１００ｃとロアカバー１００ｄとの間の隙間１２５を介して連通されている。さらに、図示していないが、ロアケース１００ｃとロアカバー１００ｄとの間の隙間１２５は、コンデンサユニット１０２が載置されるロアケース１００ｃの下方部分まで延びており、コンデンサユニット１０２は図示しない放熱シート等を介してロアケース１００ｃに当接している。

【００４９】

このため、上述した冷却機構によって、冷媒を、積層体１０４の冷却管１０６およびロアケース１００ｃとロアカバー１００ｄとの間に形成される密閉空間内を流動させたとき、その冷媒によって、半導体モジュール１１０に加え、リアクトルユニット１２０およびコンデンサユニット１０２も冷却される。特に、リアクトルユニット１２０に関しては、リアクトルユニット１２０を挟持する第２仕切壁１２２および第３仕切壁１２４にそれぞれ冷媒が流れる空洞１２２ａ、１２４ａを設けているので、より効果的にリアクトルユニット１２０を冷却することができる。

【００５０】

端子台１３４は、複数の半導体モジュール１１０のパワー端子に接続される複数のバスバー１３６や複数の端子、これらを保持するハウジング、ハウジング内に設けられ、各半導体モジュール１１０のパワー端子に流れる電流を検出する電流センサなどを備えている。端子台１３４には、モータジェネレータ３、４と接続するための接続端子が設けられている。図示しないケース１００の開口部を介して、端子台１３４の接続端子が、モータジェネレータ３，４の三相巻線と接続される。

【００５１】

制御回路基板１４０には、上記した、制御回路部９や、駆動回路部が形成されている。すなわち、制御回路基板１４０は、プリント基板にマイコンを含む各種の電子部品が実装されたものである。制御回路基板１４０には、上位ＥＣＵなどと接続するためのコネクタも実装されている。

【００５２】

<電力変換装置の技術的特徴>

次に、本実施形態に係る電力変換装置５の技術的特徴について説明する。搭載性の向上などのため、電力変換装置５を低背化や小型化しようとする、半導体モジュール１１０を有する積層体１０４、コンデンサユニット１０２、リアクトルユニット１２０などの動作時に発熱する部品同士の間隔が狭まることになる。その結果、発熱する部品間において、相互に発熱の影響を受けやすくなり（熱干渉）、それぞれ、十分な放熱を行い難くなるという問題が生じる。

【００５３】

このような問題に対して、本実施形態に係る電力変換装置５では、動作時に発熱する複数の発熱部品（半導体モジュール１１０、リアクトルＲ１、コンデンサＣ１、Ｃ２）を冷却する冷却機構を備えている。このため、動作時にこれらの発熱部品が発熱しても、その発熱自体を緩和することができる。

【0054】

ただし、冷却機構によって発熱部品を冷却しても、動作時に発熱しなくなる訳ではない。例えば、発熱部品としての半導体モジュール110とリアクトルユニット120とはパワー端子およびバスバーを通じて接続されており、一方の発熱部品が発熱すると、その熱は、伝熱しやすいパワー端子およびバスバーを通じて、他の発熱部品へ伝えられる。しかし、本実施形態に係る電力変換装置5では、半導体モジュール110およびリアクトルユニット120のそれぞれのパワー端子114、130の少なくとも一方は、半導体モジュール110とリアクトルユニット120とが互いに対向する側以外から突出するとともに、それぞれのパワー端子114、130の突出方向が異なるように設けられる。より具体的には、バスバーを介して相互に接続される半導体モジュール110とリアクトルユニット120のそれぞれのパワー端子114、130は、逆方向に突出している。ただし、必ずしも逆方向に突出させる必要はなく、例えば、リアクトルユニット120のパワー端子を、電力変換装置5の深さ方向（Z方向）に沿った面を有する側面から突出させてもよい。

10

【0055】

その結果、半導体モジュール110とリアクトルユニット120のパワー端子114、130を接続するバスバーの長さを長く取ることが可能になる。その結果、半導体モジュール110とリアクトルユニット120との間における伝熱を抑えることができ、熱干渉を抑制することができる。

【0056】

さらに、本実施形態に係る電力変換装置5では、半導体モジュール110とリアクトルユニット120のそれぞれのパワー端子114、130の少なくとも一方は、互いに対向する側以外から突出するとともに、それぞれのパワー端子114、130が異なる方向に突出するので、それぞれのパワー端子114、130からの輻射熱によるケース100内部の局所的な温度上昇も抑えることができる。

20

【0057】

このようなパワー端子の突出方向の関係は、半導体モジュール110とリアクトルユニット120だけに限られない。例えば、上述したように、半導体モジュール110とコンデンサユニット102のそれぞれのパワー端子の突出方向も異なっているので、同様の効果を奏することができる。さらに、コンデンサユニット102からのパワー端子の突出方向が、半導体モジュール110のパワー端子の突出方向と逆方向となるように、X-Y平面（Z方向に直交する平面）を持つ、コンデンサユニット102の上面からパワー端子を突出させてもよい。なお、複数の発熱部品のうち、半導体モジュール110と比較して、リアクトルユニット120及びコンデンサユニット102の発熱は小さいため、リアクトルユニット120とコンデンサユニット102のパワー端子は、それぞれ突出方向を同一方向としても構わない。

30

【0058】

リアクトルユニット120および／またはコンデンサユニット102の側面からパワー端子を突出させる場合には、その突出部位を、リアクトルユニット120および／またはコンデンサユニット102のZ方向における中心線を基準とし、半導体モジュール110のパワー端子114から離れる側に設けることが好ましい。つまり、半導体モジュール110のパワー端子114は、半導体モジュール110のZ方向における中心線よりも、図3において下側に設けられているので、リアクトルユニット120および／またはコンデンサユニット102のパワー端子は、それぞれのZ方向における中心線よりも上側に設けることが好ましい。この場合、一方の発熱部品のパワー端子が突出する部位と、他方の発熱部品のパワー端子が突出する部位とは、各々の発熱部品のZ方向における中心線を挟んで反対側に設けられることになる。これにより、半導体モジュール110のパワー端子114と、リアクトルユニット120および／またはコンデンサユニット102のパワー端子とを接続するバスバーの長さを、極力、長く取ることが可能になる。なお、図2、3に示す構成では、一方の発熱部品のパワー端子が突出する部位と、他方の発熱部品のパワー端子が突出する部位とは、各々の発熱部品のZ方向における中心線を挟んで反対側に設け

40

50

られている。

【0059】

また、本実施形態に係る電力変換装置5では、リアクトルユニット120が、第2仕切壁122、第3仕切壁124、およびリアクトルユニット120が載置されるケース100の内面の3面から冷却される。逆に言えば、本実施形態に係る電力変換装置5では、半導体モジュール110とリアクトルユニット120のパワー端子を同じ側の下面から同じ方向に突出させていないので、リアクトルユニット120の下面も冷却対象とすることができる。このように、冷却機構は、半導体モジュール110からパワー端子114が突出する下面と同じ側のリアクトルユニット120の下面も冷却するので、ケース100内部の局所的な温度上昇をより効果的に抑えることができる。

10

【0060】

また、本実施形態に係る電力変換装置5では、リアクトルユニット120から突出するパワー端子（第1端子126および第2端子130）をX方向に投影した場合、半導体モジュール110の上面から突出する制御端子112とは重ならない位置関係となっている。つまり、半導体モジュール110の制御端子112と、リアクトルユニット120のパワー端子とは、Z方向において、異なる高さ範囲に設けられている。このため、リアクトルユニット120のパワー端子に電流が流れることで発生する磁束によるノイズ成分が、半導体モジュール110の制御端子112に到達しにくくなる。その結果、半導体モジュール110の制御端子112を介して送信される各種の信号に、リアクトルユニット120由来のノイズが重畳されにくくすることができる。

20

【0061】

さらに、本実施形態に係る電力変換装置5では、リアクトルユニット120の第1端子126および第2端子130は、それぞれの主面の方向（X方向）が、ともに、積層体104の各半導体モジュール110の制御端子112の配列方向（Y方向）と直交するように、リアクトルユニット120に設けられている。換言すれば、リアクトルユニット120の第1端子126および第2端子130は、主面と直交する側面が、複数の半導体モジュール110のそれぞれの制御端子112と対向する向きに設けられている。

【0062】

リアクトルユニット120の第1端子126および第2端子130に電流が流れたとき、その電流によって発生する磁束は、その多くが主面から放射される。本実施形態では、第1端子126および第2端子130の主面と直交する側面が、複数の半導体モジュール110の制御端子112と対向しているので、半導体モジュール110の制御端子112へ向かう磁束の量を少なくすることができる。従って、この点からも、半導体モジュール110の制御端子112を介して送信される各種の信号に、リアクトルユニット120由来のノイズが重畳されにくくすることができる。

30

【0063】

また、本実施形態による電力変換装置5では、リアクトルR1の温度を検出する温度センサに接続された接続端子132が、制御回路基板140を貫通した状態で、制御回路基板140に締結される。このように、温度センサと制御回路基板との接続のためにハーネス等を用いていないので、組付けが容易になるとともに、製造コストを低減することができる。

40

【0064】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は、上述した実施形態になんら制限されることなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、種々変形して実施することが可能なものである。

【0065】

例えば、上述した実施形態では、複数の発熱部品を冷却するための冷却機構として、冷媒を用いた水冷機構を採用した。しなしながら、冷却機構として、空冷機構を用いてもよい。

【0066】

50

また、上述した実施形態に係る電力変換装置 5 では、端子台 1 3 4 に設けられたバスバー 1 3 6 を用いて、リアクトルユニット 1 2 0 と半導体モジュール 1 1 0 のパワー端子を接続した。しかしながら、端子台 1 3 4 から独立したバスバーによって、リアクトルユニット 1 2 0 と半導体モジュール 1 1 0 のパワー端子を接続してもよい。

【0067】

また、上述した実施形態に係る電力変換装置 5 では、リアクトルユニット 1 2 0 の冷却面を 3 面としたが、その冷却面は 1 面であっても、2 面であってもよい。あるいは、パワー端子を突出させる上面以外の 5 面を冷却面としてもよい。

【0068】

また、上述した実施形態に係る電力変換装置 5 では、ケース 1 0 0 を、アッパーカバー 1 0 0 a、メインケース 1 0 0 b、ロアケース 1 0 0 c、ロアカバー 1 0 0 d の 4 つの部品で構成したが、ケース 1 0 0 を構成する部品は 3 つであっても、2 つであってもよい。あるいは、5 つ以上の部品で構成してもよい。

【0069】

また、本実施形態に係る電力変換装置 5 では、コンバータ 6 は、1 組のリアクトル R 1 と上下アーム回路 1 0 を備えるものであったが、複数組のリアクトル R 1 と上下アーム回路 1 0 を備えてもよい。複数組のリアクトル R 1 と上下アーム回路 1 0 が設けられる場合、それらは互いに並列接続される。そして、モータジェネレータ 3, 4 を駆動するために平滑コンデンサ C 1 に充電する必要がある電圧の大きさに応じて、駆動する組の数が切り替えられる。この場合、リアクトルユニット 1 2 0 は、複数のリアクトルを積層した状態で内蔵する。その際、複数のリアクトル間に、半導体モジュール 1 1 0 と同様に、冷却管を介在させてもよい。そして、積層された複数のリアクトルのパワー端子は、リアクトルユニットから同じ方向に突出する。

【符号の説明】

【0070】

1：駆動システム、2：直流電源、3、4：モータジェネレータ、5：電力変換装置、6：コンバータ、7、8：インバータ、9：制御回路部、10：上下アーム回路、10L：下アーム、10U：上アーム、12：Pライン、13：Nライン、14：昇圧配線、15：出力配線、100：ケース、100a：アッパーカバー、100b：メインケース、100c：ロアケース、100d：ロアカバー、102：コンデンサユニット、104：積層体、106：冷却管、108：冷却パイプ、110：半導体モジュール、112：制御端子、114：パワー端子、116：弾性部材、118：第1仕切壁、120：リアクトルユニット、122：第2仕切壁、124：第3仕切壁、134：端子台、140：制御回路基板

10

20

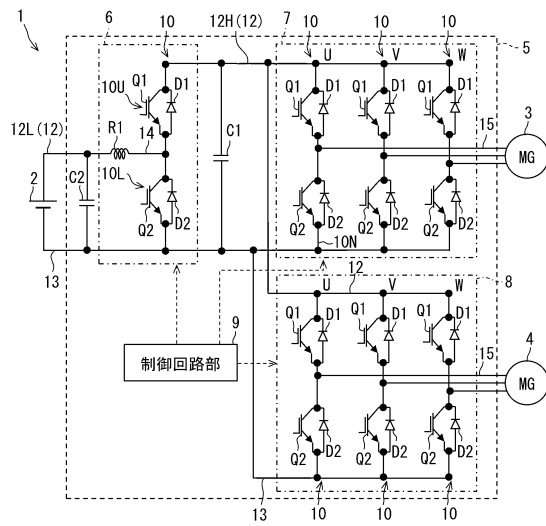
30

40

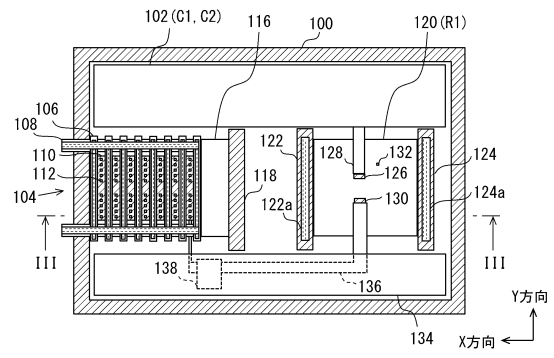
50

【図面】

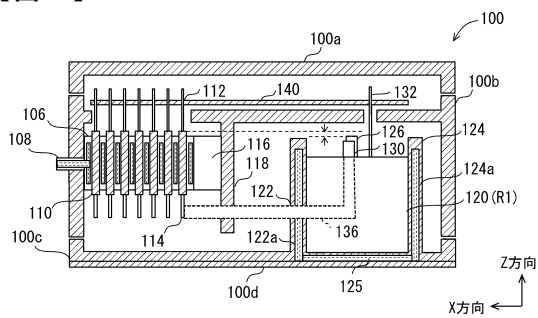
【図 1】



【図 2】



【圖 3】



フロントページの続き

- (72)発明者 木村 光徳
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 一条 弘洋
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 竹内 和哉
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 松岡 哲矢
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 持木 健吾
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 村上 達也
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- 審査官 東 昌秋
- (56)参考文献 特開2011-181804 (JP, A)
特開2014-138012 (JP, A)
特開2012-222943 (JP, A)
特開2017-123734 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H02M 7/42-7/98
H02M 3/00-3/44