

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6161550号
(P6161550)

(45) 発行日 平成29年7月12日(2017.7.12)

(24) 登録日 平成29年6月23日(2017.6.23)

(51) Int.Cl.

F 1

H02M 7/48 (2007.01)
H02M 3/28 (2006.01)H02M 7/48
H02M 3/28Z
Y

請求項の数 9 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2014-20360 (P2014-20360)
 (22) 出願日 平成26年2月5日 (2014.2.5)
 (65) 公開番号 特開2015-149805 (P2015-149805A)
 (43) 公開日 平成27年8月20日 (2015.8.20)
 審査請求日 平成28年4月13日 (2016.4.13)

(73) 特許権者 509186579
 日立オートモティブシステムズ株式会社
 茨城県ひたちなか市高場2520番地
 (74) 代理人 110002365
 特許業務法人サンネクスト国際特許事務所
 (74) 代理人 100084412
 弁理士 永井 冬紀
 (72) 発明者 山下 芳春
 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内
 (72) 発明者 後藤 昭弘
 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内

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】

スイッチング素子を含む高電圧回路部を有し、直流電力を異なる電圧の直流電力に変換するコンバータ部と、

スイッチング素子を有する複数の半導体モジュール、および直流電力を平滑化するコンデンサモジュールを有し、直流電力を交流電力に変換するインバータ部とを備え、

前記高電圧回路部は高電圧回路基板を有し、

前記複数の半導体モジュールの配列方向を第1列と定義したとき、

前記高電圧回路基板は、前記第1列と平行な方向から投影したときの前記高電圧回路基板の射影部が前記半導体モジュールの射影部と重なるように配置され、

前記コンデンサモジュールは、前記複数の半導体モジュールと接続される複数の第1の正負極端子と、前記高電圧回路基板と接続される第2の正負極端子とを備え、

前記複数の第1の正負極端子および前記第2の正負極端子は、前記コンデンサモジュールの前記複数の半導体モジュールと対向する対向面から突出され、

前記複数の第1の正負極端子の端子接続面が前記複数の半導体モジュールの直流正負極端子の導体板接続面と対向するように設けられ、

前記複数の第1の正負極端子の端子接続面と前記第2の正負極端子とは平行である、電力変換装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の電力変換装置において、

10

20

さらに、前記複数の半導体モジュールを冷却する冷媒が流通する半導体モジュール冷却流路を含む冷却流路を有する流路形成体を備え、

前記コンデンサモジュールは、前記流路形成体の第1の壁面に接して配置され、前記高電圧回路基板は、前記流路形成体の第2の壁面に配置されている、電力変換装置。

【請求項3】

請求項2に記載の電力変換装置において、

前記コンバータ部は、交流電力を異なる電圧の交流電力に変換するトランスと、共振コイルとを備え、

前記トランスと前記共振コイルとは、前記流路形成体の第3の壁面に接して配置されている、電力変換装置。

10

【請求項4】

請求項3に記載の電力変換装置において、

前記流路形成体は、前記半導体モジュール冷却流路を有する半導体モジュール取付部と、前記半導体モジュール取付部から延出され、前記半導体モジュール取付部より厚さが薄いコンデンサモジュール取付部とを備え、

前記第1の壁面は、前記コンデンサモジュール取付部に形成され、前記コンデンサモジュール取付部には、少なくとも、前記半導体モジュール冷却流路に冷媒を導入する導入側冷却流路、または前記半導体モジュール冷却流路から冷媒が導出される導出側冷却流路の一方が形成されている、電力変換装置。

【請求項5】

請求項4に記載の電力変換装置において、

前記第3の壁面は、前記半導体モジュール冷却流路を形成する側壁の外面に形成されている、電力変換装置。

20

【請求項6】

請求項2に記載の電力変換装置において、

前記コンデンサモジュールは、金属製のケースを備え、前記金属製のケースの一側面が、前記流路形成体の前記第1の壁面に接している、電力変換装置。

【請求項7】

請求項6に記載の電力変換装置において、

前記インバータ部は、インバータ用制御回路基板を備え、

30

前記インバータ用制御回路基板は、前記金属製のケースに熱伝導可能に取り付けられている、電力変換装置。

【請求項8】

請求項6に記載の電力変換装置において、

前記コンデンサモジュールは、さらに、コンデンサセルと、前記コンデンサセルよりも容量が小さいノイズ除去用コンデンサセルと、前記コンデンサセルと前記ノイズ除去用コンデンサセルとが接続される導体板とを備え、

前記金属製のケースは、前記コンデンサセルを収納する第1の収納部と、前記第1の収納部より小さく形成され、前記ノイズ除去用コンデンサセルを収納する第2の収納部を有する収納空間を有し、前記第2の正負極端子は、前記導体板に形成されている、電力変換装置。

40

【請求項9】

請求項2に記載の電力変換装置において、

前記流路形成体は、前記第2の壁面の外側に導出される半導体素子冷却流路と、

前記半導体素子冷却流路を外部から密封するカバー部材とを備え、

前記高電圧回路部の前記スイッチング素子は、前記カバー部材を介して前記半導体素子冷却流路を流通する冷媒により冷却される、電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、電力変換装置に関し、より詳細には、インバータ回路部とコンバータ回路部とを備える電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ハイブリッド車やプラグインハイブリッド車、電気自動車などの車両には、動力駆動用の高電圧蓄電池と、インバータ装置と、DC - DC コンバータ装置と、低電圧負荷の補助電源としての低電圧蓄電池とが搭載されている。

インバータ装置は、高電圧蓄電池の直流高電圧出力を交流高電圧出力に電力変換して、モータを駆動する。インバータ装置は、複数のIGBT（絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ）を有するインバータ回路部と、このインバータ回路部に高電圧蓄電池からの電力を供給するコンデンサモジュールとを備えている。
10

【0003】

DC - DC コンバータ装置は、高電圧蓄電池の直流高電圧出力を直流低電圧出力に変換して車両のライトやラジオなどの低電圧負荷へ電力供給を行う。DC - DC コンバータ装置は、高電圧蓄電池の高電圧の直流電圧を交流高電圧に変換する高電圧回路部と、交流高電圧を絶縁して交流低電圧に変換するトランスと、交流低電圧を直流低電圧に変換する低電圧回路部と、電圧変換された電圧を出力する出力端子とを備えている。

【0004】

高電圧回路部は、直流電力を交流電力に変換するための複数のMOSFETと、平滑用入力コンデンサを有する。平滑用入力コンデンサには、相間に介挿されるXキャパシタ（アクロス・ザ・ラインコンデンサ）と、各相とシャーシとの間に介挿されるYキャパシタ（ライン・バイパス・コンデンサ）とがある。通常、DC - DC コンバータ装置の高電圧回路部には、XキャパシタとYキャパシタとの両方が実装される（例えば、特許文献1の図8参照）。
20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2013-31250号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】
30

【0006】

特許文献1においては、インバータ装置はコンデンサモジュールを備え、DC - DC コンバータ装置は、XキャパシタとYキャパシタとを備えている。このため、電力変換装置が大型化し、また、コスト的にも高いものとなる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の電力変換装置は、スイッチング素子を含む高電圧回路部を有し、直流電力を異なる電圧の直流電力に変換するコンバータ部と、スイッチング素子を有する複数の半導体モジュール、および直流電力を平滑化するコンデンサモジュールを有し、直流電力を交流電力に変換するインバータ部とを備え、高電圧回路部は高電圧回路基板を有し、複数の半導体モジュールの配列方向を第1列と定義したとき、高電圧回路基板は、第1列と平行な方向から投影したときの高電圧回路基板の射影部が半導体モジュールの射影部と重なるように配置され、コンデンサモジュールは、複数の半導体モジュールと接続される複数の第1の正負極端子と、高電圧回路基板と接続される第2の正負極端子とを備え、複数の第1の正負極端子および第2の正負極端子は、コンデンサモジュールの複数の半導体モジュールと対向する対向面から突出され、複数の第1の正負極端子の端子接続面が前記複数の半導体モジュールの直流正負極端子の導体板接続面と対向するように設けられ、複数の第1の正負極端子の端子接続面と前記第2の正負極端子とは平行である。
40

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、コンデンサモジュールは、複数の半導体モジュールと接続される複数の第1の正負極端子と、コンバータ部の高電圧回路基板に接続される第2の正負極端子とを有し、第1の正負極端子と第2の負極端子とが半導体モジュールと対向する対向面から突出され、それらの端子接続面は、半導体モジュールの直流正負極端子の導体板接続面に対向している。このため、第2の正負極端子の長さを短くすることができ、コンデンサモジュールをコンバータ部に接続する配線のインダクタンスを低減することができる。これにより、コンバータ部におけるXキャパシタンスおよびYキャパシタンスの機能を、インバータ部のコンデンサモジュールの容量で達成することが可能となり、高電圧回路部からXキャパシタンスおよびYキャパシタンスを削除することができる。よって、電力変換装置の小型化を図ることができ、また、コストの低減を図ることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】ハイブリッド自動車のシステムを示すシステム図。

【図2】インバータ装置の構成を説明する回路ブロック図。

【図3】DC - DCコンバータ装置の電気回路の構成を示す回路図。

【図4】電力変換装置の上方からの外観斜視図であり、(A)は、一側面を前面側とし、(B)は、(A)の対向面を前面とする図。

【図5】図4に図示された電力変換装置の分解斜視図。

【図6】半導体モジュールの外観斜視図。

20

【図7】図6におけるVII - VII線断面図。

【図8】コンデンサモジュールの外観斜視図。

【図9】図8に図示されたコンデンサモジュールの分解斜視図。

【図10】流路形成体の図であり、(A)は、上方から観た平面図、(B)は上方から観た斜視図、(C)は、底面側から観た斜視図。

【図11】(A)は、インバータ装置の斜視図、(B)は、(A)におけるカバー部材を除去し、半導体素子用冷却流路を示す図。

【図12】DC - DCコンバータ装置の斜視図。

【図13】(A)は、電力変換装置の筐体内部における組付け状態を示す斜視図、(B)は、(A)において、DC - DCコンバータ装置の高電圧回路基板を取り外した状態の斜視図。

30

【図14】電力変換装置全体の分解斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明による電力変換装置は、実施形態の図面を参照すると、コンデンサモジュール230と半導体モジュール220を有するインバータ装置200(図1参照)と、高電圧回路部110と低電圧回路部120とを有するコンバータ装置100(図1参照)とを備えている。コンデンサモジュール230は、コンデンサモジュール230を半導体モジュール220に接続する正負極導体板230e, 230f(図9参照)を有する。正負極導体板230e, 230fに近接してコンバータ装置100の高電圧回路基板110A(図13参照)を設けている。正負極導体板230e, 230fには、複数の半導体モジュール220の直流正負極端子226, 228(図6参照)に接続される複数の第1の正負極端子230h, 230i(図9参照)と、高電圧回路基板110Aの正負極入力端子111, 112(図13参照)にそれぞれ接続される第2の正負極端子230l, 230m(図9参照)とが突設されている。それら端子正負極端子230h, 230iおよび230l, 230mの接続面は半導体モジュール220の直流正負極端子226, 228の導体板接続面に対向するように設けている。

40

このような構成を採用することにより、コンバータ装置100の高電圧回路部110に必要であった入力キャパシタCi1とCi2(図3参照)の機能をコンデンサモジュール230で達成することにより、従来不可欠であったコンバータの入力キャパシタを省略し

50

、小型化を図ることができる。

以下、ハイブリッド自動車のシステムに搭載される電力変換装置を一例として詳細に説明する。

【0011】

[電力変換装置を備えるハイブリッド自動車のシステムの一例]

図1は、ハイブリッド自動車のシステムを示すシステム図である。

ハイブリッド車やプラグインハイブリッド車、電気自動車などの車両10には、動力駆動用の高電圧蓄電池20と、インバータ装置（インバータ部）200と、DC-DCコンバータ装置（コンバータ部）100と、低電圧負荷50の補助電源としての低電圧蓄電池30とが搭載されている。

高電圧蓄電池20は、インバータ装置200とDC-DCコンバータ装置100に接続されている。インバータ装置200は、高電圧蓄電池20の直流高電圧出力を交流高電圧出力に電力変換して、モータ40を駆動する。

【0012】

DC-DCコンバータ装置100は、高電圧蓄電池20からの高電圧の直流電圧を交流高電圧に変換する変換部と、交流高電圧を交流低電圧に変換する変換部と、交流低電圧を直流低電圧に変換する変換部と、電圧変換された電圧を出力する出力端子とを備えている。

DC-DCコンバータ装置200の出力端子は、低電圧蓄電池30および低電圧負荷50に接続されており、車両10のライト、ラジオ、ECUなどの低電圧負荷50へ電力供給を行ったり、低電圧蓄電池30を充電したりする。

【0013】

インバータ装置200とDC-DCコンバータ装置100とは、後述するように電力変換装置300（図4参照）として一体化して組み付けられる。電力変換装置300は、車両10全体に対する室内のスペースの割合をできる限り大きくして居住性をよくするために、できるだけ小さいスペースに搭載することができる構造とすることが望ましい。

【0014】

[インバータ回路部]

図2を参照してインバータ装置200を説明する。インバータ装置200は、インバータ回路部200Kと、コンデンサモジュール230と、直流ターミナル260aと、交流ターミナル270aとを備えている。インバータ回路部200Kは、上アームとして動作するIGBT（絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ）328及びダイオード156と、下アームとして動作するIGBT330及びダイオード166と、からなる上下アームの半導体モジュール220を、出力しようとする交流電力のU相、V相、W相からなる3相に対応して備えている。

上アームのIGBT328のコレクタ電極153は、正極端子157を介してコンデンサモジュール230の正極側のコンデンサ端子230hに、下アームのIGBT330のエミッタ電極は負極端子158を介してコンデンサモジュール230の負極側コンデンサ端子230iにそれぞれ電気的に接続されている。

【0015】

なお、コンデンサモジュール230は、図9で詳細に説明する正極導体板230eと負極導体板230fとを備えている。正極導体板230eには、上述した半導体モジュール220の正極端子157に接続される正極出力端子230hと、後述するコンバータ装置100の高電圧回路部110の正極入力端子111に接続される正極出力端子2301とが設けられている。これらのコンデンサ正極出力端子230h, 2301のうち、コンデンサ正極出力端子230hを第1の正極端子と呼び、コンデンサ正極出力端子2301を第2の正極端子と呼ぶ。

同様に、負極導体板230fには、上述した半導体モジュール220の負極端子158に接続される負極出力端子230iと、後述するコンバータ装置100の高電圧回路部110の負極入力端子112に接続される負極出力端子230mとが設けられている。これ

10

20

30

40

50

らのコンデンサ負極出力端子 230i, 230m のうち、コンデンサ負極出力端子 230i を第 1 の負極端子と呼び、コンデンサ負極出力端子 230m1 を第 2 の負正極端子と呼ぶ。

【0016】

インバータ用制御回路部 205 は、上位の制御装置（図示せず）からコネクタ 201 を介して制御指令を受け、これに基づいてインバタ回路部を構成する各相の半導体モジュール 220 の上アームあるいは下アームを構成する IGBT 328 や IGBT 330 を制御するための制御信号である制御パルスを発生し、ドライバ回路部 250 に供給する。

ドライバ回路部 250 は制御パルスに基づき各相の半導体モジュール 220 の上アームあるいは下アームを構成する IGBT 328 や IGBT 330 を制御するための駆動パルスを各相の IGBT 328 や IGBT 330 に供給する。 10

【0017】

IGBT 328 や IGBT 330 はドライバ回路部 250 からの駆動パルスに基づき、導通あるいは遮断動作を行い、高電圧蓄電池 20 から供給された直流電力を三相交流電力に変換し、この変換された電力を、3 つの交流ターミナル 270a を介してモータジェネレータ MG 1 に供給する。

IGBT 328 はコレクタ電極 153 と、信号用エミッタ電極 155 と、ゲート電極 154 を備えている。また、IGBT 330 はコレクタ電極 163 と、信号用のエミッタ電極 165 と、ゲート電極 164 を備えている。 20

ダイオード 156 がコレクタ電極 153 とエミッタ電極との間に電気的に接続されている。また、ダイオード 166 がコレクタ電極 163 とエミッタ電極との間に電気的に接続されている。 20

各半導体モジュール 220 と交流ターミナル 270aとの間には、各半導体モジュール 220 から出力される電流を検出するための電流センサ 280 が配置されている。

【0018】

コンデンサモジュール 230 は、複数の正極側コンデンサ端子 230h と複数の負極側コンデンサ端子 230i と、正極側電源端子 230j と負極側電源端子 230k とを備えている。高電圧蓄電池 20 からの高電圧の直流電力は、直流ターミナル 260a を介して、正極側電源端子 230j や負極側電源端子 230k に供給され、コンデンサモジュール 230 の複数の正極側コンデンサ端子 230h（第 1 の正極端子）や複数の負極側コンデンサ端子 230i（第 1 の負極端子）から、インバタ回路部 200K へ供給される。 30

なお、後述するが、本発明の一実施の形態に示すコンデンサモジュール 230 は、上述した正・負極側電源端子 230j、230k、および正・負極側コンデンサ端子 230h、230i の他、正・負極側コンバータ端子 2301、230m（図 9 参照）を有している。

【0019】

[DC - DC コンバータ回路部]

図 3 は、DC - DC コンバータ装置 100 の電気回路の構成を示す回路図である。

DC - DC コンバータ装置 100 は、高電圧蓄電池 20 からの高電圧の直流電圧を交流高電圧に変換する高電圧回路部 110 と、交流高電圧を交流低電圧に変換するトランス 150 と、低電圧の交流電圧を直流電圧に変換する低電圧回路部 120 と、コンバータ用制御回路部 140 とを備えている。 40

【0020】

高電圧回路部 110 は、H ブリッジ型として接続された 4 つの MOSFET（電界効果トランジスタ）H1 ~ H4 を有している。

通常、DC - DC コンバータ装置は、平滑入力用コンデンサとして、HV⁺ と HV⁻ との相間に介挿される X キャパシタ Ci1 および各相とシャーシとの間に介挿される 2 つの Y キャパシタ Ci2 を有している。また、ノーマルモードコイル Li1 と 2 つのコモンモールドコイル Li2 とが必要とされる。

しかし、後述するように、本発明の一実施の形態では、インバータ部 200 のコンデン

10

20

30

40

50

サモジュール 230 と高電圧回路部 110 を近接して配置することで、接続のための配線インダクタンスを低減できるようにしている。この構成により、X キャパシタ Ci1 と 2 つの 2 つの Y キャパシタ Ci2 の機能をインバータ装置 200 のコンデンサモジュール 230 で兼用することを可能としている。このため、DC - DC コンバータ装置 100 の高電圧回路部 110 から X・Y キャパシタ Ci1、Ci2 を削除することが可能となっている。また、入力時のノイズを低減できることで、ノーマルモードコイル Li1 と、2 つのコモンモードコイル Li2 についても、DC - DC コンバータ装置 100 の高電圧回路部 110 から削除することを可能としている。つまり、本発明の一実施の形態としての DC - DC コンバータ装置では、図 3 において、点線で囲まれた領域 A 内の回路要素を削減している。

10

【0021】

高電圧回路部 110 の 4 つの MOSFET H1 ~ H4 を位相シフト PWM 制御することで、トランス 150 の一次側には交流電圧が発生する。高電圧回路部 110 とトランス 150 との間には、共振チョークコイル 160 (Lr) が接続されており、この共振チョークコイル 160 (Lr) のインダクタンスとトランス 150 の漏れインダクタンスの合成インダクタンスを用いて、高電圧回路部 110 を構成する MOSFET H1 ~ H4 のゼロ電圧スイッチングを可能としている。

【0022】

低電圧回路部 120 は、MOSFET S1、S2 で構成される二つの整流相と、チョークコイル 170 (Lo) および平滑用コンデンサ 130 (Co) から構成される平滑回路とを有している。それぞれの整流相の高電位側、すなわち MOSFET S1、S2 のドレイン側配線は、トランス 150 の二次側へ接続されている。トランス 150 の二次側センタタップ端子は、チョークコイル 170 (Lo) に接続され、チョークコイル 170 (Lo) の出力側に平滑用コンデンサ 130 (Co) が接続されている。

20

【0023】

低電圧回路部 120 は、MOSFET S1、S2 にかかるサージ電圧を抑制するためのアクティブクランプ回路を備えている。アクティブクランプ回路は、アクティブクランプ用 MOSFET S3、S4、およびアクティブクランプ用コンデンサ Cc を備えている。

低電圧回路部 120 の出力側には出力電圧に重畠するノイズを除去するために、フィルタコイル 180 (L1) とフィルタコンデンサ 190 (C1) が設けられている。高電圧回路部 110、低電圧回路部 120 およびアクティブクランプ回路は、コンバータ用制御回路部 140 によりスイッチ制御が行われる。

30

【0024】

[電力変換装置 300 の全体構造]

図 4 は、電力変換装置 300 の上方からの外観斜視図であり、図 4 (A) は、一側面を前面側とし、図 4 (B) は、図 4 (A) の対向側面を前面とする図である。図 5 は、図 4 に図示された電力変換装置 300 の分解斜視図である。また、図 14 は、電力変換装置 300 全体の分解斜視図である。

電力変換装置 300 は、筐体 310 内に収容されたインバータ装置 200 と、DC - DC コンバータ装置 100 とを備える。筐体 310 は、例えば、アルミニウム合金等の金属により形成されている。筐体 310 は鋳造等により形成され、上部に上部開口部 311 が形成され、一つの側面に側部開口部 312 が形成されたボックス状の本体部 310A と、本体部 310A の上部開口部 311 を封口する上部カバー 320 と、側部開口部 312 を封口する側部カバー 330 とを備えている。本体部 310A の一側部には、後述する直流ターミナル 260a を収納する直流側収納部 260 と、交流ターミナル 270a を収納する交流側収納部 270 とが設けられている。上部カバー 320 および側部カバー 330 は、ねじ等の締結部材により、シール部材を介在して本体部 310A に固定される。筐体 310 の一側面からは、後述する流路形成体 240 の冷媒導入パイプ 240e と冷媒導出パイプ 240d とが引き出されている。

40

50

【0025】

【インバータ装置200】

図11(A)、図11(B)には、組立状態のインバータ装置200の斜視図が図示されており、以下では、図11(A)、図11(B)も参照して説明する。

インバータ装置200は、流路形成体240、複数の半導体モジュール220、コンデンサモジュール230およびインバータ用制御回路基板205A(図14参照)を備えている。また、インバータ装置200は、直流ターミナル260a、3つの交流ターミナル270aおよび電流センサ280を備えている。

流路形成体240は、アルミニウム合金を用いた鋳造または樹脂成形により形成される。流路形成体240には、複数の半導体モジュール220、コンデンサモジュール230およびインバータ用制御回路基板205Aが取付けられる。直流ターミナル260aは、筐体310の本体部310Aの直流側収納部260に収納され、後述するように、コンデンサモジュール230に接続される。3つの交流ターミナル270aは、それぞれ、筐体310の本体部310Aの交流側収納部270に収納され、交流接続バスバー270bを介して、対応する半導体モジュール220に接続される。

インバータ用制御回路基板205Aは、図2のドライバ回路部250およびインバータ用制御回路部205を構成する回路部を備えている。

【0026】

図6は、半導体モジュール220の外観斜視図であり、図7は、図6におけるVII-VII線断面図である。

各半導体モジュール220は、電気伝導性を有する部材、例えばアルミ合金材料(A1, A1Si, A1SiC, A1-C等)で構成されたモジュールケース224を有する。モジュールケース224は、上部が開口された薄箱形状のケース本体224aと、上部側に形成されたフランジ224bとを備えている。フランジ224bの外周は、ケース本体224aよりも一回り大きく形成され、長手方向および奥行方向において、ケース本体224aの側面から突出している。ケース本体224aは、表裏両面に形成された開口部に、複数の放熱用フィン225aが形成された放熱板225が接合されて構成されている。放熱板225は、放熱用フィン225aが形成された面を他の面より大きい面積として放熱性を高めている。ケース本体224a内には、IGBT328、330およびダイオード156、166が収容され、絶縁樹脂229が充填されている。

【0027】

半導体モジュール220は、絶縁樹脂229の上面から外部に延出されIGBT328、330に接続された複数の端子を有している。各端子は、IGBT328または330が搭載されるリードフレーム(図示せず)を切断し、分離して形成された部材であり、IGBT328、330に不図示のボンディングワイヤにより接続されている。

図6、図7において、信号端子221は、図2に図示されたゲート電極154および信号用エミッタ電極155に対応する。信号端子222は、図2に図示されたゲート電極164およびエミッタ電極165に対応する。また、直流正極端子226は、図2に図示された正極端子157と同一の部材であり、直流負極端子228は、図2に図示された負極端子158と同一の部材である。また、交流端子223は、図2に図示された交流端子159と同一の部材である。

【0028】

図2に図示されるように、直流正極端子226の導体板接続面は、コンデンサモジュール230の正極導体板230eに、すなわち、正極側コンデンサ端子230hに接続される。また、直流負極端子228の導体板接続面は、コンデンサモジュール230の負極導体板230fに、すなわち、負極側コンデンサ端子230iに接続される。また、交流端子223は、交流ターミナル270aを介して、モータジェネレータMG1に交流電力を供給する。さらに、信号端子221、222は、それぞれ、ドライバ回路部250に接続される。

【0029】

10

20

30

40

50

信号端子 221、222、直流正・負極端子 226、228、交流端子 223 は、樹脂成形により一体化された端子構成体 227 として形成され、ねじ等の締結部材によりモジュールケース 224 のフランジ 224b に固定されている。モジュールケース 224 に端子構成体 227 が固定された状態で、モジュールケース 224 内に絶縁樹脂 229 が充填される。

半導体モジュール 220 における金属製のモジュールケース 224 のケース本体 224a は、水や油などの冷媒が流れる流路形成体 240 の冷却流路に連通する開口部 240b (図 5 参照) 内に挿入され、フランジ 224b が流路形成体 240 の上面に、シール部材 (図示せず) を介在して固定される。上述した通り、モジュールケース 224 のフランジ 224b の外周は、モジュールケース 224 のケース本体 224a より一回り大きく形成されている。10

【0030】

(流路形成体 240)

図 10 は、流路形成体 240 の図であり、図 10 (A) は上方から観た平面図であり、図 10 (B) は上方から観た斜視図であり、図 10 (C) は底面側から観た斜視図である。

流路形成体 240 は、半導体モジュール 220 が取り付けられる半導体モジュール取付部 241 と、コンデンサモジュール 230 が取り付けられるコンデンサモジュール取付部 242 とを有する鋳造品または樹脂成形品である。

半導体モジュール取付部 241 は、コンデンサモジュール取付部 242 より厚く形成されている。半導体モジュール取付部 241 には、上面に 3 つの半導体モジュール 220 が挿入される開口部 240b が形成されている。20

コンデンサモジュール取付部 242 の先端側には、冷媒導入パイプ 240e と、冷媒導出パイプ 240d とが形成されている。また、コンデンサモジュール取付部 242 のほぼ中央には、溝部 242a が形成されている。

【0031】

流路形成体 240 の内部には、水や油等の冷媒が流れる冷却流路 243 が形成されている。冷却流路 243 は、3 つの開口部 240b をジグザグ状に蛇行して形成された半導体モジュール冷却流路 243b と、冷媒導入パイプ 240e から半導体モジュール冷却流路 243b までの流路を形成する導入側冷却流路 243a と、半導体モジュール冷却流路 243b から冷媒導出パイプ 240d までの流路を形成する導出側冷却流路 243c とを備えている。導入側冷却流路 243a および導出側冷却流路 243c のそれぞれには、流路形成体 240 に下面から露出する開口部 240b が形成されている。導入側冷却流路 243a および導出側冷却流路 243c の開口部 240b は、不図示の覆い板で封止される。30

【0032】

また、冷却流路 243 は、半導体モジュール取付部 241 の第 1 の側壁 (第 2 の壁面) 241a の外側に導出される半導体素子冷却流路 243d を有している。つまり、流路形成体 240 の第 1 の側壁 241a の外面には凹部 240f が形成されており、冷却流路 243 は、この凹部 240f に連通されている。従って、冷却流路 243 を流れる冷媒は、流路形成体 240 の内部から、第 1 の側壁 241a の外面に形成された凹部 240f に流れ、再び、流路形成体 240 の内部に導入される。後述するが、第 1 の側壁 241a の凹部 240f は、カバー部材 240a (図 11 (A) 参照) により密封され、MOSFET H1 ~ H4 を冷却する領域 II とされている。40

【0033】

3 つの半導体モジュール 220 は、流路形成体 240 の半導体モジュール取付部 241 の上面側の領域 I に取り付けられる。領域 I には、冷却流路 243 に連通する 3 つの開口部 240b が設けられており、各半導体モジュール 220 のモジュールケース 224 のケース本体 224a は、各開口部 240b 内に挿通される。各半導体モジュール 220 は、不図示のシール部材を介して、流路形成体 240 の開口部 240b の周縁部に固定される。上述した通り、モジュールケース 224 のケース本体 224a の外周は、フランジ 22

4 b より一回り大きく形成されているので、流路形成体 2 4 0 の開口部 2 4 0 b は確実に封口される。このように、本発明の一実施の形態では、冷却流路 2 4 3 内を流れる水や油などの冷媒のモジュールケース 2 2 4 内への侵入の防止と、冷却流路 2 4 3 の密封とを簡易な構造で達成している。

【 0 0 3 4 】

図 1 0 (A)、図 1 0 (B)、図 1 0 (C) に矢印により図示されているように、冷媒導入パイプ 2 4 0 e から導入された冷媒は、導入側冷却流路 2 4 3 a から、流路形成体 2 4 0 の領域 I に形成された半導体モジュール冷却流路 2 4 3 b に導かれる。半導体モジュール冷却流路 2 4 3 b では、冷媒は、各半導体モジュール 2 2 0 の周囲をジグザグに蛇行して流れ、3 つの半導体モジュール 2 2 0 を冷却する。冷媒は、さらに、半導体モジュール冷却流路 2 4 3 b から、流路形成体 2 4 0 の領域 I I に形成された半導体素子冷却流路 2 4 3 d に流れる。この後、導出側冷却流路 2 4 3 c から冷媒導出パイプ 2 4 0 d に流れ、流路形成体 2 4 0 から外部に導出される。半導体素子冷却流路 2 4 3 d については後述する。

【 0 0 3 5 】

流路形成体 2 4 0 は、さらに、コンデンサモジュール 2 3 0 を冷却する領域 I I I 、トランジスタ 1 5 0 等を冷却する領域 I V 、および低電圧回路部 1 2 0 の構成部品を冷却する領域 V を備えている。領域 I I I は、コンデンサモジュール取付部 2 4 2 の上面 2 4 2 b に、領域 I V は、半導体モジュール取付部 2 4 1 のコンデンサモジュール取付部 2 4 2 の反対側の側面である第 2 の側壁 2 4 1 b に、領域 V は、流路形成体 2 4 0 に、それぞれ、設けられている。

【 0 0 3 6 】

冷媒による冷却能力は、冷媒の流量に比例して大きくなる。そこで、大きい冷却能力が必要とされる冷却流路 2 4 3 の領域の深さを、他の領域よりも浅く形成し、流速を大きくする。流速が大きくなると、冷媒の流量が増大し、冷却能力を大きくすることができます。半導体モジュール 2 2 0 から発生する熱量は大きいので、半導体モジュール冷却流路 2 4 3 b は、流路内が流れる冷媒の流量が大きくなるように形成されている。冷却流路 2 4 3 は、領域 I ~ V I のそれに対応する部分を流れる冷媒が適切な流量となるように設定することが可能である。

【 0 0 3 7 】

(コンデンサモジュール 2 3 0)

図 8 は、コンデンサモジュール 2 3 0 の外観斜視図であり、図 9 は、図 8 に図示されたコンデンサモジュール 2 3 0 の分解斜視図である。

コンデンサモジュール 2 3 0 は、コンデンサケース 2 3 0 c 内に、複数のコンデンサセル 2 3 0 a と、ノイズ除去用コンデンサセル 2 3 0 g とが収納する構造を有し、直流電力を平滑化し、半導体モジュール 2 2 0 に直流電力を供給する機能を有する。

コンデンサケース 2 3 0 c は、金属製部材により形成され、一側面から外部に開口された収納空間 2 3 0 b を内部に有する。収納空間 2 3 0 b は、ほぼ直方体形状の下部側に凹部 2 3 0 d が連接された形状を有しており、コンデンサケース 2 3 0 c の下側面は、凹部 2 3 0 d に対応する部分が下方に突出した形状を有している。つまり、コンデンサケース 2 3 0 c の下側面は、凹部 2 3 0 d の両側部において、凹部 2 3 0 d の深さ分、収納空間 2 3 0 b の高さが小さくなっている。

【 0 0 3 8 】

コンデンサケース 2 3 0 c は、下側面の凹部 2 3 0 d が流路形成体 2 4 0 のコンデンサモジュール取付部 2 4 2 の溝部 2 4 2 a (図 1 0 参照) 内に収容され、凹部 2 3 0 d の両側部分をコンデンサモジュール取付部 2 4 2 の上面 2 4 2 b (図 1 0 参照 ; 第 1 の壁面) に接触させた状態で、ねじ等の締結部材により流路形成体 2 4 0 に取り付けられる。このように、金属により形成されたコンデンサケース 2 3 0 c は、流路形成体 2 4 0 に熱伝導可能に取り付けられている。コンデンサケース 2 3 0 c は、ノイズ除去用コンデンサセル 2 3 0 g が収容される凹部 2 3 0 d を下面の中央部に形成し、この凹部 2 3 0 d に対応す

10

20

30

40

50

る部分を流路形成体 240 の溝部 242a 内に収容した状態で流路形成体 240 に実装される。このため、コンデンサモジュール取付部 242 の上面 242b からのコンデンサモジュール 230 の高さを低くすることができ、電力変換装置 300 の小型化を図ることができる。

【0039】

コンデンサケース 230c の収納空間 230b 内には、ボックス状の絶縁体 230n が収納され、絶縁体 230n 内には、複数のコンデンサセル 230a が収容される。コンデンサセル 230a は複数個 × 複数段（図示の例では、3 個 × 3 段）に配列されている。各コンデンサセル 230a の前面は、絶縁シート 230p により覆われる。絶縁シート 230p には各コンデンサセル 230a の正・負極電極に接続される正・負極リード端子を挿通する孔が設けられている。 10

【0040】

ノイズ除去用コンデンサセル 230g は、コンデンサセル 230a よりも小さい容量のコンデンサであり、コンデンサケース 230c の凹部 230d 内に収容される。ノイズ除去用コンデンサセル 230g は、ノイズによるリップル電流を平滑化する機能を有する。

【0041】

絶縁シート 230p の前面には、正極側導体板 230e と、絶縁部材 230q と、負極側導体板 230f とが配置される。

正極側導体板 230e には、各コンデンサセル 230a の正極リード端子およびノイズ除去用コンデンサセル 230g の正極リード端子が接続される。正極側導体板 230e には、前方側に向かって、換言すれば、流路形成体 240 に取付けられた各半導体モジュール 220 側に向かって延出された 3 つの正極側コンデンサ端子 230h が形成されている。各正極側コンデンサ端子 230h は、対応する半導体モジュール 220 の正極端子 157 に接続される。 20

正極側導体板 230e には、直流ターミナル 260a の正極端子に接続される正極側電源端子 230j が各半導体モジュール 220 側に向かって突出し形成されている。

【0042】

また、正極側導体板 230e には、正極側コンバータ端子 230l が形成されている。正極側コンバータ端子 230l は、正極側導体板 230e の一端側、DC - DC コンバータ装置 100 の高電圧回路基板 110A 側に設けられており、高電圧回路基板 110A と接続される。正極側コンバータ端子 230l と高電圧回路基板 110A との接続の詳細は後述する。 30

正極側導体板 230e はプレス成形などにより形成され、3 つの正極側コンデンサ端子 230h、正極側電源端子 230j および正極側コンバータ端子 230l は、コンデンサケース 230c の開口面側に一体に突出して形成されている。

【0043】

負極側導体板 230f には、各コンデンサセル 230a の負極リード端子およびノイズ除去用コンデンサセル 230g の負極リード端子が接続される。負極側導体板 230f には、前方側に向かって、換言すれば、流路形成体 240 に取付けられた各半導体モジュール 220 側に向かって延出された 3 つの負極側コンデンサ端子 230i が形成されている。各負極側コンデンサ端子 230i は、対応する半導体モジュール 220 の負極端子 158 に接続される。 40

負極側導体板 230f には、直流ターミナル 260a の負極端子に接続される負極側電源端子 230k が各半導体モジュール 220 側に向かって突出し形成されている。

【0044】

また、負極側導体板 230f には、負極側コンバータ端子 230m が形成されている。負極側コンバータ端子 230m は、負極側導体板 230f の一端側、DC - DC コンバータ装置 100 の高電圧回路基板 110A 側に設けられている。負極側コンバータ端子 230m は、正極側コンバータ端子 230l とは、高さ方向にずれた位置に設けられており、正極側コンバータ端子 230l と共に高電圧回路基板 110A と接続される。負極側コン 50

バータ端子 230m と高電圧回路基板 110A との接続についても、その詳細は後述する。

負極側導体板 230f はプレス成形などにより形成され、3つの負極側コンデンサ端子 230i、負極側電源端子 230k および負極側コンバータ端子 230m は、コンデンサケース 230c の開口面側に一体に突出して形成されている。

【0045】

絶縁部材 230q は、正極側導体板 230e の3つの正極側コンデンサ端子 230h および正極側電源端子 230j と、負極側導体板 230f の3つの負極側コンデンサ端子 230i および負極側電源端子 230k とのそれぞれの間に介装される突出部 230q_t を有し、正極側導体板 230e と負極側導体板 230f とを絶縁する。

コンデンサケース 230c の収納空間 230b 内には、不図示の封止樹脂が充填され、各コンデンサセル 230a およびノイズ除去用コンデンサセル 230g が封止される。しかし、正極側導体板 230e および負極側導体板 230f は、封止樹脂から露出している。

【0046】

(インバータ装置 200 の実装構造)

上述した通り、図 11 (A) は、組立状態のインバータ装置 200 を示す斜視図であり、図 11 (B) は、図 11 (A) において、流路形成体 240 の第 1 の側壁 241a の凹部 240f を覆うカバー部材 240a を取り外した状態の斜視図である。但し、図 11 (A)、図 11 (B) においては、インバータ用制御回路基板 205A (図 5 参照) は図示を省略されている。

コンデンサモジュール 230 は、流路形成体 240 のコンデンサモジュール取付部 242 の上面 242b に熱伝導可能に取り付けられている。このため、コンデンサモジュール 230 の内部で発生した熱は、金属製のコンデンサケース 230c から放熱されるだけでなく、流路形成体 240 の冷却流路 243 によって冷却される。従って、コンデンサモジュール 230 の放熱を大きくすることができる。

【0047】

図 5 に図示されるように、流路形成体 240 に取り付けられた半導体モジュール 220 およびコンデンサモジュール 230 の上部に、インバータ用制御回路基板 205A が配置される。各半導体モジュール 220 の信号端子 221、222 は、インバータ用制御回路基板 205A に半田付けされ、ドライバ回路部 250 に接続される。インバータ用制御回路基板 205A は、ねじ等の締結部材を、コンデンサケース 230c の半導体モジュール 220 に対向する側面の反対側の側面に形成された突起 230r の雌ねじ部に螺合してコンデンサモジュール 230 に固定される。このため、インバータ用制御回路基板 205A は、コンデンサケース 230c に熱伝導可能に結合されている。これにより、インバータ用制御回路基板 205A に実装された電子部品から発生される熱は、コンデンサケース 230c から放熱されると共に、流路形成体 240 によっても冷却される。

【0048】

流路形成体 240 に取り付けられた各半導体モジュール 220 は、半導体モジュール冷却流路 243b (図 10 (A) 参照) に浸漬され、冷却流路 243 内を流れる冷媒により冷却される。また、流路形成体 240 の第 1 の側壁 241a に設けられた凹部 240f は、不図示のシール部材を介してカバー部材 240a により封止されており、凹部 240f とカバー部材 240a とにより半導体素子冷却流路 243d が形成されている。

【0049】

[DC - DC コンバータ装置 100]

図 12 は DC - DC コンバータ装置 100 の斜視図であり、図 13 (A) は、電力変換装置 300 の筐体内部における組付け状態を示す斜視図であり、図 13 (B) は、図 13 (A) における DC - DC コンバータ装置 100 の高電圧回路基板 110A を取り外した状態の斜視図である。なお、以下の説明では図 14 も参照する。

DC - DC コンバータ装置 100 は、高電圧回路部 110 と、低電圧回路部 120 と、

10

20

30

40

50

コンバータ用制御回路基板 110A とを備えている。

高電圧回路部 110 は、高電圧回路基板 110A と、高電圧回路基板 110A に実装される 4 つの MOSFET H1 ~ H4、抵抗等の電子部品（図示せず）により構成されている。

【0050】

MOSFET H1 ~ H4 は、流路形成体 240 の第 1 の側壁 241a に設けられた凹部 240f を覆うカバー部材 240a に、熱導電性シート 511 を介して、弹性板 515 により圧接される。MOSFET H1 ~ H4 は、接続リードにより高電圧回路基板 110A に接続される。流路形成体 240 の第 1 の側壁 241a に設けられた凹部 240f とカバー部材 240a とは、上述した通り、冷媒が流れる半導体素子冷却流路 243d を形成している。従って、MOSFET H1 ~ H4 は、半導体素子冷却流路 243d を流れる冷媒により効率的に冷却される。高電圧回路基板 110A は、流路形成体 240 の第 1 の側壁 241a に設けられたボス部に、ねじ等の締結部材により取り付けられる。ボス部は、流路形成体 240 に一体に形成された金属部材であり、高電圧回路基板 110A と流路形成体 240 との結合は、熱伝導可能な熱結合である。従って、高電圧回路基板 110A から発生される熱は、流路形成体 240 により効率的に放熱される。10

【0051】

高電圧回路基板 110A には、コンデンサモジュール 230 側の側縁に、コンデンサモジュール 230 に接続される入力側高・低電圧端子 111、112 が設けられている。入力側高電圧端子 111 には、コンデンサモジュール 230 の正極側導体板 230e の正極側コンバータ端子 2301 が接続される。入力側低電圧端子 112 には、コンデンサモジュール 230 の負極側導体板 230f の負極側コンバータ端子 230m が接続される。20

高電圧回路基板 110A は、半導体モジュール 220 の配列方向に対してほぼ直交する方向に配置されており、コンデンサモジュール 230 が取り付けられた流路形成体 240 のコンデンサモジュール取付部 242 に隣接する第 1 の側壁 241a に取り付けられている。従って、コンデンサモジュール 230 と高電圧回路基板 110A の入力側高・低電圧端子 111、112 との距離は小さくなりコンデンサモジュール 230 の正・負極側コンバータ端子 2301、230m の長さを短くすることができる。

【0052】

なお、半導体モジュール 220 の直流正負極端子 226、228 の導体板接続面は、半導体モジュール 220 の配列方向を向いている。換言すると、直流正負極端子 226、228 の導体板接続面は、半導体モジュール 220 の配列方向と直交している。したがって、高電圧回路基板 110A の部品実装面と直流正負極端子 226、228 の導体板接続面とは対向して配置、すなわち、平行に配置される。30

また、コンデンサモジュール 230 の正負極導体板 230e、230f のコンデンサ正負極端子（第 1 の正負極端子）230h、230i の接続面、およびコンデンサモジュール 230 の正負極導体板 230e、230f のコンデンサ正負極端子（第 2 の正負極端子）2301、230m の接続面も直流正負極端子 226、228 の接続面とは対向して配置、すなわち、平行に配置される。

【0053】

コンデンサモジュール 230 の正・負極側コンバータ端子 2301、230m の長さを短くすることにより、接続のための配線インダクタンスを小さくすることができる。このため、X キャパシタ Ci1、2 つの Y キャパシタ Ci2 の機能を、コンデンサモジュール 230 の容量で兼用することにより、3 つのキャパシタ Ci1、Ci2 を省略することができる。また、入力側のノイズを低減ことができるため、ノーマルモードコイル Li1 およびコモンモードコイル Li2 を削除することが可能である。

すなわち、図 3 における、DC - DC コンバータ装置 100 の回路部において、領域 A 内の X・Y キャパシタ Ci1、Ci2 およびノーマル・コモンモードコイル Li1、Li2 は、高電圧回路基板 110A には実装されておらず、この領域の配線パターンも形成されていない。高電圧回路基板 110A は、入力側高・低電圧端子 111、112（X キャ

40

50

パシタ C i 1 と M O S F E T H 1 ~ H 4 との間に図示されている)が、配線パターンの端部となっており、正・負極側コンバータ端子 2 3 0 1 、 2 3 0 m は、それぞれ、この入力側高・低電圧端子 1 1 1 、 1 1 2 に接続される。

【 0 0 5 4 】

低電圧回路部 1 2 0 は、低電圧回路基板 1 2 0 A と、低電圧回路基板 1 2 0 A に実装される M O S F E T S 1 、 S 2 、チョークコイル 1 7 0 、アクティブクランプ回路を構成するアクティブクランプ用 M O S F E T S 3 、 S 4 、アクティブクランプ用コンデンサおよびゲート抵抗等(図示せず)により構成されている。

低電圧回路基板 1 2 0 A は、例えば、金属基板の一面に絶縁膜を形成し、絶縁膜上に配線パターンが形成された構造を有する。

10

図示はしないが、 M O S F E T S 1 ~ S 4 は、スイッチング部が樹脂で封止され、樹脂の一面にドレイン電極に接続されたドレイン端子が設けられたパッケージ構造を有し、各 M O S F E T S 1 ~ S 4 のドレイン端子は、金属基板のドレインパターンに半田付けされている。

【 0 0 5 5 】

低電圧回路基板 1 2 0 A は、 M O S F E T S 1 ~ S 4 等の電子部品の実装面を下方に向けて取付部材 5 1 2 (図 1 4 参照)に取り付けられる。取付部材 5 1 2 に取り付けられた低電圧回路基板 1 2 0 A は、実装面の反対面を、直接、または熱伝導部材を介して流路形成体 2 4 0 の底面である領域 V (図 1 0 参照)に接触して固定されている。流路形成体 2 4 0 の下面内側は、冷媒が流れる冷却流路 2 4 3 が形成されている。従って、各 M O S F E T S 1 ~ S 4 から発生する熱は、金属基板を介して、流路形成体 2 4 0 に伝達され、流路形成体 2 4 0 に設けられた冷却流路 2 4 3 を流れる冷媒により冷却される。

20

【 0 0 5 6 】

第 2 の側壁 2 4 1 b (図 1 0 (B) 参照)のほぼ中央には凹部 2 4 5 (図 1 1 参照)が形成されており、この凹部 2 4 5 周辺が流路形成体 2 4 0 の領域 I V となっている。トランス 1 5 0 の一部と共振チョークコイル 1 6 0 は凹部 2 4 5 内に収容され、それぞれの一側面を凹部 2 4 5 の底面(第 3 の壁面)に接触させた状態で、実装されている。

トランス 1 5 0 は、一次巻線を巻いたボビンと、上下一対の二次巻線とを、一対の E 型コアで挟み込んだ構造を有する。トランス 1 5 0 は、保持部材 5 1 3 を流路形成体 2 4 0 のボス部に締結部材により締結することにより、固定される。トランス 1 5 0 は、さらに、保持部材 5 1 3 の外側から弹性を有するトランス取付板 5 1 4 で加圧されている。これにより、耐振動性が大きい構造とされている。共振チョークコイル 1 6 0 は、トランス 1 5 0 に隣接して配置されている。

30

【 0 0 5 7 】

インバータ装置 2 0 0 を構成する電流センサ 2 8 0 は、流路形成体 2 4 0 のトランス 1 5 0 および共振チョークコイル 1 6 0 が配置された側の半導体モジュール 2 2 0 と交流ターミナル 2 7 0 a との間の空間に配置される。電流センサ 2 8 0 の開口部を挿通される交流接続バスバー 2 7 0 b を有する交流ターミナル 2 7 0 a は、電流センサ 2 8 0 の外側に配置される。直流ターミナル 2 6 0 a は、交流ターミナル 2 7 0 a の下方に交流ターミナル 2 7 0 a と並んで配置される(図 4 (A) 参照)。このような構造とすることにより、トランス 1 5 0 の一部と共振チョークコイル 1 6 0 は、第 2 の側壁 2 4 1 b に形成された凹部 2 4 5 内に収容され、トランス 1 5 0 の凹部 2 4 5 から突出した部分は、直流ターミナル 2 6 0 a および交流ターミナル 2 7 0 a との間の隙間に配置されている。このような構造とすることにより、電力変換装置 3 0 0 の小型化が図られている。

40

【 0 0 5 8 】

トランス 1 5 0 および共振チョークコイル 1 6 0 が接する第 2 の側壁 2 4 1 b の内側には、半導体モジュール冷却流路 2 4 3 b が形成されている。半導体モジュール 2 2 0 から発生する熱は大きいので、半導体モジュール冷却流路 2 4 3 b は、冷却能力が大きくなるように形成されている。従って、第 2 の側壁 2 4 1 b に接するトランス 1 5 0 および共振チョークコイル 1 6 0 は、半導体モジュール冷却流路 2 4 3 b を流れる冷媒により、第 2

50

の側壁 241b を介して効率的に冷却される。

【0059】

流路形成体 240 のコンデンサモジュール取付部 242 の下方には、フィルタコイル 180 とフィルタコンデンサ 190 が配置されている（図 12、図 14 参照）。フィルタコイル 180 とフィルタコンデンサ 190 は、流路形成体 240 の底面である領域 V に、低電圧回路基板 120A に隣接して配置されている。フィルタコイル 180 とフィルタコンデンサ 190 は、流路形成体 240 の底面に接触するように、あるいは、流路形成体 240 に熱伝導可能に実装され、流路形成体 240 により冷却される。フィルタコイル 180 とフィルタコンデンサ 190 は、出力電圧に重畳するノイズを除去する。流路形成体 240 の高電圧回路基板 110A が取り付けられる側面の反対側の側面には、平滑用コンデンサ 130 が配置される。（図 12 参照）。平滑用コンデンサ 130 は、流路形成体 240 の側面に接触するように、あるいは、流路形成体 240 と熱伝導可能に実装され、流路形成体 240 により冷却される。

コンバータ用制御回路基板 140A には、コンバータ用制御回路部 140 を構成する電子部品が実装されている。コンバータ用制御回路基板 140A は、低電圧回路基板 120A の下方に配置される。

一実施の形態としての電力変換装置 300 は、上記の通り構成されている。

【0060】

上記一実施の形態の電力変換装置 300 によれば、下記の作用効果を奏する。
(1) コンデンサセル 230a とノイズ除去用コンデンサセル 230g が接続されるコンデンサモジュール 230 の正・負極側導体板 230e、230f に、正・負極側コンバータ端子 2301、230m が設けられている。正・負極側コンバータ端子 2301、230m の接続面は、半導体モジュール 220 に接続される正・負極側コンデンサ端子 230h、230i と共に半導体モジュール 220 の直流正負極端子 226 と 228 の接続面と対向するように設けられている。換言すると、正・負極側コンバータ端子 2301、230m の接続面と、正・負極側コンデンサ端子 230h、230i の端子接続面は、半導体モジュール 220 の直流正負極端子 226、228 の端子接続面と平行である。

また、高電圧回路基板 110A は、コンデンサモジュール 230 に隣接して配置され、高電圧回路基板 110A には、コンデンサモジュール 230 側の側縁に入力側高・低電圧端子 111、112 が設けられている。従って、コンデンサモジュール 230 と、正・負極側コンバータ端子 2301、230m に接続される入力側高・低電圧端子 111、112 との距離が小さくなり、正・負極側コンバータ端子 2301、230m の長さを短いものとすることことができ、接続のための配線インダクタンスを小さくすることができる。

このため、X キャパシタ Ci1、2 つの Y キャパシタ Ci2 の機能を、コンデンサモジュール 230 の容量で兼用し、DC - DC コンバータ回路部から削除することができる。また、入力側のノイズが低減するので、ノーマルモードコイル Li1 およびコモンモードコイル Li2 を削除することも可能である。

よって、電力変換装置 300 の小型化を図ることが可能となり、また、コストの低減を図ることができる。

【0061】

(2) 流路形成体 240 のコンデンサモジュール取付部 242 の上面 242b に、コンデンサモジュール 230 の金属製のコンデンサケース 230c を接触して配置した。このため、コンデンサモジュール 230 から発生される熱を、金属製のコンデンサケース 230c から放熱するだけでなく、流路形成体 240 によってコンデンサモジュール 230 を冷却することができ、コンデンサモジュール 230 の放熱を大きくすることができる。

【0062】

(3) インバータ用制御回路基板 205A を、コンデンサモジュール 230 のコンデンサケース 230c に熱伝導可能に取り付けた。このため、インバータ用制御回路基板 205A に実装された電子部品から発生される熱を、コンデンサケース 230c から放熱すると共に、流路形成体 240 によって放熱することができ、インバータ用制御回路基板 205

Aの放熱を大きくすることができる。

【0063】

(4) 流路形成体240の第1の側壁241aの外面に凹部240fを設け、冷却流路243に、流路形成体240の内部から第1の側壁241aの外面に形成された凹部240fに連通する流路部分を設けた。この流路部分をカバー部材240aで密封して半導体素子冷却流路243dを形成した。カバー部材240aに、スイッチング素子である4つのMOSFET H1～H4を圧接して、半導体素子冷却流路243d内を流れる冷媒により4つのMOSFET H1～H4を冷却する冷却構造を構成した。このため、高電圧回路基板110Aから発生される熱は、半導体素子冷却流路243dを流れる冷媒により冷却されるので、MOSFET H1～H4の放熱を大きくすることができる。

10

【0064】

(5) 高電圧回路基板110Aを、流路形成体240に設けられたボス部に固定し、高電圧回路基板110Aと流路形成体240とを熱伝導可能に結合した。このため、高電圧回路基板110Aから発生される熱を、流路形成体240によって冷却することができ、高電圧回路基板110Aの放熱を大きくすることができる。

【0065】

(6) トランス150と共振チョークコイル160とは、それぞれの一側面を流路形成体240の第2の側壁241bに接触させた状態で実装されている。このため、トランス150および共振チョークコイル160から発生する熱を、流路形成体240によって冷却することができ、トランス150と共振チョークコイル160の放熱を大きくすることができる。

20

【0066】

(7) 低電圧回路基板120Aは金属基板とされ、この金属基板上にパッケージ構造とされた複数のMOSFET S1～S4が実装されており、低電圧回路基板120Aは、実装面の反対面を流路形成体240の底面に接触した状態で実装されている。このため、複数のMOSFET S1～S4から発生される熱は、金属基板から放熱されるだけでなく、金属基板を介して、流路形成体240によって冷却される。これにより、MOSFET S1～S4を含む低電圧回路基板120Aの放熱を大きくすることができる。

【0067】

(8) フィルタコイル180およびフィルタコンデンサ190は、流路形成体240の底面の下方に、低電圧回路基板120Aに隣接して配置され、流路形成体240の底面に接触して、あるいは、流路形成体240と熱伝導可能に実装される。このため、フィルタコイル180およびフィルタコンデンサ190は、流路形成体240により冷却されるので、フィルタコイル180とフィルタコンデンサ190の放熱を大きくすることができる。

30

【0068】

(9) DC-DCコンバータ装置100の平滑用コンデンサ130は、流路形成体240の高電圧回路基板110Aが取り付けられる側面の反対側の側面に、流路形成体240に接触して、あるいは、流路形成体240と熱伝導可能に実装されている。このため、平滑用コンデンサ130は、流路形成体240により冷却されるので、平滑用コンデンサ130の放熱を大きくすることができる。

40

【0069】

(10) コンデンサケース230cは、ノイズ除去用コンデンサセル230gが収容される凹部230dを下面の中央部に形成し、この凹部230dに対応する部分を流路形成体240の溝部242a内に収容した状態で流路形成体240に実装される。このため、コンデンサモジュール取付部242の上面242bからのコンデンサモジュール230の高さを低くすることができ、電力変換装置300の小型化を図ることができる。

【0070】

(11) トランス150の一部と共振チョークコイル160は、流路形成体240の第2の側壁241bに形成された凹部245に配置されている。インバータ装置200を構成する電流センサ280は、トランス150の外側に配置され、電流センサ280の外側に

50

交流ターミナル 270a と直流ターミナル 260a とが配置される。トランス 150 の第 2 の側壁 241b から突き出す部分は、交流ターミナル 270a と直流ターミナル 260a との間の空間に配置される。このような構造とすることにより、トランス 150、共振チョークコイル 160、電流センサ 280、交流ターミナル 270a、直流ターミナル 260a の実装密度が大きくなり、電力変換装置 300 の小型化を図ることができる。

【0071】

(12) トランス 150 は、流路形成体 240 のボス部に締結される保持部材 513 により保持されるだけでなく、保持部材 513 の外側から弾性を有するトランス取付板 514 により流路形成体 240 の第 2 の側壁 241b に設けられた凹部 245 に加圧されている。このため、耐振動性が大きい構造とされている。

10

【0072】

(13) 上記(1)～(11)に記載されたように、流路形成体 240 の周囲を形成する 4 つの側壁および下面に、発熱する各種の電子部品を、流路形成体 240 に接触させて、または熱伝導可能に実装した。このため、各電子部品の放熱を大きくすることができ、かつ、小型化を図ることができる電力変換装置 300 を達成することができる。

【0073】

なお、上記一実施の形態では、高電圧回路基板 110A は、3 つの半導体モジュール 220 の並び方向にはほぼ直交して配置する構造として例示した。しかし、高電圧回路基板 110A は、コンデンサモジュール 230 に近接して配置されればよく、コンデンサモジュール 230 の半導体モジュール 220 に対向する面に対して傾斜して配置する構造としてもよい。要は、複数の半導体モジュール 220 の配列方向を第 1 列と定義したとき、該第 1 列と平行な方向から投影したときの高電圧回路基板 110A の射影部が前記半導体モジュール 220 の射影部と重なるように配置されればよいものである。

20

【0074】

上記一実施の形態では、半導体モジュール 220 を 3 つ備えた構造として例示した。しかし、本発明は、半導体モジュール 220 をそれ以上備えている場合や、それ以下の場合にも、適用することができる。また、一実施の形態に示した半導体モジュール 220 の構造は、単なる一例であって、本発明は、どのような構造の半導体モジュール 220 に対しても適用が可能である。

【0075】

30

上記一実施の形態における DC - DC コンバータ装置 100 は、共振チョークコイル 160、チョークコイル 170、フィルタコイル 180、フィルタコンデンサ 190 を備えている構成として例示した。しかし、本発明は、DC - DC コンバータ装置 100 が、共振チョークコイル 160、チョークコイル 170、フィルタコイル 180、フィルタコンデンサ 190 のいずれか、またはすべてを備えていない場合であっても適用することができる。

【0076】

上記一実施の形態では、コンデンサモジュール 240 が搭載される流路形成体 240 のコンデンサモジュール取付部 242 に、導入側冷却流路 243a および導出側冷却流路 243c を設けた構造として例示した。しかし、コンデンサモジュール取付部 242 には、導入側冷却流路 243a または導出側冷却流路 243c の一方のみを設けるようにしてもよい。

40

【0077】

以上の説明は一例であり、本発明は上記実施形態に限定されない。電流センサ 280、交流ターミナル 270a、直流ターミナル 260 は、上記一実施の形態で示した側面とは異なる側面に配置してもよい。また、上述した如く、DC - DC コンバータ装置 100 は実装される電子部品の種類、数量が異なる構造で構成されるものであるから、実装される電子部品に応じて、その配置や実装構造を変形することが可能である。

要は、コンデンサモジュールは、複数の半導体モジュールと接続される第 1 の正負極端子と、高電圧回路基板と接続される第 2 の正負極端子とを備え、複数の半導体モジュール

50

の配列方向を第1列と定義したとき、高電圧回路基板は、第1列と平行な方向から投影したときの高電圧回路基板の射影部が半導体モジュールの射影部と重なるように配置されており、コンデンサモジュールの第1の正負極端子と第2の正負極端子とは、コンデンサモジュールの複数の半導体モジュールと対向する対向面から突出され、それらの端子接続面が複数の半導体モジュールの直流正負極端子の導体板接続面と対向するように設けられている構成であればよい。

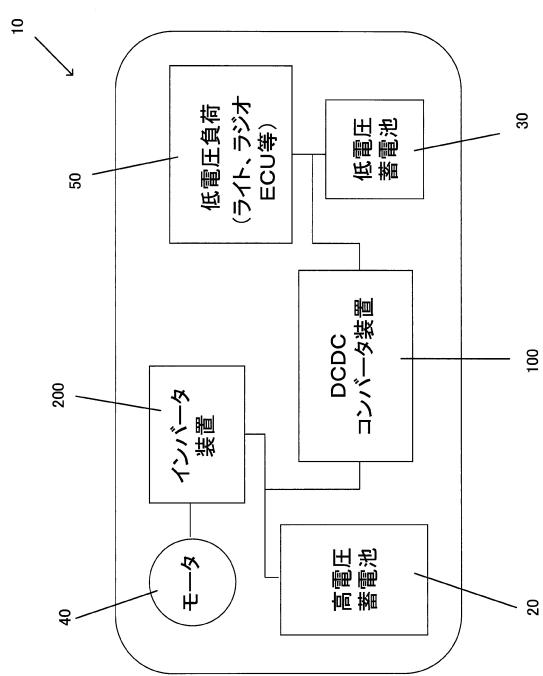
【符号の説明】

【0078】

1 0	車両	
1 0 0	D C - D C コンバータ装置 (コンバータ部)	10
1 1 0	高電圧回路部	
1 1 0 A	高電圧回路基板	
1 1 1	入力側高電圧端子	
1 1 2	入力側低電圧端子	
1 2 0	低電圧回路部	
1 2 0 A	低電圧回路基板	
1 3 0	平滑用コンデンサ	
1 4 0	コンバータ用制御回路部	
1 4 0 A	コンバータ用制御回路基板	
1 5 0	トランス	20
1 6 0	共振チョークコイル (共振コイル)	
1 7 0	チョークコイル	
1 8 0	フィルタコイル	
1 9 0	フィルタコンデンサ	
2 0 0	インバータ装置 (インバータ部)	
2 0 5	インバータ用制御回路部	
2 0 5 A	インバータ用制御回路基板	
2 2 0	半導体モジュール	
2 3 0	コンデンサモジュール	
2 3 0 a	コンデンサセル	30
2 3 0 b	収納空間	
2 3 0 c	コンデンサケース	
2 3 0 d	凹部	
2 3 0 e	正極側導体板	
2 3 0 f	負極側導体板	
2 3 0 g	ノイズ除去用コンデンサセル	
2 3 0 h	正極側コンデンサ端子 (第1の正極端子)	
2 3 0 i	負極側コンデンサ端子 (第1の負極端子)	
2 3 0 j	正極側電源端子	
2 3 0 k	負極側電源端子	40
2 3 0 l	正極側コンバータ端子 (第2の正極端子)	
2 3 0 m	負極側コンバータ端子 (第2の負極端子)	
2 4 0	流路形成体	
2 4 0 a	カバー部材	
2 4 0 b	開口部	
2 4 0 f	凹部 (第3の壁面)	
2 4 1	半導体モジュール取付部	
2 4 1 a	第1の側壁 (第2の壁面)	
2 4 1 b	第2の側壁	
2 4 2	コンデンサモジュール取付部	50

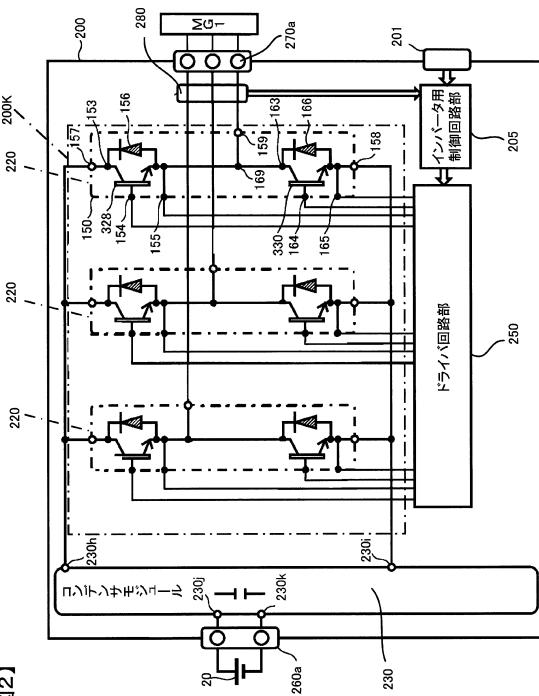
- | | |
|-----------|--------------|
| 2 4 2 a | 溝部 |
| 2 4 2 b | 上面（第1の壁面） |
| 2 4 3 | 冷却流路 |
| 2 4 3 a | 導入側冷却流路 |
| 2 4 3 b | 半導体モジュール冷却流路 |
| 2 4 3 c | 導出側冷却流路 |
| 2 4 3 d | 半導体素子冷却流路 |
| 2 4 5 | 凹部 |
| 2 5 0 | ドライバ回路部 |
| 3 0 0 | 電力変換装置 |
| H 1 ~ H 4 | M O S F E T |
| S 1 ~ S 4 | M O S F E T |

【図1】



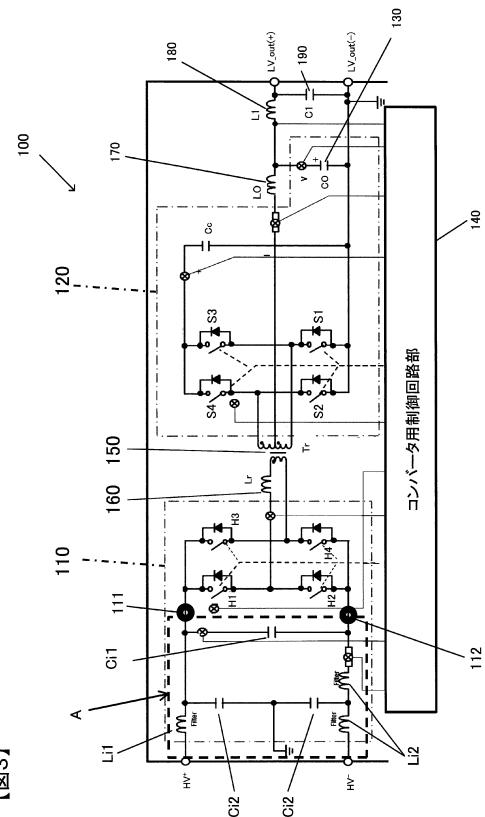
11

【図2】



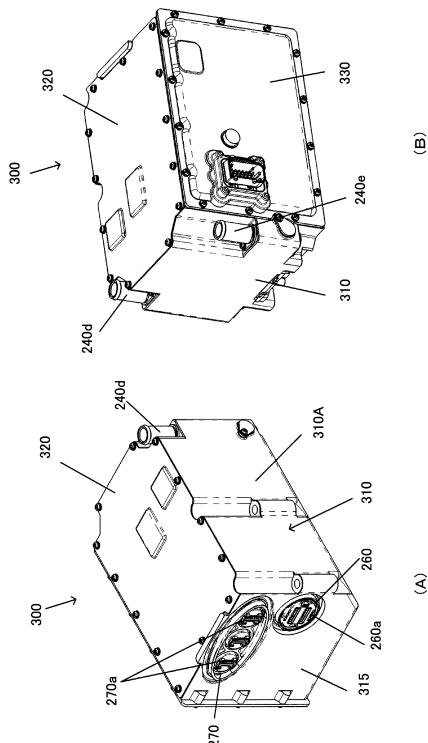
21

【図3】



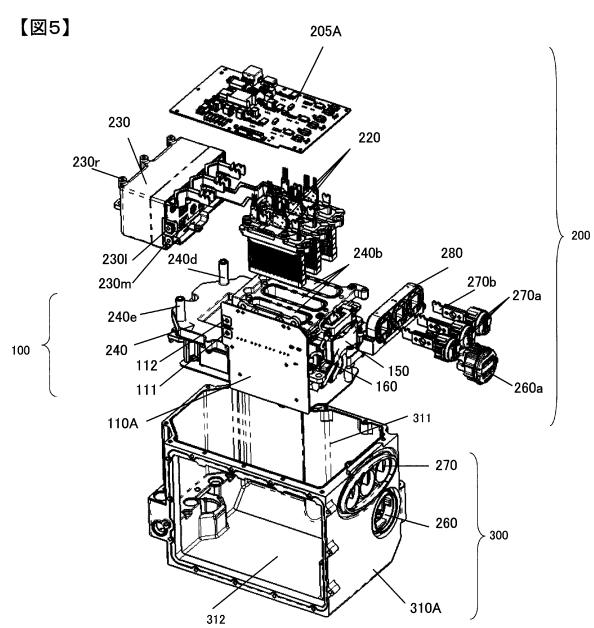
31

【図4】



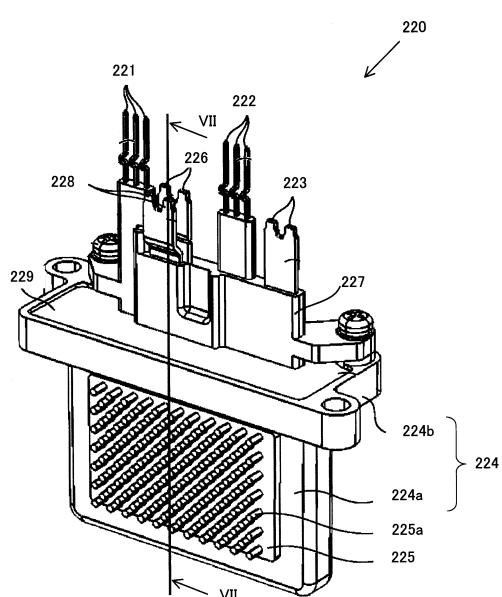
〔図4〕

【 図 5 】



【図5】

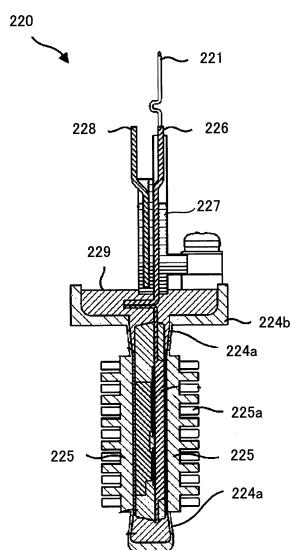
【図6】



【図6】

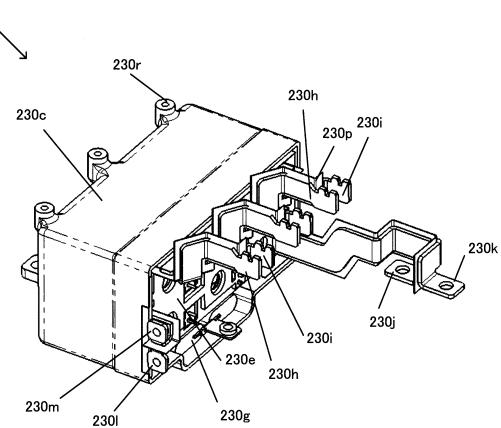
【図7】

【図7】

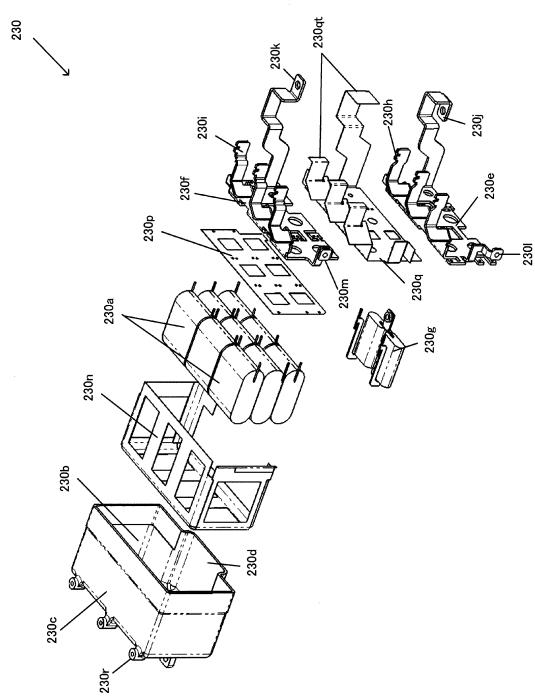


【図8】

【図8】

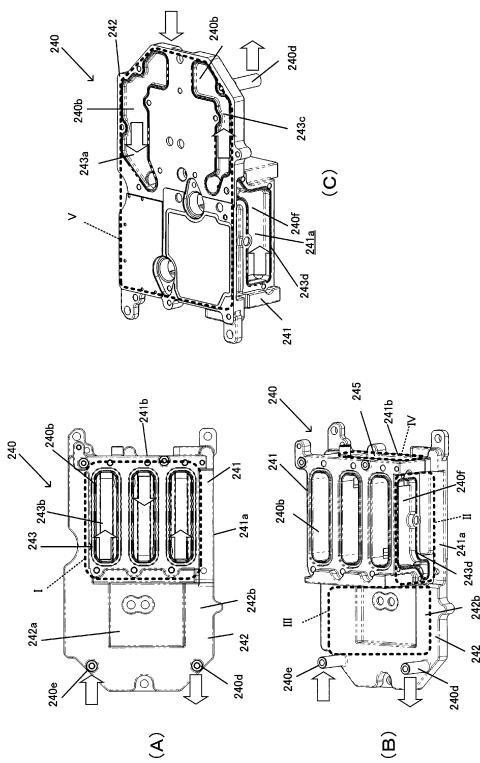


【図9】



【図9】

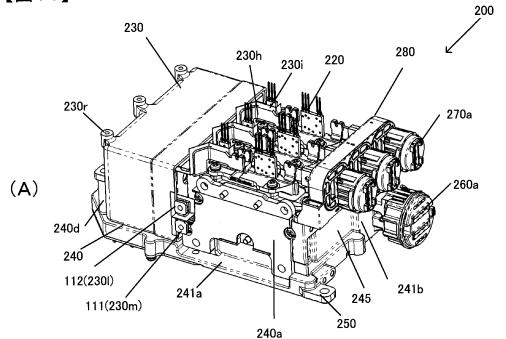
【図10】



【図10】

【図11】

【図11】

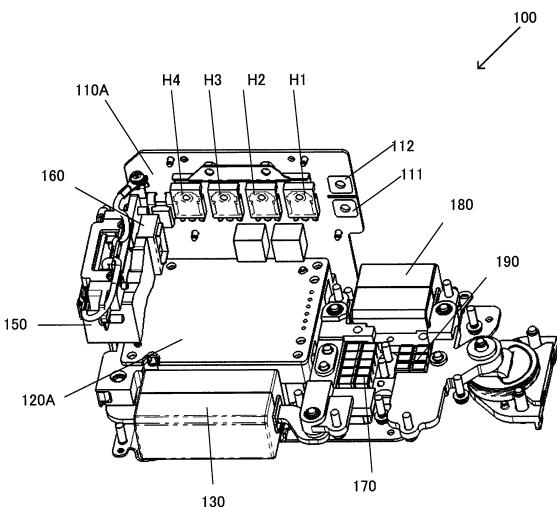


Exploded view diagram of the transmission assembly (B) showing various components labeled with part numbers:

- 230
- 230r
- 240d
- 240
- 230(112)
- 230m(111)
- 241a
- 243d
- 240f
- 230h
- 230i
- 220
- 280
- 270a
- 260a
- 245
- 241b

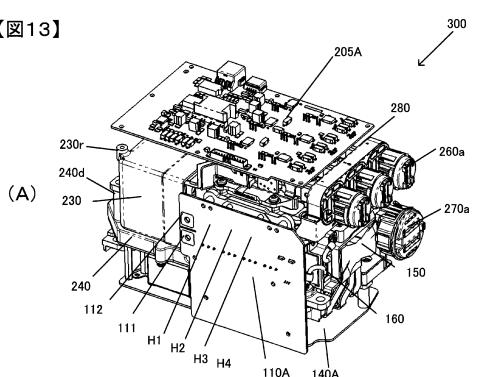
図 1 2 】

【図12】



【 図 1 3 】

【図13】

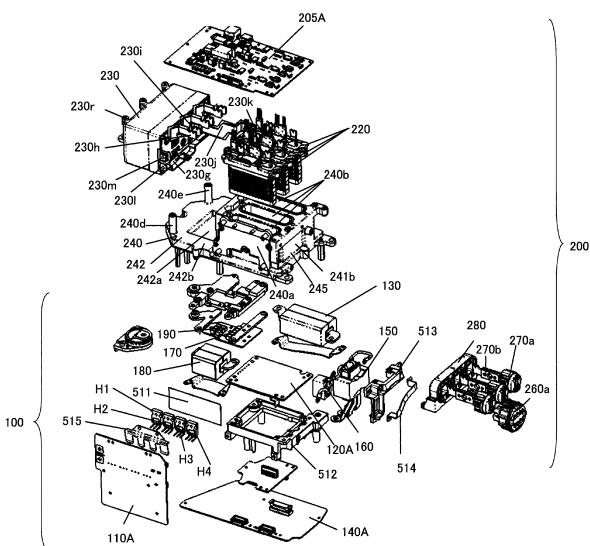


Exploded view diagram of the electronic device assembly (B) showing various components and their labels:

- 205A
- 280
- 260a
- 230r
- 240d
- 230
- 240
- 230l (112)
- 230m (111)
- H1
- H2
- H3
- H4
- 150
- 160
- 240a
- 140A
- 300

【 図 1 4 】

【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 石井 旭

茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内

(72)発明者 篠原 秀則

茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内

審査官 小原 正信

(56)参考文献 特開2013-211943(JP, A)

特開2012-161242(JP, A)

特開2013-094022(JP, A)

特開2012-157161(JP, A)

特開2013-062940(JP, A)

特開2012-210002(JP, A)

特開2012-139014(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 7 / 48

H02M 3 / 28