

(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 I

H02M 7/48 (2007.01)

H02M 7/48 Z

H02M 3/28 (2006.01)

H02M 3/28 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】

20

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。

【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、

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。

30

【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】

50

## 【 0 0 0 8 】

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】

## 【 0 0 0 9 】

【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V I I - V I I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、上方から見た平面図、(B)は上方から見た斜視図、(C)は、底面側から見た斜視図。

【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】

## 【 0 0 1 0 】

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に必要な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。

#### 【 0 0 1 1 】

[ 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 1 0 には、動力駆動用の高電圧蓄電池 2 0 と、インバータ装置（インバータ部）2 0 0 と、DC - DC コンバータ装置（コンバータ部）1 0 0 と、低電圧負荷 5 0 の補助電源としての低電圧蓄電池 3 0 とが搭載されている。

10

高電圧蓄電池 2 0 は、インバータ装置 2 0 0 と DC - DC コンバータ装置 1 0 0 に接続されている。インバータ装置 2 0 0 は、高電圧蓄電池 2 0 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 4 0 を駆動する。

#### 【 0 0 1 2 】

DC - DC コンバータ装置 1 0 0 は、高電圧蓄電池 2 0 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 2 0 0 の出力端子は、低電圧蓄電池 3 0 および低電圧負荷 5 0 に接続されており、車両 1 0 のライト、ラジオ、ECU などの低電圧負荷 5 0 へ電力供給を行ったり、低電圧蓄電池 3 0 を充電したりする。

20

#### 【 0 0 1 3 】

インバータ装置 2 0 0 と DC - DC コンバータ装置 1 0 0 とは、後述するように電力変換装置 3 0 0（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 3 0 0 は、車両 1 0 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。

#### 【 0 0 1 4 】

[ インバータ回路部 ]

図 2 を参照してインバータ装置 2 0 0 を説明する。インバータ装置 2 0 0 は、インバータ回路部 2 0 0 K と、コンデンサモジュール 2 3 0 と、直流ターミナル 2 6 0 a と、交流ターミナル 2 7 0 a とを備えている。インバータ回路部 2 0 0 K 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）3 2 8 及びダイオード 1 5 6 と、下アームとして動作する IGBT 3 3 0 及びダイオード 1 6 6 と、からなる上下アームの半導体モジュール 2 2 0 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。

30

上アームの IGBT 3 2 8 のコレクタ電極 1 5 3 は、正極端子 1 5 7 を介してコンデンサモジュール 2 3 0 の正極側のコンデンサ端子 2 3 0 h に、下アームの IGBT 3 3 0 のエミッタ電極は負極端子 1 5 8 を介してコンデンサモジュール 2 3 0 の負極側コンデンサ端子 2 3 0 i にそれぞれ電氣的に接続されている。

#### 【 0 0 1 5 】

40

なお、コンデンサモジュール 2 3 0 は、図 9 で詳細に説明する正極導体板 2 3 0 e と負極導体板 2 3 0 f とを備えている。正極導体板 2 3 0 e には、上述した半導体モジュール 2 2 0 の正極端子 1 5 7 に接続される正極出力端子 2 3 0 h と、後述するコンバータ装置 1 0 0 の高電圧回路部 1 1 0 の正極入力端子 1 1 1 に接続される正極出力端子 2 3 0 l とが設けられている。これらのコンデンサ正極出力端子 2 3 0 h、2 3 0 l のうち、コンデンサ正極出力端子 2 3 0 h を第 1 の正極端子と呼び、コンデンサ正極出力端子 2 3 0 l を第 2 の正極端子と呼ぶ。

同様に、負極導体板 2 3 0 f には、上述した半導体モジュール 2 2 0 の負極端子 1 5 8 に接続される負極出力端子 2 3 0 i と、後述するコンバータ装置 1 0 0 の高電圧回路部 1 1 0 の負極入力端子 1 1 2 に接続される負極出力端子 2 3 0 m とが設けられている。これ

50

らのコンデンサ負極出力端子 230 i, 230 mのうち、コンデンサ負極出力端子 230 i を第 1 の負極端子と呼び、コンデンサ負極出力端子 230 m 1 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ー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が発生し、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 270 a を介してモータジェネレータ MG1 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。

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氣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氣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 270 a 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 230 h と複数の負極側コンデンサ端子 230 i と、正極側電源端子 230 j と負極側電源端子 230 k 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 260 a を介して、正極側電源端子 230 j や負極側電源端子 230 k 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 230 h（第 1 の正極端子）や複数の負極側コンデンサ端子 230 i（第 1 の負極端子）から、インバータ回路部 200 K 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 230 j、230 k、および正・負極側コンデンサ端子 230 h、230 i の他、正・負極側コンバータ端子 230 l、230 m（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<sup>+</sup>とHV<sup>-</sup>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スとの間に介挿される 2つの Yキャパシタ Ci2 とを有している。また、ノーマルモードコイル Li1 と 2つの共通モードコイル 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

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構成とすることで、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C<sub>i1</sub>と2つの2つのYキャパシタC<sub>i2</sub>の機能をインバータ装置200のコンデンササモジュール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C<sub>i1</sub>、C<sub>i2</sub>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L<sub>i1</sub>と、2つのコモンモードコイルL<sub>i2</sub>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 H<sub>1</sub>~H<sub>4</sub>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(L<sub>r</sub>)が接続されており、この共振チョークコイル160(L<sub>r</sub>)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 H<sub>1</sub>~H<sub>4</sub>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 S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>で構成される二つの整流相と、チョークコイル170(L<sub>0</sub>)および平滑用コンデンサ130(C<sub>0</sub>)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 S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>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(L<sub>0</sub>)に接続され、チョークコイル170(L<sub>0</sub>)の出力側に平滑用コンデンサ130(C<sub>0</sub>)が接続されている。

20

#### 【0023】

低電圧回路部120は、MOSFET S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>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 S<sub>3</sub>、S<sub>4</sub>、およびアクティブクランプ用コンデンサC<sub>c</sub>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畳するノイズを除去するために、フィルタコイル180(L<sub>1</sub>)とフィルタコンデンサ190(C<sub>1</sub>)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-D  
C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

## 【 0 0 2 5 】

## [ インバータ装置 2 0 0 ]

図 1 1 ( A )、図 1 1 ( B ) には、組立状態のインバータ装置 2 0 0 の斜視図が図示されており、以下では、図 1 1 ( A )、図 1 1 ( B ) も参照して説明する。

インバータ装置 2 0 0 は、流路形成体 2 4 0、複数の半導体モジュール 2 2 0、コンデンサモジュール 2 3 0 およびインバータ用制御回路基板 2 0 5 A ( 図 1 4 参照 ) を備えている。また、インバータ装置 2 0 0 は、直流ターミナル 2 6 0 a、3 つの交流ターミナル 2 7 0 a および電流センサ 2 8 0 を備えている。

流路形成体 2 4 0 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 2 4 0 には、複数の半導体モジュール 2 2 0、コンデンサモジュール 2 3 0 およびインバータ用制御回路基板 2 0 5 A が取付けられる。直流ターミナル 2 6 0 a は、筐体 3 1 0 の本体部 3 1 0 A の直流側収納部 2 6 0 に収納され、後述するように、コンデンサモジュール 2 3 0 に接続される。3 つの交流ターミナル 2 7 0 a は、それぞれ、筐体 3 1 0 の本体部 3 1 0 A の交流側収納部 2 7 0 に収納され、交流接続バスバー 2 7 0 b を介して、対応する半導体モジュール 2 2 0 に接続される。

インバータ用制御回路基板 2 0 5 A は、図 2 のドライバ回路部 2 5 0 およびインバータ用制御回路部 2 0 5 を構成する回路部を備えている。

## 【 0 0 2 6 】

図 6 は、半導体モジュール 2 2 0 の外観斜視図であり、図 7 は、図 6 における V I I - V I I 線断面図である。

各半導体モジュール 2 2 0 は、電気伝導性を有する部材、例えばアルミ合金材料 ( A l , A l S i , A l S i C , A l - C 等 ) で構成されたモジュールケース 2 2 4 を有する。モジュールケース 2 2 4 は、上部が開口された薄箱形状のケース本体 2 2 4 a と、上部側に形成されたフランジ 2 2 4 b とを備えている。フランジ 2 2 4 b の外周は、ケース本体 2 2 4 a 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 2 2 4 a の側面から突出している。ケース本体 2 2 4 a は、表裏両面に形成された開口部に、複数の放熱用フィン 2 2 5 a が形成された放熱板 2 2 5 が接合されて構成されている。放熱板 2 2 5 は、放熱用フィン 2 2 5 a 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 2 2 4 a 内には、I G B T 3 2 8、3 3 0 およびダイオード 1 5 6、1 6 6 が収容され、絶縁樹脂 2 2 9 が充填されている。

## 【 0 0 2 7 】

半導体モジュール 2 2 0 は、絶縁樹脂 2 2 9 の上面から外部に延出され I G B T 3 2 8、3 3 0 に接続された複数の端子を有している。各端子は、I G B T 3 2 8 または 3 3 0 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、I G B T 3 2 8、3 3 0 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 2 2 1 は、図 2 に図示されたゲート電極 1 5 4 および信号用エミッタ電極 1 5 5 に対応する。信号端子 2 2 2 は、図 2 に図示されたゲート電極 1 6 4 およびエミッタ電極 1 6 5 に対応する。また、直流正極端子 2 2 6 は、図 2 に図示された正極端子 1 5 7 と同一の部材であり、直流負極端子 2 2 8 は、図 2 に図示された負極端子 1 5 8 と同一の部材である。また、交流端子 2 2 3 は、図 2 に図示された交流端子 1 5 9 と同一の部材である。

## 【 0 0 2 8 】

図 2 に図示されるように、直流正極端子 2 2 6 の導体板接続面は、コンデンサモジュール 2 3 0 の正極導体板 2 3 0 e に、すなわち、正極側コンデンサ端子 2 3 0 h に接続される。また、直流負極端子 2 2 8 の導体板接続面は、コンデンサモジュール 2 3 0 の負極導体板 2 3 0 f に、すなわち、負極側コンデンサ端子 2 3 0 i に接続される。また、交流端子 2 2 3 は、交流ターミナル 2 7 0 a を介して、モータジェネレータ M G 1 に交流電力を供給する。さらに、信号端子 2 2 1、2 2 2 は、それぞれ、ドライバ回路部 2 5 0 に接続される。

## 【 0 0 2 9 】

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

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) は上方から見た平面図であり、図 10(B) は上方から見た斜視図であり、図 10(C) は底面側から見た斜視図である。

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、M O S F E T H 1 ~ H 4 を冷却する領域 I I 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

50

4 bより一回り大きく形成されているので、流路形成体240の開口部240 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243内を流れる水や油などの冷媒のモジュールケース224内への侵入の防止と、冷却流路243の密封とを簡易な構造で達成している。

#### 【0034】

図10(A)、図10(B)、図10(C)に矢印により図示されているように、冷媒導入パイプ240 eから導入された冷媒は、導入側冷却流路243 aから、流路形成体240の領域Iに形成された半導体モジュール冷却流路243 bに導かれる。半導体モジュール冷却流路243 bでは、冷媒は、各半導体モジュール220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220を冷却する。冷媒は、さらに、半導体モジュール冷却流路243 bから、流路形成体240の領域IIに形成された半導体素子冷却流路243 dに流れる。この後、導出側冷却流路243 cから冷媒導出パイプ240 dに流れ、流路形成体240から外部に導出される。半導体素子冷却流路243 dについては後述する。

10

#### 【0035】

流路形成体240は、さらに、コンデンサモジュール230を冷却する領域III、トランス150等を冷却する領域IV、および低電圧回路部120の構成部品を冷却する領域Vを備えている。領域IIIは、コンデンサモジュール取付部242の上面242 bに、領域IVは、半導体モジュール取付部241のコンデンサモジュール取付部242の反対側の側面である第2の側壁241 bに、領域Vは、流路形成体240に、それぞれ、設けられている。

20

#### 【0036】

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243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る。半導体モジュール220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243 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243は、領域I~Vのそれぞれに対応する部分を通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。

#### 【0037】

30

(コンデンサモジュール230)

図8は、コンデンサモジュール230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230の分解斜視図である。

コンデンサモジュール230は、コンデンサケース230 c内に、複数のコンデンサセル230 aと、ノイズ除去用コンデンサセル230 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220に直流電力を供給する機能を有する。

コンデンサケース230 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230 bを内部に有する。収納空間230 bは、ほぼ直方体形状の下部側に凹部230 dが接続された形状を有しており、コンデンサケース230 cの下側面は、凹部230 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230 cの下側面は、凹部230 dの両側部において、凹部230 dの深さ分、収納空間230 bの高さが小さくなっている。

40

#### 【0038】

コンデンサケース230 cは、下側面の凹部230 dが流路形成体240のコンデンサモジュール取付部242の溝部242 a(図10参照)内に収容され、凹部230 dの両側部分をコンデンサモジュール取付部242の上面242 b(図10参照;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240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230 cは、流路形成体240に熱伝導可能に取り付けられている。コンデンサケース230 cは、ノイズ除去用コンデンサセル230 gが収容される凹部230 dを下面の中央部に形成し、この凹部230 dに対応す

50

る部分を流路形成体 240 の溝部 242 a 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 242 b 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 230 c の収納空間 230 b 内には、ボックス状の絶縁体 230 n が収納され、絶縁体 230 n 内には、複数のコンデンサセル 230 a が収容される。コンデンサセル 230 a 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 230 a の前面は、絶縁シート 230 p により覆われる。絶縁シート 230 p には各コンデンサセル 230 a 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 230 g は、コンデンサセル 230 a 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 230 c の凹部 230 d 内に収容される。ノイズ除去用コンデンサセル 230 g 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 230 p の前面には、正極側導体板 230 e と、絶縁部材 230 q と、負極側導体板 230 f とが配置される。

正極側導体板 230 e には、各コンデンサセル 230 a の正極リード端子およびノイズ除去用コンデンサセル 230 g の正極リード端子が接続される。正極側導体板 230 e 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 230 h が形成されている。各正極側コンデンサ端子 230 h 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 230 e には、直流ターミナル 260 a の正極端子に接続される正極側電源端子 230 j 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 230 e には、正極側コンバータ端子 230 l が形成されている。正極側コンバータ端子 230 l は、正極側導体板 230 e の一端側、DC - DC コンバータ装置 100 の高電圧回路基板 110 A 側に設けられており、高電圧回路基板 110 A と接続される。正極側コンバータ端子 230 l と高電圧回路基板 110 A との接続の詳細は後述する。

30

正極側導体板 230 e 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 230 h、正極側電源端子 230 j および正極側コンバータ端子 230 l は、コンデンサケース 230 c 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 230 f には、各コンデンサセル 230 a の負極リード端子およびノイズ除去用コンデンサセル 230 g の負極リード端子が接続される。負極側導体板 230 f 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 230 i が形成されている。各負極側コンデンサ端子 230 i 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 230 f には、直流ターミナル 260 a の負極端子に接続される負極側電源端子 230 k 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 230 f には、負極側コンバータ端子 230 m が形成されている。負極側コンバータ端子 230 m は、負極側導体板 230 f の一端側、DC - DC コンバータ装置 100 の高電圧回路基板 110 A 側に設けられている。負極側コンバータ端子 230 m は、正極側コンバータ端子 230 l 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 230 l と共に高電圧回路基板 110 A と接続される。負極側コン

50

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

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

10

コンデンサケース 230 c の収納空間 230 b 内には、不図示の封止樹脂が充填され、各コンデンサセル 230 a およびノイズ除去用コンデンサセル 230 g が封止される。しかし、正極側導体板 230 e および負極側導体板 230 f 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 241 a の凹部 240 f を覆うカバー部材 240 a 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 205 A (図 5 参照) は図示を省略されている。

20

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 242 b 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 230 c 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 205 A 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 205 A 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 205 A は、ねじ等の締結部材を、コンデンサケース 230 c 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 230 r 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 205 A は、コンデンサケース 230 c 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 205 A 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 230 c 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。

30

#### 【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 243 b (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 241 a に設けられた凹部 240 f は、不図示のシール部材を介してカバー部材 240 a により封止されており、凹部 240 f とカバー部材 240 a とにより半導体素子冷却流路 243 d が形成されている。

40

#### 【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 110 A 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、

50

コンバータ用制御回路基板 140A 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、弾性板 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 230l 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 230l、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）230j、230k 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】

40

コンデンサモジュール 230 の正・負極側コンバータ端子 230l、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

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内に收容され、それぞれの側面を凹部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、一对の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の外側から弾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内に收容され、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。

10

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 230l、230m が設けられている。正・負極側コンバータ端子 230l、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 230l、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。

20

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 230l、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 230l、230m の長さを短いものとすることができ、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。

30

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可能となる。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】

40

（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

50

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ていればよく、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てい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】

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。

30

【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。

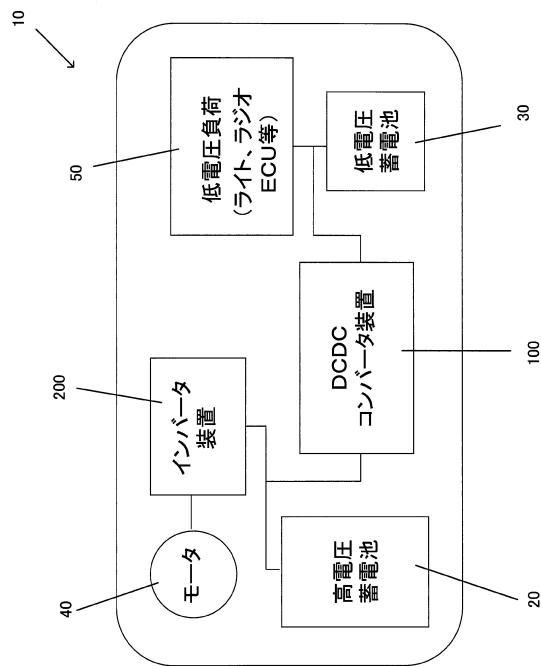
【符号の説明】

【 ０ ０ ７ ８ 】

１ ０	車両	
１ ０ ０	ＤＣ－ＤＣ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

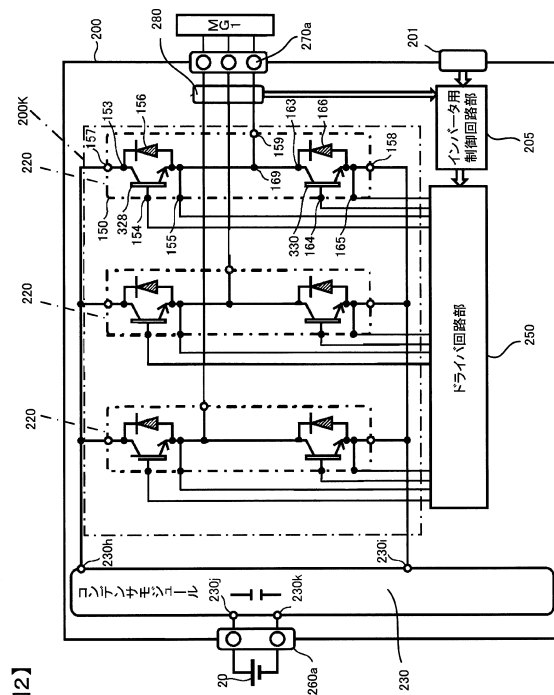
- 2 4 2 a 溝部  
 2 4 2 b 上面（第 1 の壁面）  
 2 4 3 冷却流路  
 2 4 3 a 導入側冷却流路  
 2 4 3 b 半導体モジュール冷却流路  
 2 4 3 c 導出側冷却流路  
 2 4 3 d 半導体素子冷却流路  
 2 4 5 凹部  
 2 5 0 ドライバ回路部  
 3 0 0 電力変換装置  
 H 1 ~ H 4 M O S F E T  
 S 1 ~ S 4 M O S F E T

【図 1】



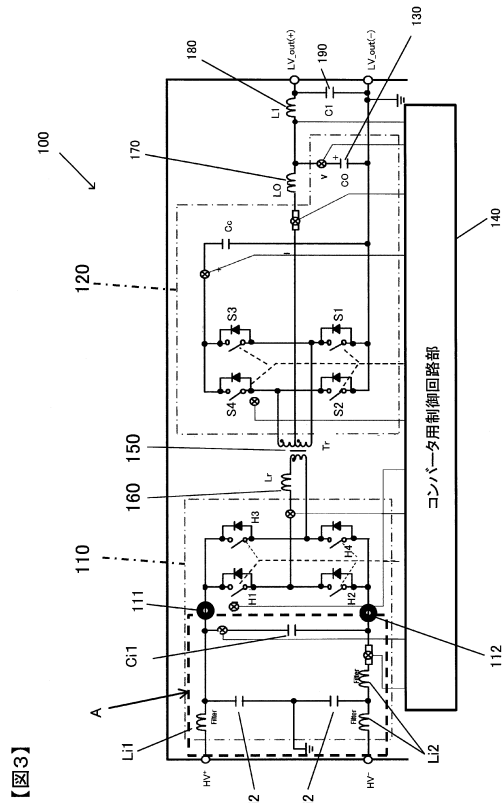
【図 1】

【図 2】

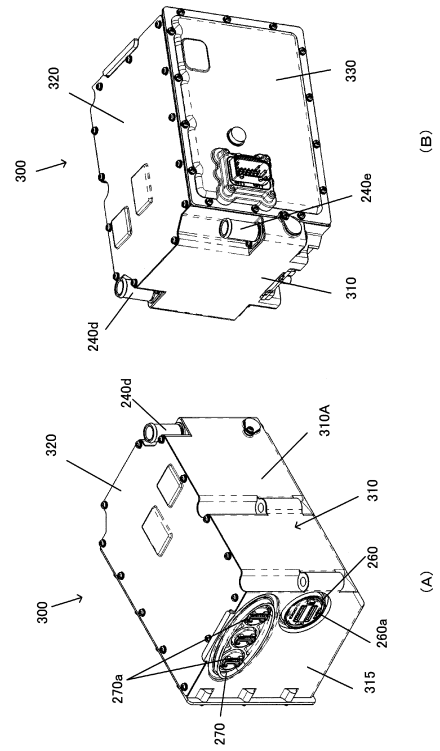


【図 2】

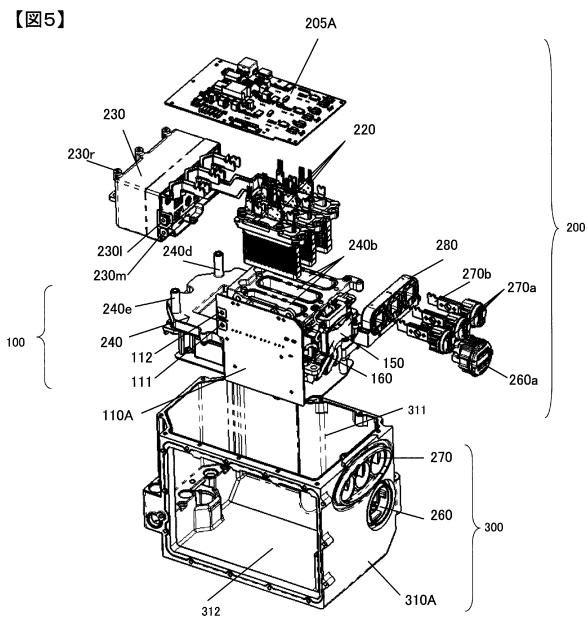
【図3】



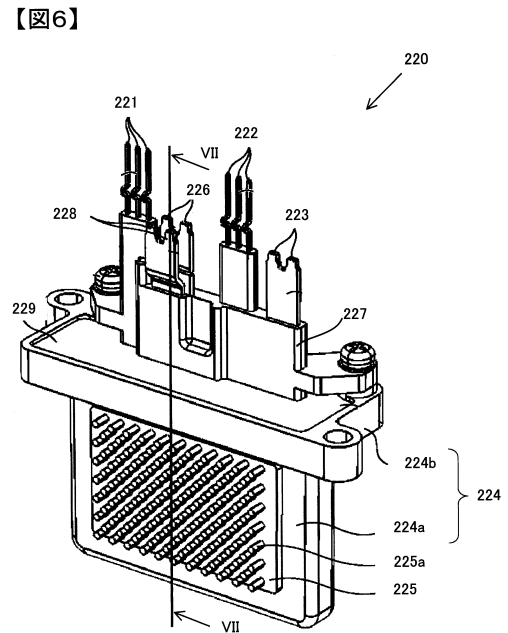
【図4】



【図5】

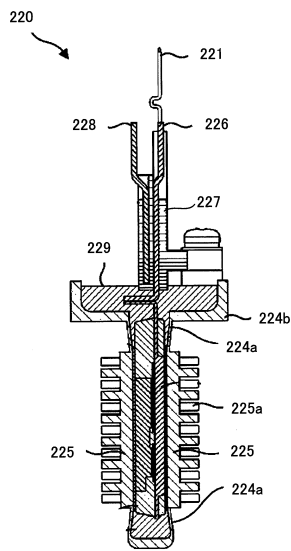


【図6】



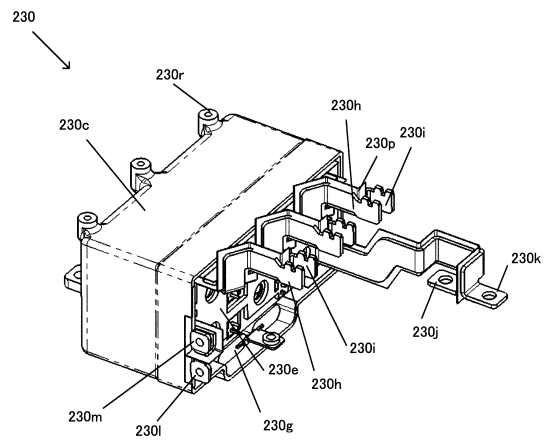
【図7】

【図7】

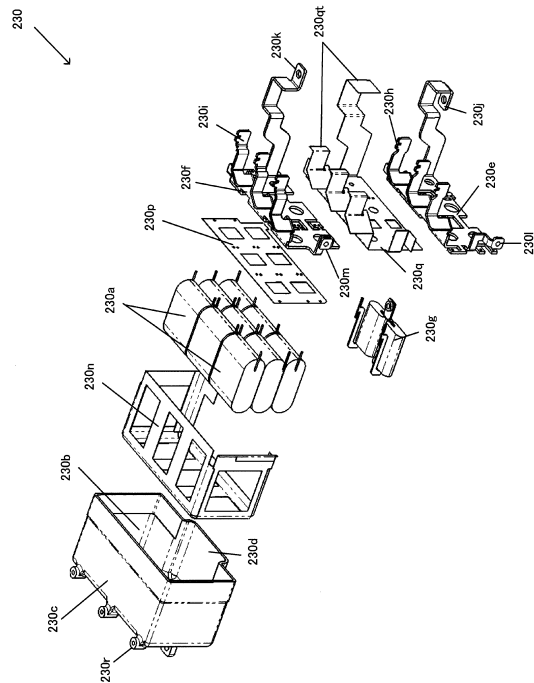


【図8】

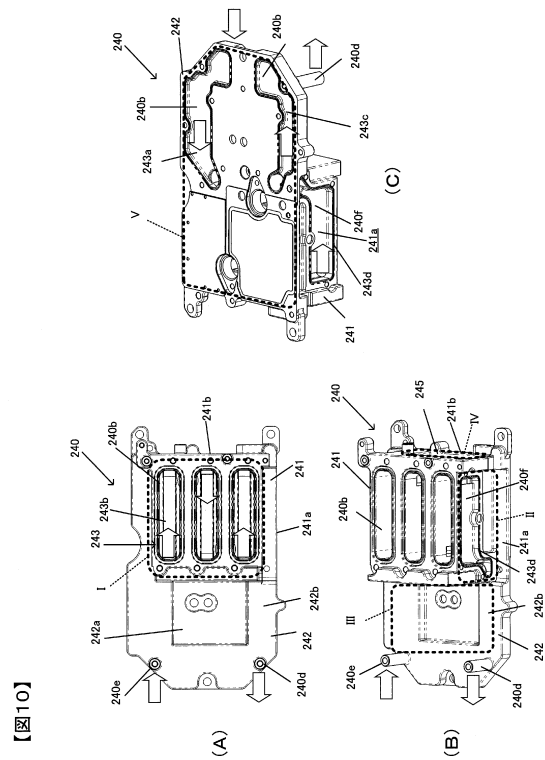
【図8】



【図9】

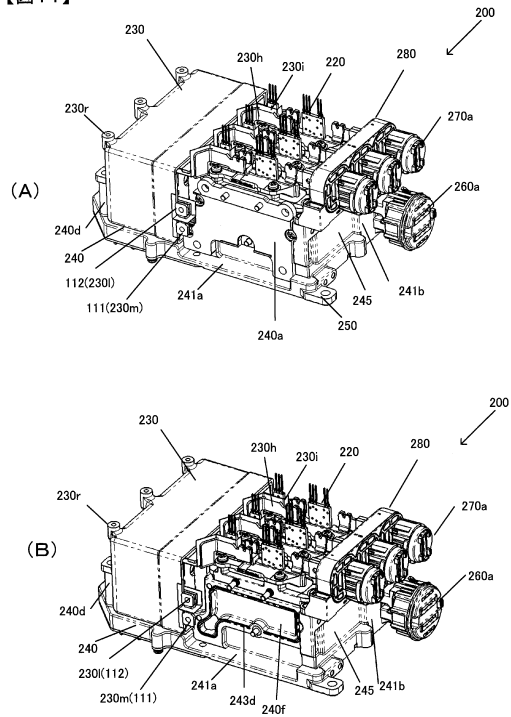


【図10】



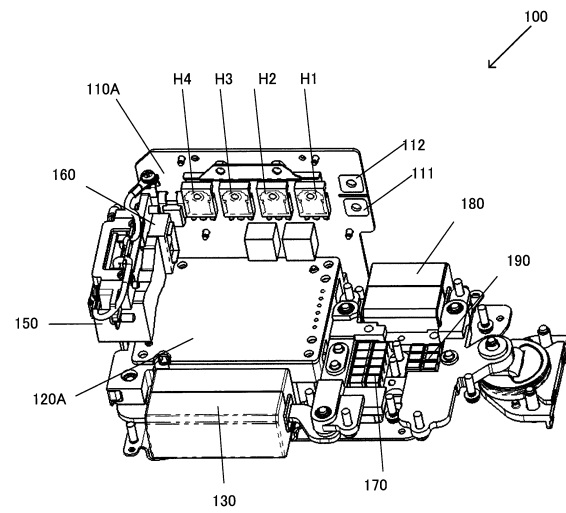
【図 11】

【図11】



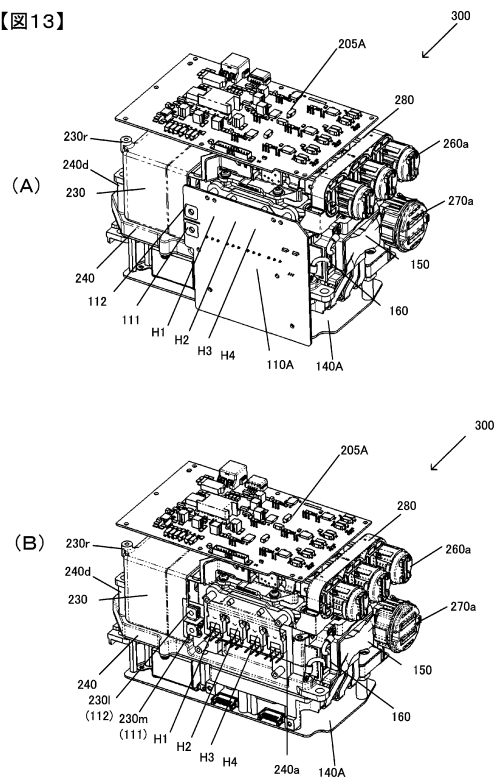
【図 12】

【図12】



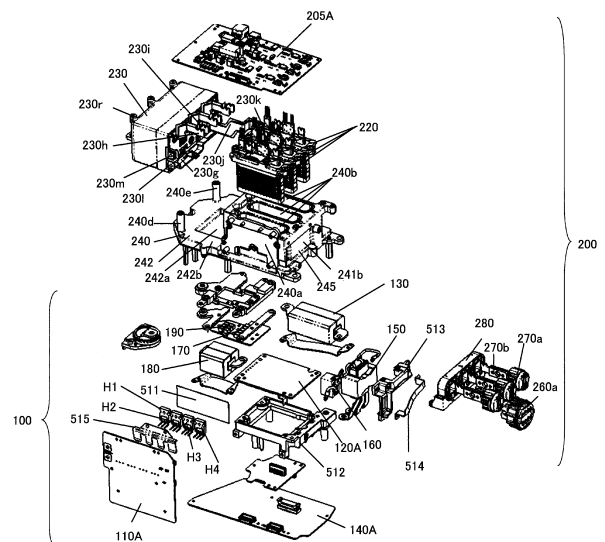
【図 13】

【図13】



【図 14】

【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 2 5 2 0 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 2 5 2 0 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 2 0 1 3 - 2 1 1 9 4 3 ( J P , A )

特開 2 0 1 2 - 1 6 1 2 4 2 ( J P , A )

特開 2 0 1 3 - 0 9 4 0 2 2 ( J P , A )

特開 2 0 1 2 - 1 5 7 1 6 1 ( J P , A )

特開 2 0 1 3 - 0 6 2 9 4 0 ( J P , A )

特開 2 0 1 2 - 2 1 0 0 0 2 ( J P , A )

特開 2 0 1 2 - 1 3 9 0 1 4 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 2 M 7 / 4 8

H 0 2 M 3 / 2 8