

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5508357号
(P5508357)

(45) 発行日 平成26年5月28日(2014.5.28)

(24) 登録日 平成26年3月28日(2014.3.28)

(51) Int.Cl. F1
H02M 7/48 (2007.01) H02M 7/48 Z

請求項の数 7 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2011-166987 (P2011-166987)	(73) 特許権者	509186579 日立オートモティブシステムズ株式会社
(22) 出願日	平成23年7月29日 (2011.7.29)		茨城県ひたちなか市高場2520番地
(65) 公開番号	特開2013-31330 (P2013-31330A)	(74) 代理人	100084412 弁理士 永井 冬紀
(43) 公開日	平成25年2月7日 (2013.2.7)	(72) 発明者	植竹 雅浩 茨城県ひたちなか市高場2477番地 株式会社日立カーエンジニアリング内
審査請求日	平成25年2月12日 (2013.2.12)	(72) 発明者	大島 謙二 群馬県伊勢崎市柏川町1671番地1 日立オートモティブシステムズ株式会社内
		審査官	安池 一貴

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】

直流電流を平滑化するコンデンサと、

前記直流電流を交流電流に変換するパワー半導体素子が有底筒状のモジュールケースに収納され、該モジュールケースの引出部から直流端子、交流端子および信号端子が引き出されているパワー半導体モジュールと、

前記コンデンサと前記直流端子とを接続するコンデンサバスバーと、

前記パワー半導体モジュールが挿入される第1冷媒流路が形成された第1流路形成体と、

前記コンデンサおよび前記コンデンサバスバーを冷却するための第2冷媒流路とが形成された第2流路形成体と、

底面上に前記第1および第2流路形成体が所定空間を隔てて並列配置され、前記所定空間と対向する底面領域に開口が形成されたケースと、を備え、

前記パワー半導体モジュールは、前記モジュールケースの引出部が前記第2流路形成体の前記所定空間に対向する面に配置されるように、前記第1冷媒流路に挿入され、

前記コンデンサバスバーは前記第2流路形成体から前記所定空間に引き出され、前記直流端子およびコンデンサバスバーは前記開口と対向する位置で接続されていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項2】

請求項1に記載の電力変換装置において、

10

20

前記パワー半導体モジュールは、前記パワー半導体素子を駆動するための駆動信号が入力される信号端子を有し、

前記駆動信号を出力する駆動回路が実装され、前記第1流路形成体に関して前記底面と反対側に、前記第1流路形成体と対向するように配置された回路基板を備え、

前記パワー半導体モジュールから前記所定空間に引き出された前記信号端子は、該所定空間において前記回路基板方向に伸延されて該回路基板と接続されていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項3】

請求項1に記載の電力変換装置において、

前記パワー半導体素子の駆動を制御するための制御信号を出力する制御回路、および前記制御信号に基づいて前記パワー半導体素子を駆動する駆動信号を出力する駆動回路の少なくとも一方が実装され、前記第2流路形成体に関して前記底面と反対側に、前記第2流路形成体と対向するように配置された回路基板を備え、

前記第2流路形成体には前記コンデンサおよび前記コンデンサバスバーが収納される凹部が形成され、該凹部の開口側が前記ケースの底面と対向するように形成されていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項4】

請求項3に記載の電力変換装置において、

前記回路基板と前記第2流路形成体との間に密着して配設される放熱シートを備えたことを特徴とする電力変換装置。

【請求項5】

請求項1に記載の電力変換装置において、

前記ケースは金属で形成されるとともに接地部を有し、

前記第1流路形成体は金属で形成されるとともに、前記底面と反対側の周面に突出するように形成された支持部を有し、

前記第1流路形成体の、前記底面と反対側の周面に固定され、前記パワー半導体モジュールに接続されて前記交流電流を装置外へ出力するための交流バスバーと、

前記パワー半導体素子の駆動を制御するための制御信号を出力する制御回路、および前記制御信号に基づいて前記パワー半導体素子を駆動する駆動信号を出力する駆動回路の少なくとも一方が実装され、前記交流バスバーと対向する位置に配置される回路基板と、

前記支持部に固定され、前記交流バスバーと前記回路基板との間に配置される電磁遮蔽板と、を備えたことを特徴とする電力変換装置。

【請求項6】

請求項1に記載の電力変換装置において、

前記第1流路形成体の、前記底面と反対側の周面に固定され、前記パワー半導体モジュールに接続されて前記交流電流を装置外へ出力するための交流バスバーと、

前記パワー半導体素子の駆動を制御するための制御信号を出力する制御回路、および前記制御信号に基づいて前記パワー半導体素子を駆動する駆動信号を出力する駆動回路が実装され、前記第1および第2流路形成体に関して前記底面と反対側に、前記交流バスバーおよび前記第2流路形成体と対向するように配置された回路基板と、を備え、

前記駆動回路は、前記回路基板において前記交流バスバーと対向する第1領域に実装され、

前記制御回路は、前記回路基板において前記第2流路形成体と対向する第2領域に実装されていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項7】

請求項1に記載の電力変換装置において、

前記コンデンサバスバーは、前記凹部内に収納された前記コンデンサと凹部壁面との間に配置されていることを特徴とする電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【0001】

本発明は、電気自動車（EV）やハイブリッド自動車（HEV）等に搭載される電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電気自動車（EV）やハイブリッド自動車（HEV）においては、バッテリーの電力により走行用回転電機を駆動するための電力変換装置を搭載している。電気自動車あるいはハイブリッド自動車用の電力変換装置においては、居住スペースの確保などの観点から、装置の小型化に対する要求が強い。

【0003】

また、電力変換装置からモータへ電力を供給する配線は短いほど良く、モータの近傍に配置するのが好ましい。例えば、モータの上下に配置される場合が多い。そのような配置の場合、上下方向の配置スペースを大きく取ることができず、電力変換装置の高さ寸法をなるべく小さく抑える必要がある。

【0004】

電力変換装置の配置スペースを小さくする方法としては、例えば、特許文献1に記載のように、モータステータの外周にパワーモジュールやコンデンサを搭載し、機電一体型とすることで小型化を図る方法がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2010-213447号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、モータステータにパワーモジュールやコンデンサを搭載する一体型の構成の場合、モータの機種毎に設計する必要があることや、レイアウト変更に対する自由度がない等の欠点がある。そこで、本発明が解決しようとする課題は、機電一体型ではない電力変換装置において、電力変換装置の高さ寸法をより薄くすることになる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係る電力変換装置は、直流電流を平滑化するコンデンサと、直流電流を交流電流に変換するパワー半導体素子が有底筒状のモジュールケースに収納され、モジュールケースの引出部から直流端子、交流端子および信号端子が引き出されているパワー半導体モジュールと、コンデンサと直流端子とを接続するコンデンサバスパーと、パワー半導体モジュールが挿入される第1冷媒流路が形成された第1流路形成体と、コンデンサおよびコンデンサバスパーを冷却するための第2冷媒流路とが形成された第2流路形成体と、底面上に第1および第2流路形成体が所定空間を隔てて並列配置され、所定空間と対向する底面領域に開口が形成されたケースと、を備え、パワー半導体モジュールは、モジュールケースの引出部が第2流路形成体の所定空間に対向する面に配置されるように、第1冷媒流路に挿入され、コンデンサバスパーは第2流路形成体から所定空間に引き出され、直流端子およびコンデンサバスパーは開口と対向する位置で接続されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、冷却性能に優れ、高さ寸法が小さく薄型の電力変換装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の一実施の形態の電力変換装置が搭載されたハイブリッド自動車の制御ブロックを示す図である。

10

20

30

40

50

- 【図2】車両における電力変換装置200の配置場所を示す模式図である。
- 【図3】インバータ回路140の電気回路の構成を説明する図。
- 【図4】電力変換装置200の外観斜視図である。
- 【図5】電力変換装置200の分解斜視図である。
- 【図6】パワーモジュールユニット5を示す斜視図である。
- 【図7】パワーモジュールユニット5の分解斜視図である。
- 【図8】パワー半導体モジュール300Uの斜視図である。
- 【図9】図8のA-A断面図である。
- 【図10】パワーモジュールの内蔵回路構成を示す回路図である。
- 【図11】モジュール構成体の斜視図である。 10
- 【図12】図11のB-B断面図である。
- 【図13】モールド樹脂348および配線絶縁部608を除去した状態のモジュール構成体を示す図である。
- 【図14】パワー半導体モジュール300U~300Wおよびバスバーホルダ800が装着された流路形成体12Aを示す図である。
- 【図15】コンデンサユニット4の斜視図である。
- 【図16】コンデンサユニット4の分解斜視図である。
- 【図17】流路形成体12Bを説明する図であり、ケース開口側から見た分解指図である。
- 【図18】流路形成体12Bを説明する図であり、ケース底面側から見た分解指図である。 20
- 【図19】複数のコンデンサ素子500aが接続されたコンデンサバスバー501を示す斜視図である。
- 【図20】図19に示すコンデンサバスバー501の裏面側を示す図である。
- 【図21】コンデンサバスバー501の分解斜視図である。
- 【図22】端子5001および端子5002と正極バスバー501Pおよび負極バスバー501Nとの接続を説明する図である。
- 【図23】コンデンサユニット4をケース底面側から見た図である。
- 【図24】ケース10へのコンデンサユニット4の組付けを説明する図である。
- 【図25】ケース10へのパワーモジュールユニット5の組付けを説明する図である。 30
- 【図26】コンデンサユニット4およびパワーモジュールユニット5が固定されたケース10の底面側を示す斜視図である。
- 【図27】図26に示す開口100A~100Cの部分の拡大図である。
- 【図28】流路形成体12A, 12B上に回路基板20が固定された状態を示す斜視図である。
- 【図29】図28のD-D断面図である。
- 【図30】電力変換装置200の第1の変形例を説明する斜視図である。
- 【図31】図30のE-E断面図である。
- 【図32】電力変換装置200の第2の変形例を説明する斜視図である。
- 【図33】図32のF-F断面図である。 40
- 【図34】回路基板20Bと流路形成体12Bのカバー1203との間に放熱シート1206を設けた場合の断面図である。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0010】
- 以下、図を参照して本発明を実施するための形態について説明する。図1は、ハイブリッド自動車(以下「HEV」と記述する)の制御ブロックを示す図である。なお、本実施の形態の電力変換装置は、HEVに限らず、PHEVあるいはEV等の車両に搭載される電力変換装置にも適用でき、さらには、建設機械等の車両に用いられる電力変換装置にも適用することができる。
- 【0011】 50

エンジン E G N およびモータジェネレータ M G 1 は車両の走行用トルクを発生する。また、モータジェネレータ M G 1 は回転トルクを発生するだけでなく、モータジェネレータ M G 1 に外部から加えられる機械エネルギーを電力に変換する機能を有する。モータジェネレータ M G 1 は、例えば同期機あるいは誘導機であり、上述のごとく、運転方法によりモータとしても発電機としても動作する。モータジェネレータ M G 1 を自動車に搭載する場合には、小型で高出力を得ることが望ましく、ネオジウムなどの磁石を使用した永久磁石型の同期電動機が適している。また、永久磁石型の同期電動機は誘導電動機に比べて回転子の発熱が少なく、この観点でも自動車用として優れている。

【 0 0 1 2 】

エンジン E G N の出力側の出力トルクは動力分配機構 T S M を介してモータジェネレータ M G 1 に伝達され、動力分配機構 T S M からの回転トルクあるいはモータジェネレータ M G 1 が発生する回転トルクは、トランスミッション T M およびデファレンシャルギア D E F を介して車輪に伝達される。一方、回生制動の運転時には、車輪から回転トルクがモータジェネレータ M G 1 に伝達され、供給されてきた回転トルクに基づいて交流電力を発生する。発生した交流電力は後述する電力変換装置 2 0 0 により直流電力に変換され、高電圧用のバッテリー 1 3 6 を充電し、充電された電力は再び走行エネルギーとして使用される。

【 0 0 1 3 】

次に電力変換装置 2 0 0 について説明する。電力変換装置 2 0 0 に設けられたインバータ回路 1 4 0 は、バッテリー 1 3 6 と直流コネクタ 1 3 8 を介して電氣的に接続されており、バッテリー 1 3 6 とインバータ回路 1 4 0 との相互において電力の授受が行われる。モータジェネレータ M G 1 をモータとして動作させる場合には、インバータ回路 1 4 0 は直流コネクタ 1 3 8 を介してバッテリー 1 3 6 から供給された直流電力に基づき交流電力を発生し、交流端子 1 8 8 を介してモータジェネレータ M G 1 に供給する。モータジェネレータ M G 1 とインバータ回路 1 4 0 からなる構成は電動発電ユニットとして動作する。

【 0 0 1 4 】

なお、本実施形態では、バッテリー 1 3 6 の電力によって電動発電ユニットを電動ユニットとして作動させることにより、モータジェネレータ M G 1 の動力のみによって車両の駆動ができる。さらに、本実施形態では、電動発電ユニットを発電ユニットとしてエンジン E G N の動力或いは車輪からの動力によって作動させて発電させることにより、バッテリー 1 3 6 の充電ができる。

【 0 0 1 5 】

また、図 1 では省略したが、バッテリー 1 3 6 はさらに補機用のモータを駆動するための電源としても使用される。補機用のモータとしては例えば、エアコンディショナーのコンプレッサを駆動するモータ、あるいは制御用の油圧ポンプを駆動するモータである。バッテリー 1 3 6 から直流電力が補機用パワーモジュールに供給され、補機用パワーモジュールは交流電力を発生して補機用のモータに供給する。補機用パワーモジュールはインバータ回路 1 4 0 と基本的には同様の回路構成および機能を持ち、補機用のモータに供給する交流の位相や周波数、電力を制御する。なお、電力変換装置 2 0 0 は、インバータ回路 1 4 0 に供給される直流電力を平滑化するためのコンデンサ 5 0 0 を備えている。

【 0 0 1 6 】

電力変換装置 2 0 0 は、上位の制御装置から指令を受けたりあるいは上位の制御装置に状態を表すデータを送信したりするための通信用のコネクタ 2 1 を備えている。電力変換装置 2 0 0 は、コネクタ 2 1 から入力される指令に基づいて制御回路 1 7 2 でモータジェネレータ M G 1 の制御量を演算し、さらに、モータジェネレータ M G 1 をモータとして運転するか発電機として運転するか演算する。電力変換装置 2 0 0 は、その演算結果に基づいて制御パルスを発生し、発生した制御パルスをドライバ回路 1 7 4 へ供給する。ドライバ回路 1 7 4 は、供給された制御パルスに基づいて、インバータ回路 1 4 0 を制御するための駆動パルスを発生する。

【 0 0 1 7 】

図2は、車両における電力変換装置200の配置場所を模式的に示したものである。車両前方方向からエンジンEGN、トランスミッションTMの順に配置され、電力変換装置200はトランスミッションTMの下方に配置されている。トランスミッションTMのケース内前方（電力変換装置200の上方）には、モータジェネレータMG1が配置されている。省スペースの観点から、電力変換装置200の配置スペースは小さいほど良い。

【0018】

また、電力変換装置200からモータジェネレータMG1へ電力を供給する配線は短いほど良く、電力変換装置200はモータジェネレータMG1の近傍に配置するのが好ましい。そのため、電力変換装置200は、図2に示すようなトランスミッションTMの下部のように狭いスペースに配置される場合が多く、電力変換装置200の小型化・薄型化が望まれている。なお、図2の配置は一例を示したものであり、トランスミッションTMのケース内エンジン側に設けたり、ベルハウジングに内蔵したりする。

10

【0019】

次に、図3を用いてインバータ回路140の電気回路の構成を説明する。なお、以下で半導体素子として絶縁ゲート型バイポーラトランジスタを使用しており、以下略してIGBTと記す。上アームとして動作するIGBT328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とで、上下アームの直列回路150が構成される。インバータ回路140は、この直列回路150を、出力しようとする交流電力のU相、V相、W相の3相に対応して備えている。

【0020】

20

これらの3相は、この実施の形態ではモータジェネレータMG1の電機子巻線の3相の各相巻線に対応している。3相のそれぞれの上下アームの直列回路150においては、直列回路の中間部分である中間電極169は、交流端子159、交流バスバー802、交流端子188を介してモータジェネレータMG1に接続されている。直列回路150から出力される交流電流は、中間電極169から上記経路によりモータジェネレータMG1へ出力される。

【0021】

上アームのIGBT328のコレクタ電極153は、直流正極端子157を介してコンデンサ500の正極側のコンデンサ端子506に電氣的に接続されている。また、下アームのIGBT330のエミッタ電極は、直流負極端子158を介してコンデンサ500の負極側のコンデンサ端子504に電氣的に接続されている。

30

【0022】

上述のように、制御回路172は上位の制御装置からコネクタ21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140の各相の直列回路150の上アームあるいは下アームを構成するIGBT328やIGBT330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174に供給する。

【0023】

ドライバ回路174は、上記制御パルスに基づき、各相の直列回路150の上アームあるいは下アームを構成するIGBT328やIGBT330へ駆動パルスを供給する。IGBT328やIGBT330は、ドライバ回路174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、バッテリー136から供給された直流電力を三相交流電力に変換する。この変換された電力はモータジェネレータMG1に供給される。

40

【0024】

IGBT328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とを備えている。また、IGBT330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とを備えている。ダイオード156は、コレクタ電極153とエミッタ電極155との間に電氣的に接続されている。また、ダイオード166は、コレクタ電極163とエミッタ電極165との間に電氣的に接続されている。

【0025】

スイッチング用パワー半導体素子としては金属酸化物半導体型電界効果トランジスタ(

50

以下略してMOSFETと記す)を用いてもよい、この場合はダイオード156やダイオード166は不要となる。スイッチング用パワー半導体素子として、IGBTは直流電圧が比較的高い場合に適していて、MOSFETは直流電圧が比較的低い場合に適している。

【0026】

コンデンサ500に関して、正極側のコンデンサ端子506と負極側のコンデンサ端子504と正極側の電源端子509と負極側の電源端子508とが設けられている。バッテリー136からの高電圧の直流電力は、直流コネクタ138を介して正極側の電源端子509や負極側の電源端子508に供給され、コンデンサ500の正極側のコンデンサ端子506および負極側のコンデンサ端子504から、インバータ回路140へ供給される。

10

【0027】

一方、インバータ回路140によって交流電力から変換された直流電力は、正極側のコンデンサ端子506や負極側のコンデンサ端子504からコンデンサ500に供給される。また、直流電力は、正極側の電源端子509や負極側の電源端子508から直流コネクタ138を介してバッテリー136に供給され、バッテリー136に蓄積される。

【0028】

制御回路172は、IGBT328及びIGBT330のスイッチングタイミングを演算処理するためのマイクロコンピュータ(以下、「マイコン」と記述する)を備えている。マイコンへの入力情報としては、モータジェネレータMG1に対して要求される目標トルク値、直列回路150からモータジェネレータMG1に供給される電流値、及びモータジェネレータMG1の回転子の磁極位置がある。

20

【0029】

目標トルク値は、不図示の上位制御装置から出力された指令信号に基づくものである。電流値は、後述する電流センサモジュール180による検出信号に基づいて検出されたものである。磁極位置は、モータジェネレータMG1に設けられたレゾルバなどの回転磁極センサ(不図示)から出力された検出信号に基づいて検出されたものである。本実施形態では、電流センサモジュール180は3相の電流値を検出する場合を例に挙げているが、2相分の電流値を検出するようにし、演算により3相分の電流を求めても良い。

【0030】

制御回路172内のマイコンは、目標トルク値に基づいてモータジェネレータMG1のd軸、q軸の電流指令値を演算し、この演算されたd軸、q軸の電流指令値と、検出されたd軸、q軸の電流値との差分に基づいてd軸、q軸の電圧指令値を演算し、この演算されたd軸、q軸の電圧指令値を、検出された磁極位置に基づいてU相、V相、W相の電圧指令値に変換する。そして、マイコンは、U相、V相、W相の電圧指令値に基づく基本波(正弦波)と搬送波(三角波)との比較に基づいてパルス状の変調波を生成し、この生成された変調波をPWM(パルス幅変調)信号としてドライバ回路174に出力する。

30

【0031】

ドライバ回路174は、下アームを駆動する場合、PWM信号を増幅したドライブ信号を、対応する下アームのIGBT330のゲート電極に出力する。また、ドライバ回路174は、上アームを駆動する場合、PWM信号の基準電位のレベルを上アームの基準電位のレベルにシフトしてからPWM信号を増幅し、これをドライブ信号として、対応する上アームのIGBT328のゲート電極にそれぞれ出力する。

40

【0032】

また、制御回路172内のマイコンは、異常検知(過電流、過電圧、過温度など)を行い、直列回路150を保護している。このため、制御回路172にはセンシング情報が入力されている。例えば、各アームの信号用のエミッタ電極155及び信号用のエミッタ電極165からは各IGBT328とIGBT330のエミッタ電極に流れる電流の情報が、対応する駆動部(IC)に入力されている。これにより、各駆動部(IC)は過電流検知を行い、過電流が検知された場合には対応するIGBT328、IGBT330のスイッチング動作を停止させ、対応するIGBT328、IGBT330を過電流から保護す

50

る。

【 0 0 3 3 】

直列回路 1 5 0 に設けられた温度センサ（不図示）からは、直列回路 1 5 0 の温度の情報がマイコンに入力されている。また、マイコンには直列回路 1 5 0 の直流正極側の電圧情報が入力されている。マイコンは、それらの情報に基づいて過温度検知及び過電圧検知を行い、過温度或いは過電圧が検知された場合には全ての I G B T 3 2 8 , I G B T 3 3 0 のスイッチング動作を停止させる。

【 0 0 3 4 】

図 4 は電力変換装置 2 0 0 の外観斜視図である。本実施の形態の電力変換装置 2 0 0 は、図 2 に示すような配置に対応するために、後述する構成を採用し電力変換装置 2 0 0 全体の高さ寸法を低く抑えている。ケース 1 0 は平面視形状が略矩形の金属製ケースであり、側面には冷却媒体（例えば、冷却水などが用いられ、以下では冷媒と記す）をケース内に流入させるための配管 1 3 と、冷媒を流出するための配管 1 4 が配設されている。5 0 8 , 5 0 9 は直流入力用の電源端子である。コネクタ 2 1 は、外部（例えば、上位制御装置）との接続のために設けられた信号用のコネクタである。

【 0 0 3 5 】

図 5 は、電力変換装置 2 0 0 の分解斜視図である。なお、図 5 では上カバー 3 の記載を省略した。ケース 1 0 内の図示左側には、コンデンサ 5 0 0 を収納するコンデンサユニット 4 がケース 1 0 の長手方向に沿うように配置されている。一方、ケース 1 0 内の図示右側には、図 2 に示したインバータ回路 1 4 0 が設けられているパワーモジュールユニット 5 が、コンデンサユニット 4 に対して平行に配置されている。コンデンサユニット 4 およびパワーモジュールユニット 5 の上方には、コネクタ 2 1 が取り付けられた回路基板 2 0 が配置されている。回路基板 2 0 には、図 3 に示した制御回路 1 7 2 およびドライバ回路 1 7 4 が実装されている。上カバー 3 は、ケース 1 0 の開口部を覆うようにボルト固定されている。

【 0 0 3 6 】

（パワーモジュールユニット 5 の説明）

図 6、7 はパワーモジュールユニット 5 を示す図であり、図 6 は斜視図、図 7 は分解斜視図である。パワーモジュールユニット 5 は、冷媒流路が形成されたケースである流路形成体 1 2 A と、バスバーホルダ 8 0 0 と、交流バスバー 8 0 2 U , 8 0 2 V , 8 0 2 W と、遮蔽板 5 0 と、電流センサモジュール 1 8 0 と、パワー半導体モジュール 3 0 0 U , 3 0 0 V , 3 0 0 W とを備えている。流路形成体 1 2 A は、後述するように冷媒が流れる冷媒流路を備え、流路形成体 1 2 A に設けられた部品を冷却する冷却器として機能するものである。

【 0 0 3 7 】

流路形成体 1 2 A は金属製（例えば、アルミ）の直方体形状ケースであって、長手方向の一端には冷媒流入用の配管 1 3 が設けられ、反対側の端面には冷媒排出用の配管 1 5 a が設けられている。流路形成体 1 2 A には冷媒が流れる冷媒流路 1 2 0 が形成されている。流路形成体 1 2 A の側面には、パワー半導体モジュール 3 0 0 U , 3 0 0 V , 3 0 0 W を冷媒流路 1 2 0 内に挿入するための開口 1 2 0 U , 1 2 0 V , 1 2 0 W が形成されている。パワー半導体モジュール 3 0 0 U , 3 0 0 V , 3 0 0 W を対応する開口 1 2 0 U , 1 2 0 V , 1 2 0 W に挿入し、それらを流路形成体 1 2 A に固定すると、各開口 1 2 0 U , 1 2 0 V , 1 2 0 W は封止される。各開口 1 2 0 U ~ 1 2 0 W の周囲には、封止のためのシール材 1 2 3 がそれぞれ設けられている。

【 0 0 3 8 】

バスバーホルダ 8 0 0 は絶縁性材料（例えば、絶縁性樹脂）で形成されており、図示上側（ケース 1 0 の開口側）には交流バスバー 8 0 2 を装着するための装着溝が形成されている。なお、図 7、8 では、U 相、V 相、W 相に対応した交流バスバーを符号 8 0 2 U , 8 0 2 V , 8 0 2 W で示しており、以下も同様である。交流バスバー 8 0 2 U ~ 8 0 2 W を、バスバーホルダ 8 0 0 の対応する装着溝に嵌め込んで所定位置に位置決めし、ビス止

10

20

30

40

50

めすることにより、交流バスバー 802U ~ 802W をバスバーホルダ 800 に固定する。交流バスバー 802U, 802V, 802W のパワー半導体モジュール 300U, 300V, 300W との接続部 8021, 8022, 8023 は、図示下側 (ケース 10 の底面側) に折れ曲がっている。

【0039】

バスバーホルダ 800 には電流センサモジュール 180 が固定されている。電流センサモジュール 180 には、交流バスバー 802U, 802V, 802W に対応して貫通孔 180U, 180V, 180W が形成されている。なお、図 7 では、貫通孔 180U は見えていない。各交流バスバー 802U ~ 802W は、それらの出力端側に対応する貫通孔 180U ~ 180W を貫通するように固定されている。電流センサモジュール 180 には、各貫通孔 180U, 180V, 180W に対応して電流センサ (例えば、ホールセンサを用いた電流センサ) が各々設けられており、それらの電流センサにより各交流バスバー 802U, 802V, 802W を流れる電流が各々検出される。

10

【0040】

交流バスバー 802U ~ 802W および電流センサモジュール 180 が装着されたバスバーホルダ 800 は、流路形成体 12A の上面に載置され、その面にネジ止めされる。その後、遮蔽板 50 が、流路形成体 12A の上面に形成された背の低い支柱 121 およびバスバーホルダ 800 上に、ネジ止めされる。遮蔽板 50 は、交流バスバー 802U ~ 802W の上部を覆うように設けられ (図 6 参照)、支柱 121、流路形成体 12A およびケース 10 を介して車両側の接地部位と電氣的に接続されている。流路形成体 12A の上面には支柱 121 とは別に、図 5 に示した回路基板 20 をビス固定するための背の高い支柱 122 が複数形成されている。この支柱 122 は、図 6 に示すように遮蔽板 50 よりも上方に突出している。

20

【0041】

(パワー半導体モジュール 300U ~ 300W の説明)

パワー半導体モジュール 300U ~ 300W の詳細を、図 8 ~ 13 を用いて説明する。図 2 に示したように、インバータ回路 140 には、U, V および W 相のそれぞれに関する直列回路 150 が設けられている。パワー半導体モジュール 300U には U 相の直列回路 150 が設けられ、パワー半導体モジュール 300V には V 相の直列回路 150 が設けられ、パワー半導体モジュール 300W には W 相の直列回路 150 が設けられている。パワー半導体モジュール 300U ~ 300W はいずれも同一構造を有しており、ここではパワー半導体モジュール 300U を例に説明する。

30

【0042】

図 8 はパワー半導体モジュール 300U の斜視図であり、図 9 は図 8 の A - A 断面図である。図 8 に示すように、パワー半導体モジュール 300U は直列回路 150 を構成する半導体素子 (IGBT 328, 330、ダイオード 156, 166) を、CAN 型冷却器である金属製のモジュールケース 304 内に封入したものである。ここで、CAN 型冷却器とは、一面 (図 8 の上端面) に設けられた挿入口を有する筒形状をした冷却用ケースである。

40

【0043】

モジュールケース 304 は有底筒状のケースであって、例えばアルミ合金材料 (Al, AlSi, AlSiC, Al-C 等) で構成され、かつ、つなぎ目の無い状態で一体に成形される。モジュールケース 304 は、端子類の引出部である挿入口以外に開口を設けない構造であり、挿入口の部分、すなわちモジュールケース 304 の上端にはフランジ 304B が設けられている。モジュールケース 304 は扁平なケースであり、モジュールケース 304 の表裏両面には冷却フィン 305 が形成された放熱壁 307 が設けられている。図 9 の断面図から分かるように、モジュールケース 304 の一方の面 (図 9 に示す左側の面) に形成された放熱壁 307 の周囲には、薄肉部 304A が形成されており、放熱壁 307 を反対側の放熱壁方向へ押圧することにより、一対の放熱壁 307 の間にモジュール構成体を挟み込むようにしている。

50

【 0 0 4 4 】

図9の断面図に示すように、モジュールケース304内には半導体素子および電極等から成るモジュール構成体が挿入され、モジュールケース304内の隙間には封止樹脂351が充填されている。モジュールケース304の挿入口部分からは、モジュール構成体に設けられた中継端子600が突出している。中継端子600は、直流正極端子157、直流負極端子158、交流端子159および信号端子325U、325L、336U、336Lを一体成型したものである。

【 0 0 4 5 】

図10は、パワーモジュールの内蔵回路構成を示す回路図である。上アーム側のIGBT328のコレクタ電極と上アーム側のダイオード156のカソード電極は、導体板315を介して接続される。導体板315には直流正極端子157が接続されている。IGBT328のエミッタ電極と上アーム側のダイオード156のアノード電極は、導体板318を介して接続される。IGBT328のゲート電極154には、3つの信号端子325Uが並列に接続されている。IGBT328の信号用エミッタ電極155には、信号端子336Uが接続されている。

10

【 0 0 4 6 】

一方、下アーム側のIGBT330のコレクタ電極と下アーム側のダイオード166のカソード電極は、導体板320を介して接続される。導体板320は中間電極169によって導体板318に接続されるとともに、交流端子159が接続されている。IGBT330のエミッタ電極と下アーム側のダイオード166のアノード電極は、導体板319を介して接続される。導体板319には、直流負極端子158が接続されている。IGBT330のゲート電極164には、3つの信号端子325Lが並列に接続されている。IGBT330の信号用エミッタ電極165には、信号端子336Lが接続されている。

20

【 0 0 4 7 】

図11～13はモジュール構成体を説明する図である。図11はモジュール構成体の斜視図であり、図12は図11のB-B断面図である。なお、B-B断面は、図8に示すA-A断面と同一部分の断面である。また、図13は、図11に示すモジュール構成体からモールド樹脂348および配線絶縁部608を除去した状態を示したものである。

【 0 0 4 8 】

半導体素子(IGBT328、330、ダイオード156、166)の各電極はチップの表裏面に形成されており、図13に示すように、上アームのIGBT328およびダイオード156は導体板315と導体板318とによって挟持されている。半導体素子の表裏面と導体板315、318との間にはシート状の金属接合材(たとえば、半田シート)が配置され、その金属接合材を溶融・固化させることによって、各半導体素子と導体板315、318とが固着される。同様に、下アームのIGBT330およびダイオード166は導体板319と導体板320とによって挟持されている。導体板318と導体板320とは中間電極169によって接続されている。

30

【 0 0 4 9 】

導体板315に接続された直流正極端子157は、図8のモジュールケース304のフランジ304Bが設けられている部分から立ち上がるように立設され、先端部分(接続部)が導体板318とは反対側に向くように途中から図の右方向にほぼ直角に折れ曲がっている。導体板319に接続された直流負極端子158も、直流正極端子157の場合と同様に途中から右方向にほぼ直角に折れ曲がっている。一方、導体板320に接続された交流端子159は、途中で折れ曲がることなくまっすぐ立設されている。

40

【 0 0 5 0 】

また、信号端子325U、325L、336U、336Lについては、直流正極端子157および直流負極端子158とは逆に、途中から導体板318方向に折れ曲がっている。すなわち、信号端子325U、325L、336U、336Lの先端部分(接続部)は、直流正極端子157および直流負極端子158の先端部分とは逆方向を向いている(図12参照)。

50

【 0 0 5 1 】

図 1 3 に示すモジュール構成体に対してトランスファーモールドを行うことにより、図 1 1 に示すように、導体板 3 1 5 , 3 1 8 , 3 1 8 , 3 2 0 で挟まれた半導体素子をモールド樹脂 3 4 8 で覆う。このとき、半導体素子を挟持した導体板 3 1 5 , 3 1 8 , 3 1 8 , 3 2 0 の外側の面は放熱面として機能するため、図 1 1 に示すようにモールド樹脂 3 4 8 から露出させておく。また、直流正極端子 1 5 7、直流負極端子 1 5 8、交流端子 1 5 9 および信号端子 3 2 5 U , 3 2 5 L , 3 3 6 U , 3 3 6 L は、配線絶縁部 6 0 8 によって一体化される。配線絶縁部 6 0 8 には、配線絶縁部 6 0 8 をモジュールケース 3 0 4 のフランジ 3 0 4 B に固定するための固定部 6 0 8 b が形成されている。固定部 6 0 8 b には、ビス固定用の貫通孔が形成されている。

10

【 0 0 5 2 】

図 1 1 , 1 2 に示した状態のモジュール構成体をモジュールケース 3 0 4 内に挿入し、放熱壁 3 0 7 の内周面が導体板 3 1 5 , 3 1 8 , 3 1 8 , 3 2 0 の露出面と密着するように、放熱壁 3 0 7 をケース内側方向へ押圧する。なお、導体板 3 1 5 , 3 1 8 , 3 1 8 , 3 2 0 と放熱壁 3 0 7 との間には、熱伝導性能に優れた絶縁シートが配置される。その後、モジュールケース 3 0 4 内の隙間空間に封止樹脂 3 5 1 を充填して固化させることにより、パワー半導体モジュール 3 0 0 U が完成する。

【 0 0 5 3 】

各パワー半導体モジュール 3 0 0 U ~ 3 0 0 W は、図 7 に示すように信号端子 3 2 5 U , 3 2 5 L , 3 3 6 U , 3 3 6 L が流路形成体 1 2 A のバスバーホルダ固定側、すなわち、ケース 1 0 の開口側を向くように流路形成体 1 2 A の開口 1 2 0 U ~ 1 2 0 W に固定される。その後、パワー半導体モジュール 3 0 0 U ~ 3 0 0 W を流路形成体 1 2 A に固定した後、交流バスバー 8 0 2 U ~ 8 0 2 W および電流センサモジュール 1 8 0 が装着されたバスバーホルダ 8 0 0 を、流路形成体 1 2 A の上面側に固定する。

20

【 0 0 5 4 】

図 1 4 は、パワー半導体モジュール 3 0 0 U ~ 3 0 0 W およびバスバーホルダ 8 0 0 が装着された流路形成体 1 2 A を示す図である。図 1 4 (a) は流路形成体 1 2 A の開口 1 2 0 U ~ 1 2 0 W が形成されている側、すなわちコンデンサユニット 4 に対向する側の側面図である。図 1 4 (b) は流路形成体 1 2 A の底面側を示す図である。図 1 4 において、図示下方がケース 1 0 の底面側であり、図示上方がケース 1 0 の開口側である。図 1 4 (a) に示すように、パワーモジュールユニット 5 において、直流正極端子 1 5 7、直流負極端子 1 5 8、交流端子 1 5 9、信号端子 3 3 5 U , 3 2 5 L , 3 3 6 U , 3 3 6 L は、全てコンデンサユニット 4 に対向する面に配置されている。直流正極端子 1 5 7、直流負極端子 1 5 8 はケース 1 0 の底部側に伸延しており、逆に、信号端子 3 3 5 U , 3 2 5 L , 3 3 6 U , 3 3 6 L はケース開口側に伸延している。

30

【 0 0 5 5 】

交流バスバー 8 0 2 U ~ 8 0 2 W のパワー半導体モジュール 3 0 0 U ~ 3 0 0 W との接続部 8 0 2 1 , 8 0 2 2 , 8 0 2 3 は、図 1 4 (a) に示すようにケース底部側に折れ曲がっている。バスバーホルダ 8 0 0 を流路形成体 1 2 A の上面に固定すると、接続部 8 0 2 1 ~ 8 0 2 3 の先端部は、パワー半導体モジュール 3 0 0 U ~ 3 0 0 W の各交流端子 1 5 9 に接触する。そして、この接触部分を溶接することにより、交流バスバー 8 0 2 U ~ 8 0 2 W がパワー半導体モジュール 3 0 0 U ~ 3 0 0 W に接続される。溶接後、バスバーホルダ 8 0 0 に遮蔽板 5 0 を固定する。その結果、図 6 に示すパワーモジュールユニット 5 が完成する。

40

【 0 0 5 6 】

(コンデンサユニット 4 の説明)

図 1 5、1 6 はコンデンサユニット 4 を示す図であり、図 1 5 は斜視図、図 1 6 は分解斜視図である。図 1 6 に示すように、コンデンサユニット 4 は、冷媒流路が形成されたケースである流路形成体 1 2 B、複数のコンデンサ素子 5 0 0 a、コンデンサバスバー 5 0 1、Y コンデンサ 4 0、放電抵抗 4 1 およびコンデンサ封止樹脂 4 2 を備えている。複数

50

のコンデンサ素子500aは、図2に示したコンデンサ500を構成するものであり、後述するようにコンデンサバスバー501に並列接続されている。なお、コンデンサ500は1以上のコンデンサ素子500aで構成されている。

【0057】

Yコンデンサ40はノイズ対策として設けられているものであり、DC入力側であるコンデンサバスバー501の電源端子508, 509に接続されている。放電抵抗41は、電力変換装置停止時にコンデンサ素子500aに溜まっている電荷を放電するために設けられたものであり、コンデンサバスバー501に接続される。コンデンサ封止樹脂42は、流路形成体12Bの収納部1201に収納されたコンデンサ素子500aおよびコンデンサバスバー501の全体をモールドする絶縁性の樹脂であり、図16に示す立方体形状は固化後の形状を示している。

10

【0058】

図17, 18は流路形成体12Bを説明する図である。図17, 18の矢印は、ケース10の底面側(ケース底部側)および開口側(ケース開口側)を示す。図17に示すように、流路形成体12Bのケース開口側には冷媒流路1202が形成されている。冷媒流路1202の入口には冷媒を取り入れるための配管15cが設けられ、冷媒流路1202の出口には冷媒排出用の配管14が設けられている。金属製の流路形成体12Bの底面には、冷媒流路1202を覆うように金属製のカバー1023が溶接される。カバー1023を取り付けることで冷媒流路1202のケース底部側が密封され、配管15cから流入した冷媒は、冷媒流路1202を通過して配管14から排出される。

20

【0059】

なお、流路形成体12Bの底面はケース10の開口側を向いており、底面には回路基板20を固定するための支柱124が複数形成されている。流路形成体12Bの長手方向の端面部分には、Yコンデンサ40を取り付けるための固定部1204が設けられている。Yコンデンサ40は固定部1204にビス止めされる。

【0060】

図18は、流路形成体12Bのケース底部側の形状を示す図である。流路形成体12Bのケース底部側には収納部1201を構成する凹部が形成されている。収納部1201の底部のケース開口側に、図17に示した冷媒流路1202が形成されている。流路形成体12Bの配管15cが設けられている側の端面部分には、放電抵抗41を取り付けるための固定部1205が形成されている。放電抵抗41は固定部1205にビス止めされる。冷媒流路1202が形成された流路形成体12Bは、それに固定される部品(コンデンサ素子500a、コンデンサバスバー501、Yコンデンサ40、放電抵抗41)を冷却するための冷却器として機能している。

30

【0061】

(コンデンサバスバー501の説明)

図19~22はコンデンサバスバー501を説明する図である。コンデンサバスバー501には複数のコンデンサ素子500aが接続されている。複数のコンデンサ素子500aは、コンデンサバスバー501上に載置されるように接続されている。図19は複数のコンデンサ素子500aが接続されたコンデンサバスバー501を示す斜視図である。図20は、図19に示すコンデンサバスバー501の裏面側を示す図である。図21はコンデンサバスバー501の分解斜視図である。図22はコンデンサバスバー501とコンデンサ素子500aとの接続を説明する図である。

40

【0062】

図21に示すように、コンデンサバスバー501は、正極バスバー501Pと負極バスバー501Nと絶縁シート501INとから成る。絶縁シート501INは、正極バスバー501Pと負極バスバー501Nとの間の絶縁のために設けられたものである。絶縁シート501INを間に挟むようにバスバー501P, 501Nを積層することにより、コンデンサバスバー501が構成される。そして、正極バスバー501Pの上に複数のコンデンサ素子500aが載置される。

50

【 0 0 6 3 】

正極バスバー 5 0 1 P には、正極側の電源端子 5 0 9 および正極側のコンデンサ端子 5 0 6 が設けられている。コンデンサ端子 5 0 6 は、パワーモジュールユニット 5 に設けられた各パワー半導体モジュール 3 0 0 U , 3 0 0 V , 3 0 0 W の直流正極端子 1 5 7 と正極バスバー 5 0 1 P とを接続するための端子であって、パワー半導体モジュール 3 0 0 U , 3 0 0 V , 3 0 0 W の直流正極端子 1 5 7 と対応する位置に 3 つ形成されている。

【 0 0 6 4 】

一方、負極バスバー 5 0 1 N には、負極側の電源端子 5 0 8 および負極側のコンデンサ端子 5 0 4 が設けられている。コンデンサ端子 5 0 4 は、パワーモジュールユニット 5 に設けられた各パワー半導体モジュール 3 0 0 U , 3 0 0 V , 3 0 0 W の直流負極端子 1 5 8 と負極バスバー 5 0 1 N とを接続するための端子であって、パワー半導体モジュール 3 0 0 U , 3 0 0 V , 3 0 0 W の直流負極端子 1 5 8 と対応する位置に 3 つ形成されている。

10

【 0 0 6 5 】

また、正極バスバー 5 0 1 P および負極バスバー 5 0 1 N のそれぞれには、積層状態のバスバー 5 0 1 P , 5 0 1 N を固定するための L 字部 5 0 5 , 5 0 7 が形成されている。L 字部 5 0 5 , 5 0 7 には貫通穴がそれぞれ形成されており、L 字部 5 0 5 , 5 0 7 は別部品であるターミナル部材 5 1 0 にそれぞれボルト固定される。その結果、図 2 0 に示すように、ターミナル部材 5 1 0 を介して、正極バスバー 5 0 1 P、絶縁シート 5 0 1 I N および負極バスバー 5 0 1 N が一体化される。ターミナル部材 5 1 0 は放電抵抗 4 1 の配線（図 1 6 参照）が接続され、放電抵抗 4 1 が正極バスバー 5 0 1 P および負極バスバー 5 0 1 N に接続される。

20

【 0 0 6 6 】

図 2 1 に示すように、コンデンサ素子 5 0 0 a にはフィルムコンデンサが用いられ、正極側の端子 5 0 0 1 および負極側の端子 5 0 0 2 がコンデンサ素子 5 0 0 a の両端面に設けられている。軸方向に並んだ 2 つのコンデンサ素子 5 0 0 a は、端子 5 0 0 1 が設けられた端面同士が対抗するように配置されている。正極側の端子 5 0 0 1 および負極側の端子 5 0 0 2 は、正極バスバー 5 0 1 P、絶縁シート 5 0 1 I N および負極バスバー 5 0 1 N を貫通してコンデンサバスバー 5 0 1 の裏面側に突出している（図 2 0 および図 2 2 参照）。

30

【 0 0 6 7 】

図 2 1 に示すように、負極側の端子 5 0 0 2 に対する正極バスバー 5 0 1 P の貫通穴 P 1 は、端子 5 0 0 2 が接触しないように大きく形成されている。一方、正極側の端子 5 0 0 1 に対する負極バスバー 5 0 1 N の貫通穴 P 2 および切り欠き P 3 は、端子 5 0 0 1 が接触しないように大きく形成されている。

【 0 0 6 8 】

図 2 2 は、端子 5 0 0 1 および端子 5 0 0 2 と正極バスバー 5 0 1 P および負極バスバー 5 0 1 N との接続を説明する図である。図 2 2 (a) はコンデンサバスバー 5 0 1 の底面側を示す図であり、図 2 2 (b) は側面図である。正極バスバー 5 0 1 P には、貫通する正極側の端子 5 0 0 1 と近接した位置に突起 5 0 1 1 がそれぞれ形成されている。そして、突起 5 0 1 1 と端子 5 0 0 1 とを溶接することにより、コンデンサ素子 5 0 0 a の正極側と正極バスバー 5 0 1 P とが接続される。同様に負極バスバー 5 0 1 N には、貫通する負極側の端子 5 0 0 2 と近接した位置に突起 5 0 1 2 がそれぞれ形成されている。突起 5 0 1 2 と端子 5 0 0 2 とを溶接することにより、コンデンサ素子 5 0 0 a の負極側と負極バスバー 5 0 1 N とが接続される。

40

【 0 0 6 9 】

端子 5 0 0 1 , 5 0 0 2 の溶接によって一体化されたコンデンサ素子 5 0 0 a およびコンデンサバスバー 5 0 1 は、図 1 6 に示すようにコンデンサバスバー 5 0 1 が収納部 1 2 0 1 の底部側となるように、流路形成体 1 2 B の収納部 1 2 0 1 に収納される。なお、収納部 1 2 0 1 の四隅には、コンデンサバスバー 5 0 1 の位置決め、および、コンデンサバ

50

スパー501と流路形成体12Bとの間の絶縁距離確保のために、樹脂ホルダー1207が配置される。その後、収納部1201にコンデンサ封止樹脂42を充填し、コンデンサ素子500aおよびコンデンサバスバー501を樹脂封止することで、図15に示したようなコンデンサユニット4が完成する。図23はコンデンサユニット4をケース底面側から見た図であり、図示上側がパワーモジュールユニット5側である。コンデンサユニット4は、パワーモジュールユニット5と対向する側面に正極側のコンデンサ端子506、負極側のコンデンサ端子504が突出するように配置されている。

【0070】

コンデンサユニット4およびパワーモジュールユニット5が完成したならば、まず、図24に示すようにコンデンサユニット4をケース10内にボルト固定する。その際、流路形成体12Bの配管14が設けられている端面とケース10との間に、ガスケット（例えば、リングシール）16bが配置される。ケース10の底面10aには、コンデンサユニット4のコンデンサ端子506、504が対向する位置に、開口100A、100B、100Cが大きく形成されている。

【0071】

その後、図25に示すように、パワーモジュールユニット5をケース10にボルト固定する。その際、流路形成体12Aの配管14が設けられている端面とケース10との間に、ガスケット16bと同様のガスケット16aが配置される。流路形成体12Aの配管15aと流路形成体12Bの配管15cとは、配管15bによって連結される。

【0072】

図5に示したように、コンデンサユニット4はケース10の一方の長辺側に配置され、パワーモジュールユニット5はケース10の他方の長辺側に配置されている。コンデンサユニット4およびパワーモジュールユニット5は、流路形成体12Bと流路形成体12Aとの間に所定空間Sが設けられるように配置されている。信号端子325U、325L、336U、336Lは、モジュールケース304からこの所定空間S側に引き出され、ケース10の開口側（上カバー3側）に伸延するように折れ曲がっている。この所定空間Sの下部にはケース10の底面10aに形成された開口100A、100B、100C（図24参照）が配置されている。

【0073】

図26は、コンデンサユニット4およびパワーモジュールユニット5が固定されたケース10の底面側を示す斜視図である。また、図27は、図26の開口100A～100Cの部分を拡大して示したものである。ケース10内にコンデンサユニット4およびパワーモジュールユニット5を固定したならば、コンデンサユニット4のコンデンサバスバー501に設けられているコンデンサ端子504、506と、パワーモジュールユニット5の各パワー半導体モジュール300U～300Wの直流正極端子157および直流負極端子158とを溶接により接続する。なお、ケース10には車両側の接地部位と接続される接地部が設けられる。本実施の形態では、金属製のケース10が接地部を兼ねていて、例えば、ケース10の底面が車両側の接地部位と接触するように搭載される。接地部は、車両側の接地部位の位置や形状に応じて設けられるものであり、例えば、ケース10の外周面にリブとして形成される場合もある。

【0074】

コンデンサ端子504、506、直流正極端子157および直流負極端子158は、各流路形成体12A、12Bから所定空間S方向に引き出され、途中からケース底部側に折り曲げられている。コンデンサユニット4およびパワーモジュールユニット5をケース10に固定すると、図27に示すように、負極側のコンデンサ端子504の接続部と直流負極端子158の接続部、および、正極側のコンデンサ端子506と直流正極端子157は、それぞれ近接して配置される。そして、開口100A～100Cから溶接治具を各端子に近づけて、負極側のコンデンサ端子504と直流負極端子158、および、正極側のコンデンサ端子506と直流正極端子157とをそれぞれ溶接接続する。このように、ケース10の底面10aに形成された開口100A～100Cの近傍にコンデンサ端子504

10

20

30

40

50

、506、直流正極端子157および直流負極端子158が配置されるように構成されているので、ケース底面側からの溶接作業を容易に行うことができ、溶接作業の効率向上を図ることができる。

【0075】

溶接後、図26に示すように、溶接部に絶縁キャップ112を装着する。そして、開口100A～100Cを覆うアンダーカバー11を、ケース10の底面10aにボルト固定する。アンダーカバー11とケース底部との間には、封止用のシール材111が配置される。

【0076】

一方、ケース10のケース開口側には、流路形成体12A、12Bに形成された支柱122、124の上に回路基板20がビス固定される。図28は、流路形成体12A、12B上に回路基板20が固定された状態を示す斜視図である。流路形成体12A、12B間に設けられた所定空間S（図5参照）においては、信号端子325U、325L、336U、336Lがケース開口方向に伸延している。回路基板20を支柱122、124上に載置する際には、各信号端子325U、325L、336U、336Lの先端部が回路基板20に形成されたスルーホールを貫通するように載置する。そして、各信号端子325U、325L、336U、336Lを回路基板20に半田付けする。

【0077】

図29は図28のD-D断面図である。ケース10の図示左側にコンデンサユニット4が収納され、ケース10の図示右側にパワーモジュールユニット5が収納されている。コンデンサユニット4とパワーモジュールユニット5との間には所定空間Sが形成されている。その所定空間Sにおいて、信号端子325Lはケース開口側（図示上側）に伸延し、回路基板20に接続されている。一方、コンデンサバスバー501のコンデンサ端子504、506と、パワー半導体モジュール300Vの直流正極端子157および直流負極端子158とはケース底面側に伸延し、底面10aに形成された開口100Bを介して溶接される。パワー半導体モジュール300U、300Wに関しても同様である。

【0078】

回路基板20には制御回路172およびドライバ回路174の電子部品が実装されている。図28、29に示す例では、ドライバ回路174は、回路基板20において交流バスバー802U～802Wと対向する第1領域G1に実装され、制御回路172は、回路基板20において流路形成体12Bと対向する第2領域G2に実装されている。

【0079】

図29に示すように、第1領域G1よりも第2領域G2の方が冷却源（冷媒）により近く、冷却条件の観点からは第1領域G1よりも第2領域G2の方が優れている。ドライバ回路174には発熱量の大きな部品（例えば、トランスなど）が配置されているので、制御回路172の部品に対する熱的影響を考慮して、制御回路172を第2領域G2に配置し、ドライバ回路174を第1領域G1に配置すると良い。そのような配置とすることで、回路部品の信頼性向上を図ることができる。

【0080】

もちろん、ドライバ回路174の電子部品であっても耐熱性能の低い電子部品については、冷却性能の高い第2領域G2に配置しても良いし、また、制御回路172の電子部品であっても耐熱性能に十分余裕のある電子部品を第1領域G1に配置するようにしても良い。

【0081】

なお、図28では、回路基板20は、交流バスバー802の出力部分の上部に位置する部分が切り欠かれていて、遮蔽板50もこの部分には配置されていない。これは、図6に示すように、この出力部分に電流センサモジュール180が配置されるためである。交流バスバー802はノイズ源となるが、交流バスバー802で生じたノイズが回路基板20の切り欠き部分から漏れて、通信用コネクタ21を流れる信号に影響を与えるおそれがある。そこで、本実施の形態では、通信用コネクタ21を流れる信号にノイズの影響が出な

10

20

30

40

50

いように、コネクタ 2 1 を切り欠き部分から最も遠い対角位置に配置した。

【 0 0 8 2 】

(第 1 の変形例)

図 3 0 , 3 1 は第 1 の変形例を説明する図である。図 3 0 は電力変換装置 2 0 0 の斜視図、図 3 1 は図 3 0 の E - E 断面図である。なお、図 3 0 , 3 1 では構造が分かりやすいように上カバー 3 やバスバーホルダ 8 0 0 を省略して示した。上述した実施の形態では、回路基板 2 0 をコンデンサユニット 4 およびパワーモジュールユニット 5 の両方に跨るように配置したが、第 1 の変形例では、パワーモジュールユニット 5 の上方に回路基板 2 0 A を配置するようにした。上述したように回路基板 2 0 には制御回路 1 7 2 およびドライバ回路 1 7 4 が実装されていたが、回路基板 2 0 A にはドライバ回路 1 7 4 が実装されて

10

【 0 0 8 3 】

回路基板 2 0 A は、流路形成体 1 2 B の上面 (ケース開口側の面) に形成された支柱 1 2 2 上に固定されている。そのため、回路基板 2 0 A は、冷媒が流れる流路形成体 1 2 A によって冷却されることになる。ケース開口方向に伸延している信号端子 3 2 5 U , 3 2 5 L , 3 3 6 U , 3 3 6 L は、先端部が回路基板 2 0 A に形成されたスルーホールを貫通している。なお、制御回路 1 7 2 を実装した基板に関しては、ケース 1 0 内 (例えば、流路形成体 1 2 B の上方) に別置しても良いし、ケース 1 0 とは別のケース内 (車両コントロール側) に配置しても良い。もちろん、回路基板 2 0 A に制御回路 1 7 2 およびドライバ回路 1 7 4 の両方を実装するようにしても構わない。

20

【 0 0 8 4 】

(第 2 の変形例)

図 3 2 , 3 3 は第 2 の変形例を説明する図である。図 3 2 は電力変換装置 2 0 0 の斜視図、図 3 3 は図 3 2 の F - F 断面図である。なお、図 3 2 , 3 3 では構造が分かりやすいように上カバー 3 やバスバーホルダ 8 0 0 を省略して示した。第 2 の変形例では、回路基板 2 0 B をコンデンサユニット 4 の上方に配置するようにした。回路基板 2 0 B は、流路形成体 1 2 B の上面に形成された支柱 1 2 4 上にビス止めされている。回路基板 2 0 B には制御回路 1 7 2 およびドライバ回路 1 7 4 が実装され、上位の制御装置との間で信号の送信および受信を行うための通信用コネクタ 2 1 が設けられている。

【 0 0 8 5 】

ケース開口方向に伸延している信号端子 3 2 5 U , 3 2 5 L , 3 3 6 U , 3 3 6 L は、先端部が回路基板 2 0 B に形成されたスルーホールを貫通している。図 3 3 に示すように、回路基板 2 0 B は、冷媒流路 1 2 0 2 を覆うカバー 1 2 0 3 の上方に近接して設けられているので、ケース 1 0 に配置された多くの発熱部品 (例えば、パワー半導体モジュール 3 0 0 U ~ 3 0 0 W やコンデンサ素子 5 0 0 a) からの熱影響を受け難い。また、流路形成体 1 2 B はアルミ等の金属で形成され、かつ、車両側の接地部位に接続されている金属製のケース 1 0 と接触している。そのため、流路形成体 1 2 B はグラウンド電位となり、コンデンサバスバー 5 0 1 で発生する電界・磁界等によるノイズの、回路基板 2 0 B への影響を遮断することができる。

30

【 0 0 8 6 】

さらに、図 3 4 に示すように、回路基板 2 0 B と流路形成体 1 2 B のカバー 1 2 0 3 との間に、放熱シート (例えば、シリコン系樹脂シート) 1 2 0 6 を挟持するようによ

40

【 0 0 8 7 】

50

なお、図31の回路基板20Aや、図29における回路基板20の第1領域G1の場合においても、回路基板20A、20と対向する遮蔽板50との間に放熱シート1206を配置するようにしても良い。この場合は、回路基板側の熱は、支柱122、流路形成体12Aの経路に加えて、放熱シート1206、遮蔽板50、支柱121、流路形成体12Aの経路で冷媒へと放熱され、回路基板20Aや第1領域G1における冷却性能向上を図ることができる。

【0088】

上述した実施の形態は以下のような作用効果を奏する。

(1) 電力変換装置200は、直流電流を平滑化するコンデンサ500と、直流電流を交流電流に変換するパワー半導体素子(IGBT328, 330、ダイオード156, 166)が有底筒状のモジュールケース304に収納され、モジュールケース304の引出部から直流正極端子157, 直流負極端子158、交流端子159および信号端子325U, 325L, 336U, 336Lが引き出されているパワー半導体モジュール300U~300Wと、コンデンサ500と直流正極端子157, 直流負極端子158とを接続するコンデンサバスバー501と、パワー半導体モジュール300U~300Wが挿入される冷媒流路120が形成された流路形成体12Aと、コンデンサ500およびコンデンサバスバー501を冷却するための冷媒流路1202とが形成された流路形成体12Bと、底面10a上に流路形成体12A, 12Bが所定空間Sを隔てて並列配置され、所定空間Sと対向する底面領域に開口100A~100Cが形成されたケース10と、を備える。

【0089】

そして、パワー半導体モジュール300U~300Wは、モジュールケース304の引出部が流路形成体12Aの所定空間に対向する面、すなわち開口120U~120Wが形成された面に配置されるように、冷媒流路120に挿入され、コンデンサバスバー501は流路形成体12Bから所定空間Sに引き出される。直流正極端子157, 直流負極端子158およびコンデンサバスバー501は、開口100A~100Cと対向する位置で接続されている。

【0090】

パワー半導体モジュール300U~300Wを冷却するための流路形成体12Aと、コンデンサ500およびコンデンサバスバー501を冷却するための流路形成体12Bとを個別に設けたので、冷却性能の向上を図ることができる。

【0091】

また、流路形成体12Aと流路形成体12Bとをケース10の底面10aに並置したことにより、ケース10の高さ寸法、すなわち電力変換装置200の高さ寸法を抑えることができる。なお、パワー半導体モジュール300U~300Wは扁平状であるため、図7に示すように、パワー半導体モジュール300U~300Wを流路形成体12Aの側面(所定空間Sに対向する側面)から冷媒流路120内に挿入するような構成としている。そのため、流路形成体12Aの高さ寸法を極力小さくすることができる。

【0092】

さらに、流路形成体12A, 12Bを開口100A~100Cの両側に所定空間Sを隔てて並列配置し、開口100A~100Cと対向する位置で直流正極端子157, 直流負極端子158とコンデンサバスバー501とを接続するようにしているので、ケース底面側から接続作業を行うことができる。そのため、底面と反対側に上記接続作業用の作業空間を必要とせず、流路形成体12A, 12Bの直上に他の構成部品を配置することが可能となり、装置高さ寸法を低減できる。このように、上述した実施の形態では、電力変換装置200の高さ寸法(厚さ寸法)を小さくすることができ、図2に示すような狭いスペースへ配置に適した電力変換装置を提供することが可能となる。

【0093】

さらに、流路形成体12A, 12Bの間に所定空間Sを設け、その所定空間Sに流路形成体12A, 12Bから直流正極端子157, 直流負極端子158およびコンデンサバスバー501(コンデンサ端子504, 506)をそれぞれ引き出して接続しているので、

導体長さを極力短くすることができ、導体抵抗の低下による発熱の抑制を図ることができる。

【 0 0 9 4 】

また、パワー半導体モジュール 3 0 0 U ~ 3 0 0 W を流路形成体 1 2 A の冷媒流路 1 2 0 に配置するようにしているため、パワー半導体素子で発生した熱を効率良く冷媒へ逃がすことができる。一方、冷媒流路 1 2 0 2 が形成された流路形成体 1 2 B に凹部（収納部 1 2 0 1）を形成し、その収納部 1 2 0 1 にコンデンサ 5 0 0 およびコンデンサバスバー 5 0 1 を収納するようにしたので、コンデンサ 5 0 0 やコンデンサバスバー 5 0 1 で発生した熱を流路形成体 1 2 B へ逃がすことができ、コンデンサ 5 0 0 およびコンデンサバスバー 5 0 1 に関する冷却性能を向上させることができる。

10

【 0 0 9 5 】

電力変換装置 2 0 0 の構成部品は、図 5 , 7 , 1 6 に示すように、機能要素毎にユニット化されている。すなわち、直流側の構成部品であるコンデンサ 5 0 0、コンデンサバスバー 5 0 1、Y コンデンサ 4 0、放電抵抗 4 1 等は流路形成体 1 2 B に組み付けられ、一体化されたコンデンサユニット 4 を構成している。一方、インバータ回路 1 4 0 に関する部品であるパワー半導体モジュール 3 0 0 U ~ 3 0 0 W、交流バスバー 8 0 2 U ~ 8 0 2 W、電流センサモジュール 1 8 0 等は流路形成体 1 2 A に組み付けられ、一体化されたパワーモジュールユニット 5 を構成している。そのため、各々の組み立て作業や信頼性確認作業（例えば水密検査）を並列で行うことができ、全体の作業効率の向上が図れる。また、交換作業もし易い。

20

【 0 0 9 6 】

なお、上述した実施の形態では、コンデンサユニット 4 の配管 1 5 c とパワーモジュールユニット 5 の配管 1 5 a とを配管 1 5 b で連結し、冷媒が装置内を U ターンするような構成としているが、配管 1 5 b による連結を省略し、冷媒を流路形成体 1 2 A と流路形成体 1 2 B とで冷媒が並列に流れるような構成としても良い。すなわち、配管 1 3 , 1 4 から冷媒を流入させ、配管 1 5 a , 1 5 c から冷媒を流出させるようにする。

【 0 0 9 7 】

(2) 電力変換装置 2 0 0 は、駆動信号を出力するドライバ回路 1 7 4 が実装され、流路形成体 1 2 A に関して底面 1 0 a と反対側に、流路形成体 1 2 A と対向するように配置された回路基板 2 0、2 0 A を備えている。そして、パワー半導体モジュール 3 0 0 U ~ 3 0 0 W は、パワー半導体素子（ I G B T 3 2 8 , 3 3 0 ）を駆動するための駆動信号が入力される信号端子 3 2 5 L , 3 2 5 U を有する。さらに、信号端子 3 2 5 L , 3 2 5 U は、パワー半導体モジュール 3 0 0 U ~ 3 0 0 W から所定空間 S に引き出され、所定空間 S において回路基板 2 0 方向に伸延されて回路基板 2 0 と接続されている。

30

【 0 0 9 8 】

このように、回路基板 2 0、2 0 A は、流路形成体 1 2 A に関して、直流正極端子 1 5 7 , 直流負極端子 1 5 8 の接続が行われる開口 1 0 0 A ~ 1 0 0 C と反対側に配置され、信号端子 3 2 5 L , 3 2 5 U と接続されているので、接続作業（信号端子 3 2 5 L , 3 2 5 U の接続作業および直流正極端子 1 5 7 , 直流負極端子 1 5 8 の接続作業）の際に、信号端子 3 2 5 L , 3 2 5 U 側と直流正極端子 1 5 7 , 直流負極端子 1 5 8 側とが干渉するのを防止できる。

40

【 0 0 9 9 】

また、所定空間 S を設けて、流路形成体 1 2 A , 1 2 B から直流正極端子 1 5 7 , 直流負極端子 1 5 8、端子 3 2 5 L , 3 2 5 U、コンデンサバスバー 5 0 1（コンデンサ端子 5 0 4 , 5 0 6）をそれぞれ所定空間 S に引き出し、直流正極端子 1 5 7 , 直流負極端子 1 5 8 およびコンデンサ端子 5 0 4 , 5 0 6 を開口 1 0 0 A ~ 1 0 0 C が設けられた底面側に伸延させ、信号端子 3 2 5 L , 3 2 5 U を底面側とは反対方向の回路基板 2 0 , 2 0 A 側に伸延させている。そのため、直流正極端子 1 5 7 , 直流負極端子 1 5 8、信号端子 3 2 5 L , 3 2 5 U、およびコンデンサ端子 5 0 4 , 5 0 6 は、流路形成体 1 2 A , 1 2 B の高さ方向幅から大きく突出することがなく、電力変換装置 2 0 0 の高さ方向寸法を小

50

さく抑えることができる。

【0100】

なお、図29や図31に示すように、パワー半導体モジュール300U～300Wから所定空間Sに引き出された信号端子325L, 325Uは、途中でほぼ直角に折り曲げられ、回路基板20, 20Aのスルーホールに対してほぼ垂直に接続される。そのため、回路基板20, 20Aを支柱122に取り付ける際に、信号端子325L, 325Uのスルーホールへの挿入作業を容易に行うことができる。

【0101】

(3) 電力変換装置200は、パワー半導体素子(IGBT328, 330)の駆動を制御するための制御信号を出力する制御回路172、およびその制御信号に基づいてパワー半導体素子を駆動する駆動信号を出力するドライバ回路174の少なくとも一方が実装され、流路形成体12Bに関して底面10aと反対側に、流路形成体12Bと対向するように配置された回路基板20, 20Bを備える。そして、流路形成体12Bにはコンデンサ500およびコンデンサバスバー501が収納される凹部(収納部1201)が形成され、その凹部の開口側がケース10の底面10aと対向するように形成されている。

10

【0102】

このように、コンデンサ500およびコンデンサバスバー501と回路基板20, 20Aとの間に、冷媒流路1202が形成された流路形成体12Bが介在するため、コンデンサ500やコンデンサバスバー501で発生した熱が回路基板20, 20Aに流入するのを防止することができる。

20

【0103】

なお、流路形成体12A, 12Bはアルミ等の金属で形成されている。また、流路形成体12A, 12Bが配置されるケース10は、金属製であって車両側のグランドと接続されグランド電位と成っている。そのため、流路形成体12A, 12Bもグランド電位となっており、コンデンサバスバー501で発生する電界・磁界等によるノイズの回路基板20, 20Aへの影響を流路形成体12Bによって遮断することができる。

【0104】

(4) さらに、図34に示すように、放熱シート1206を回路基板20Bと流路形成体12Bとの間に密着して配設するようにしても良い。このように放熱シート1206を配設することにより、放熱シート1206を設けない場合に比べて、回路基板20Bで発生する熱を効率良く流路形成体12Bへと逃がすことができる。

30

【0105】

(5) 電力変換装置200において、ケース10は金属で形成されるとともに接地部(ケース底面)を有し、流路形成体12Aは金属で形成されるとともに、底面10aと反対側の周面に突出するように形成された支持部(支柱121)を有する。そして、電力変換装置200は、流路形成体12Aの、底面10aと反対側の周面に固定され、パワー半導体モジュール300U～300Wに接続されて交流電流を装置外へ出力するための交流バスバー802U～802Wと、パワー半導体素子(IGBT328, 330)の駆動を制御するための制御信号を出力する制御回路172、および制御信号に基づいて前記パワー半導体素子を駆動する駆動信号を出力するドライバ回路174の少なくとも一方が実装され、交流バスバー802U～802Wと対向する位置に配置される回路基板20, 20Aと、支柱121に固定され、交流バスバー802U～802Wと回路基板20, 20Aとの間に配置される遮蔽板50と、を備えている。

40

【0106】

ケース10に設置されている流路形成体12Aは金属で形成されているので、ケース10と同様にグランド電位となっている。そして、その流路形成体12Aに固定された金属製の遮蔽板50は、交流バスバー802U～802Wと回路基板20, 20Aとの間に配置されているので、交流バスバー802U～802Wで発生する電界・磁界等によるノイズの回路基板20, 20Aへの影響を、遮蔽板50によって遮蔽することができる。遮蔽板50においては、ノイズにより発生した電流は流路形成体12Aを介してグランドに流

50

れる。

【0107】

(6) 電力変換装置200は、流路形成体12Aの、底面10aと反対側の周面に固定され、パワー半導体モジュール300U~300Wに接続されて交流電流を装置外へ出力するための交流バスバー802U~802Wと、パワー半導体素子(IGBT328, 330)の駆動を制御するための制御信号を出力する制御回路172、および制御信号に基づいてパワー半導体素子を駆動する駆動信号を出力するドライバ回路174が実装され、流路形成体12A, 12Bに関して底面10aと反対側に、交流バスバー802U~802Wおよび流路形成体12Bと対向するように配置された回路基板20と、を備える。

【0108】

そして、図28, 29に示すように、ドライバ回路174は、回路基板20において交流バスバー802U~802Wと対向する第1領域G1に実装され、制御回路172は、回路基板20において流路形成体12Bと対向する第2領域G2に実装されている。冷却条件の観点からは第1領域G1よりも第2領域G2の方が優れており、上述したように、制御回路172を第2領域G2に配置し、ドライバ回路174を第1領域G1に配置することで、回路部品の信頼性向上を図ることができる。

【0109】

(7) コンデンサバスバー501は、凹部である収納部1201内に収納されたコンデンサ500と凹部壁面との間に配置されている。収納部1201に収納されるコンデンサ500およびコンデンサバスバー501の発熱量を比較すると、コンデンサバスバー501の方が大きい。そこで、コンデンサバスバー501を凹部壁面側に配置することで、コンデンサバスバー501を優先的に冷やすことができる。

【0110】

上述した各実施形態はそれぞれ単独に、あるいは組み合わせて用いても良い。それぞれの実施形態での効果を単独あるいは相乗して奏することができるからである。また、本発明の特徴を損なわない限り、本発明は上記実施の形態に何ら限定されるものではない。

【符号の説明】

【0111】

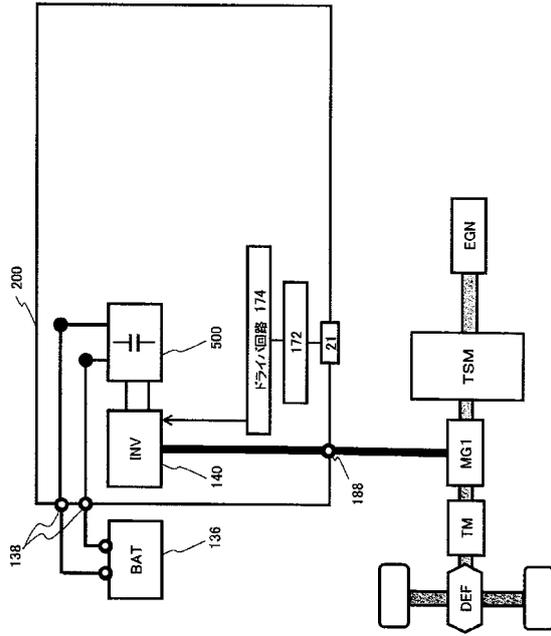
10: ケース、4: コンデンサユニット、5: パワーモジュールユニット、S: 所定空間、10a: 底面、12A, 12B: 流路形成体、20, 20A, 20B: 回路基板、50: 遮蔽板、G1: 第1領域、G2: 第2領域、100A~100C: 開口、120, 1202: 冷媒流路、121, 122, 124: 支柱、156, 166: ダイオード、157: 直流正極端子、158: 直流負極端子、159, 188: 交流端子、172: 制御回路、174: ドライバ回路、180: 電流センサモジュール、200: 電力変換装置、300U~300W: パワー半導体モジュール、304: モジュールケース、325L, 325U, 336L, 336U: 信号端子、328, 330: IGBT、500: コンデンサ、500a: コンデンサ素子、501: コンデンサバスバー、504, 506: コンデンサ端子、802, 802U~802W: 交流バスバー、1000: 接地用端子、1201: 収納部、1206: 放熱シート

10

20

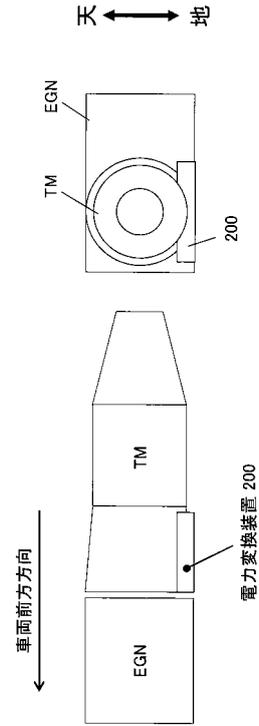
30

【図1】



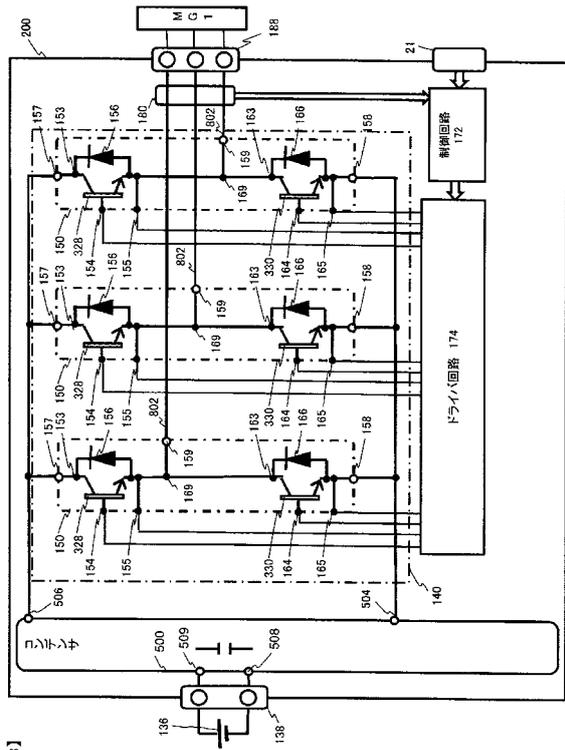
【図1】

【図2】



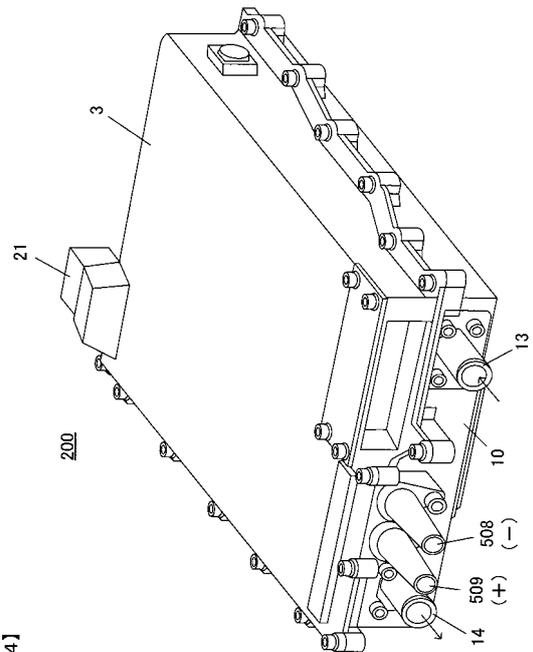
【図2】

【図3】



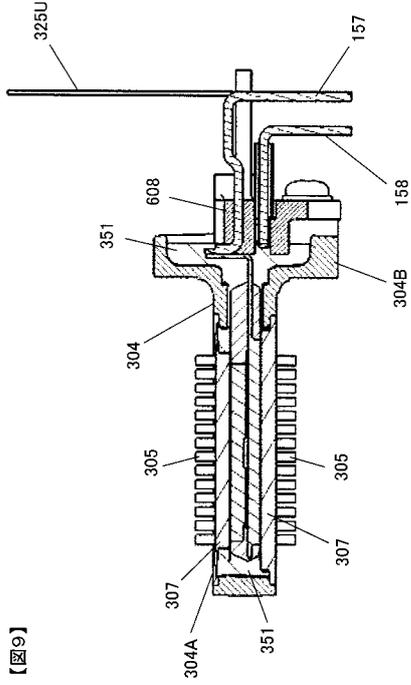
【図3】

【図4】



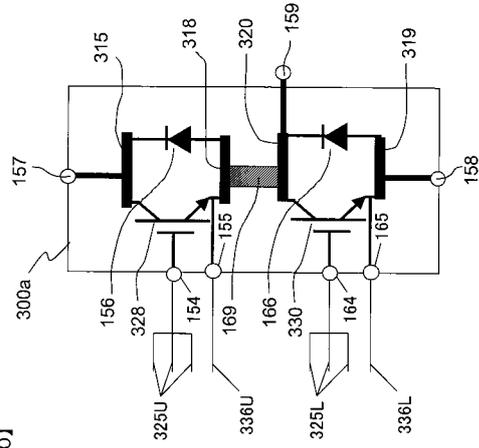
【図4】

【図9】



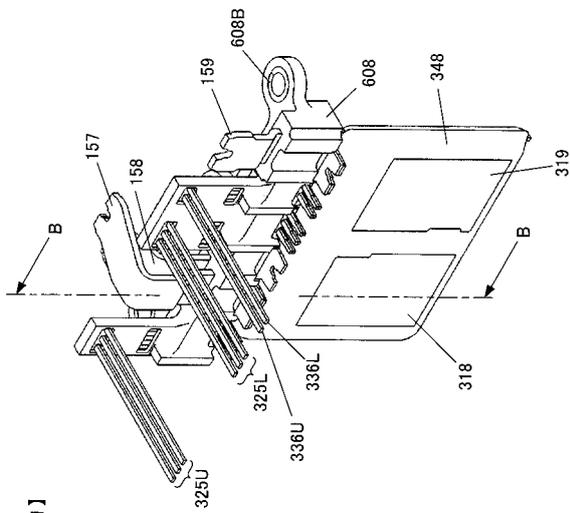
【図9】

【図10】



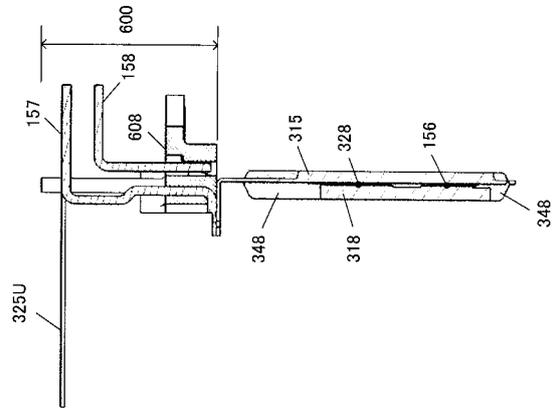
【図10】

【図11】



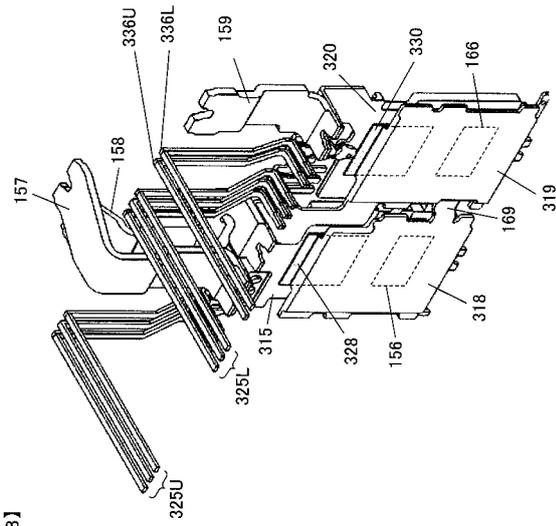
【図11】

【図12】



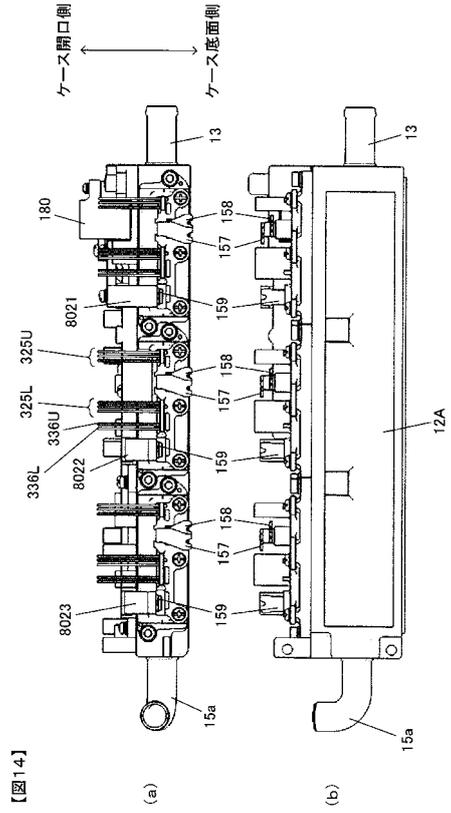
【図12】

【図13】



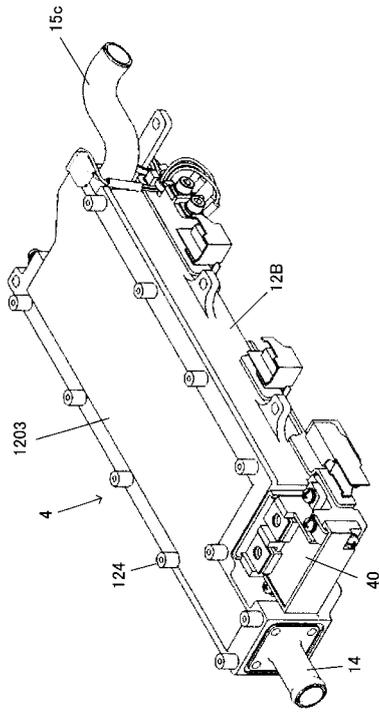
【図13】

【図14】



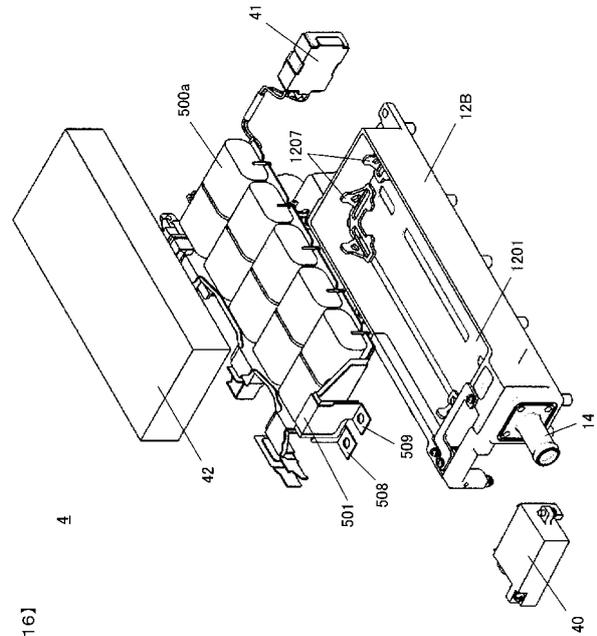
【図14】

【図15】



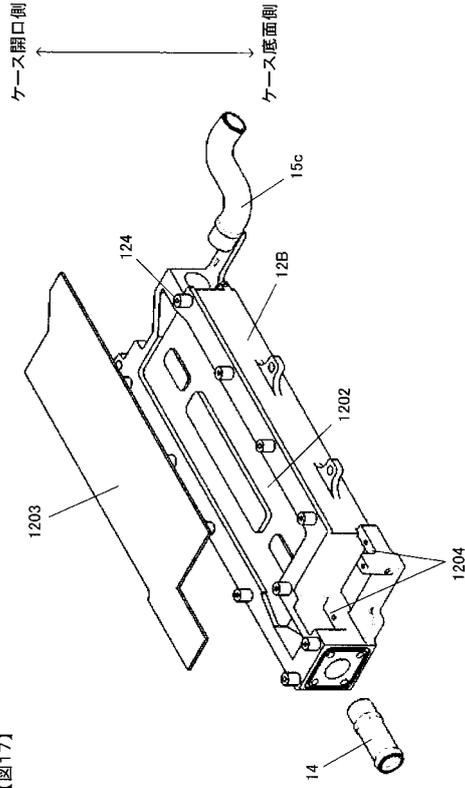
【図15】

【図16】



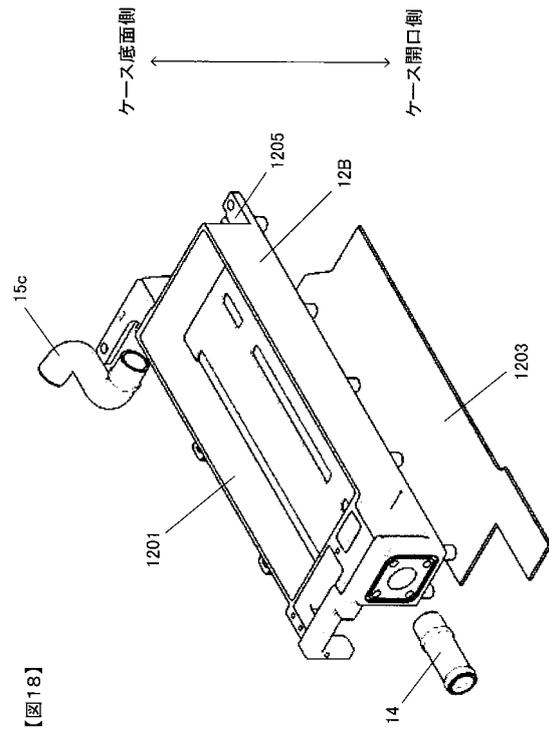
【図16】

【図17】



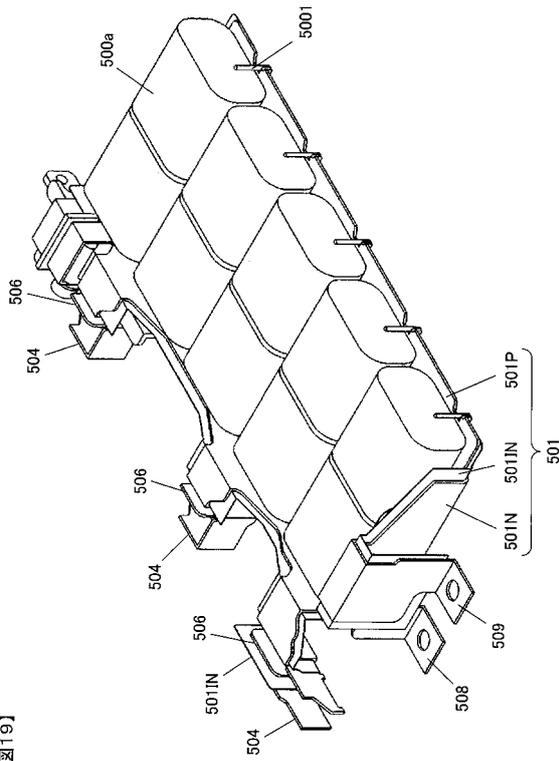
【図17】

【図18】



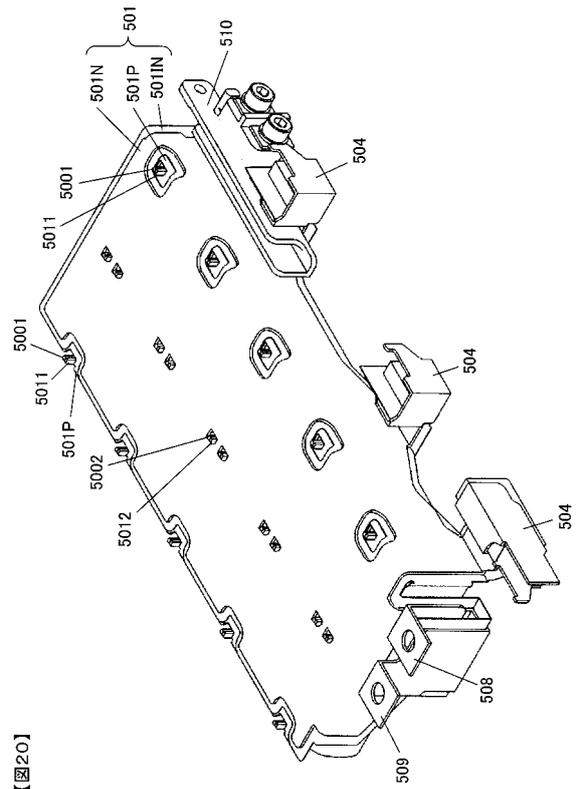
【図18】

【図19】



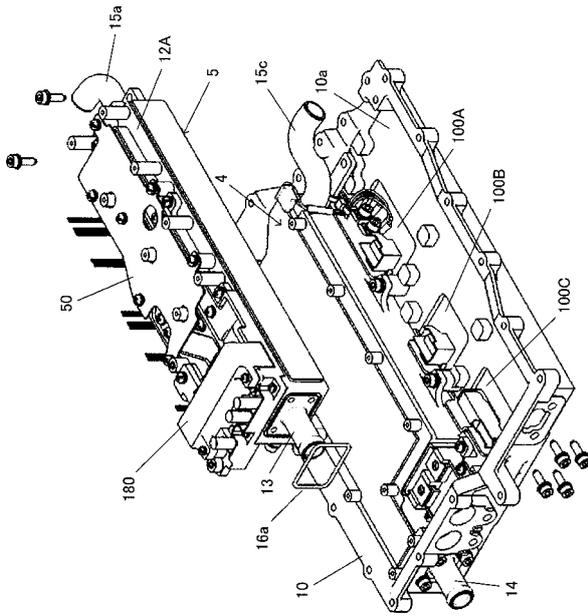
【図19】

【図20】



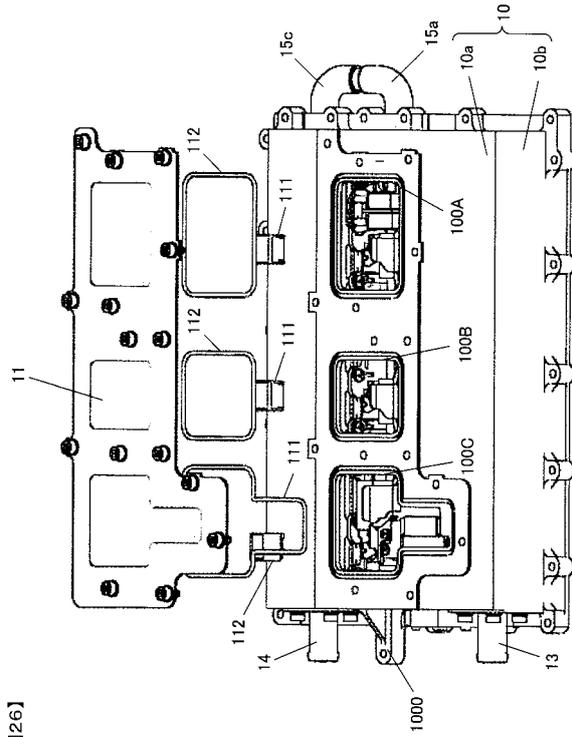
【図20】

【 25 】



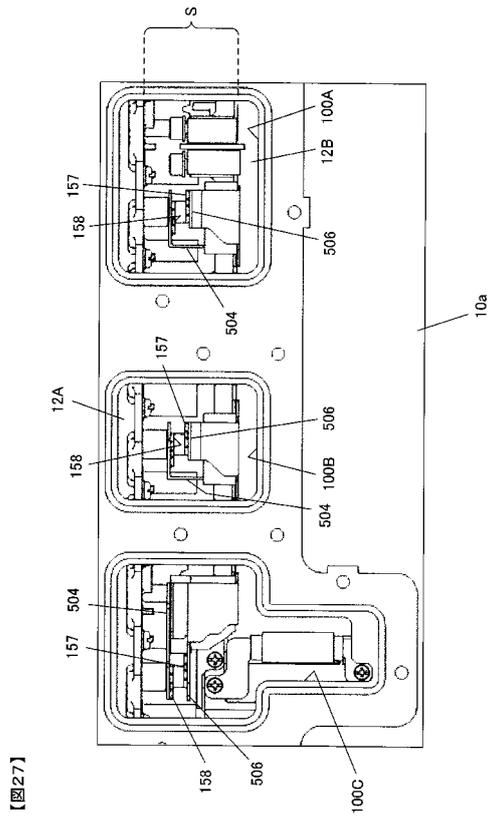
【 25 】

【 26 】



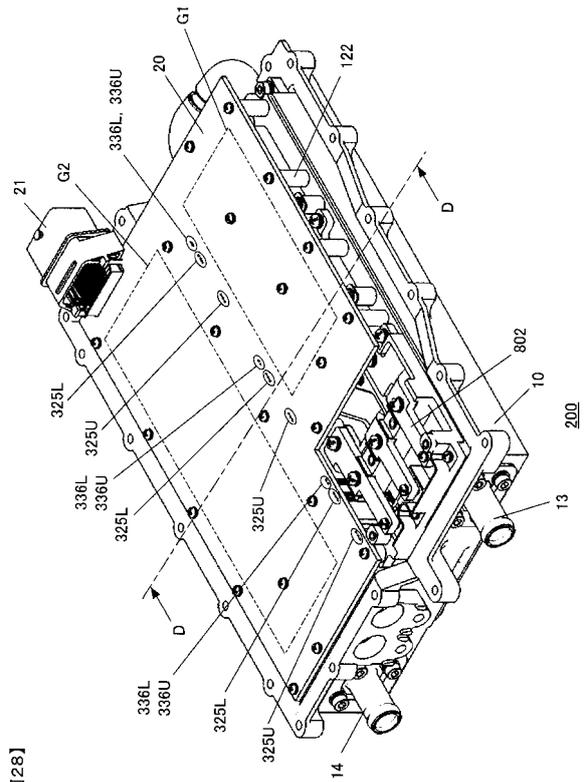
【 26 】

【 27 】



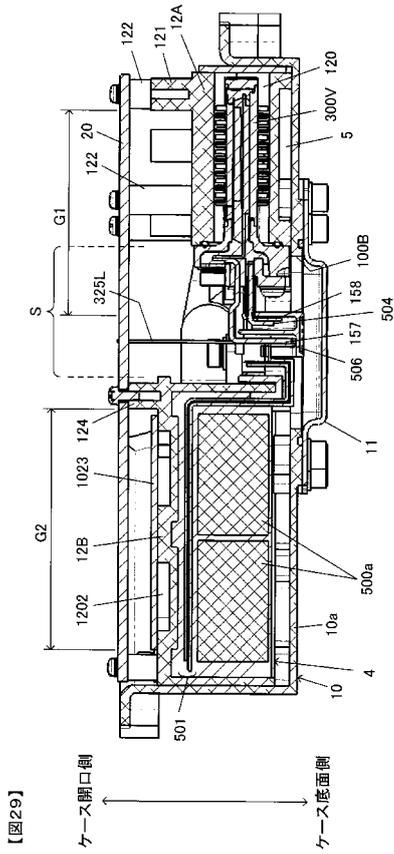
【 27 】

【 28 】

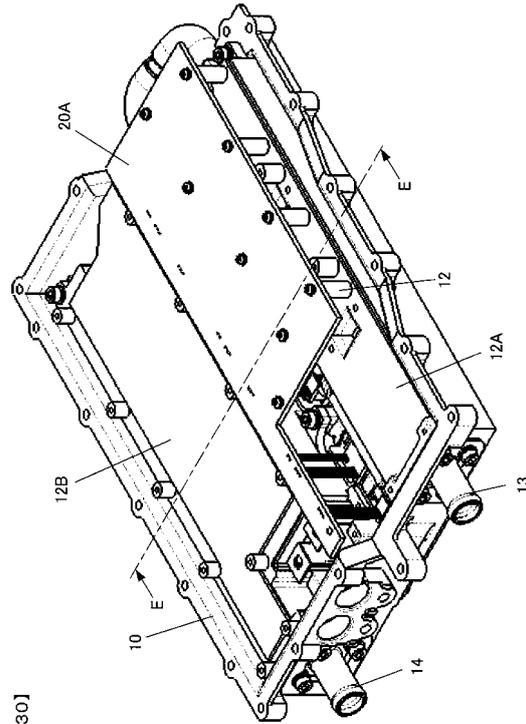


【 28 】

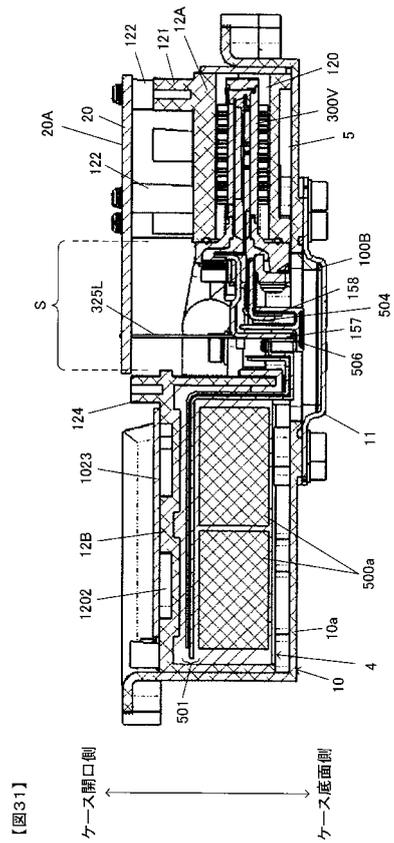
【図29】



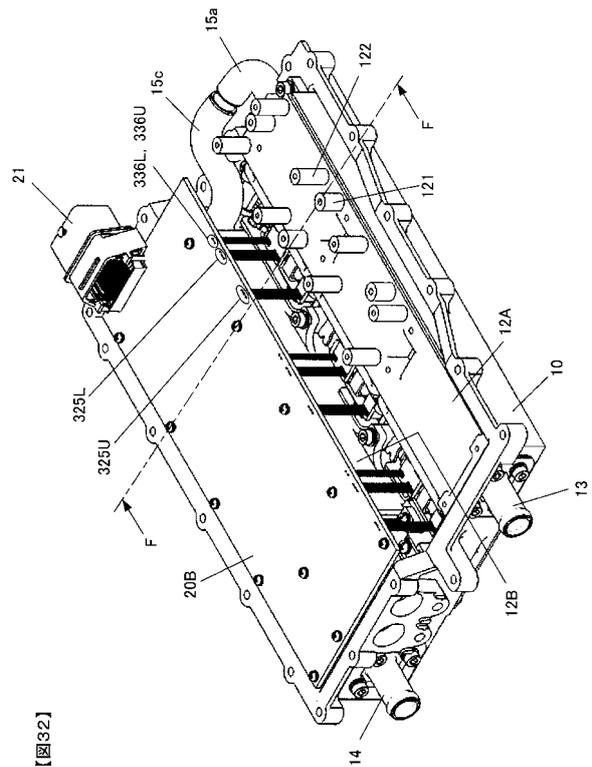
【図30】



【図31】



【図32】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-269933(JP,A)
特開2002-078356(JP,A)
特開平11-274001(JP,A)
特開2010-110143(JP,A)
特開2007-043204(JP,A)
特開2010-135093(JP,A)
特開2008-125240(JP,A)
特開2012-104822(JP,A)
特開2011-004522(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 7/48