

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5592496号
(P5592496)

(45) 発行日 平成26年9月17日(2014.9.17)

(24) 登録日 平成26年8月8日(2014.8.8)

(51) Int.Cl. F I
HO2M 7/48 (2007.01) HO2M 7/48 Z

請求項の数 4 (全 27 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-536281 (P2012-536281) (86) (22) 出願日 平成23年8月19日 (2011.8.19) (86) 国際出願番号 PCT/JP2011/068791 (87) 国際公開番号 W02012/043088 (87) 国際公開日 平成24年4月5日 (2012.4.5) 審査請求日 平成24年11月26日 (2012.11.26) (31) 優先権主張番号 特願2010-220240 (P2010-220240) (32) 優先日 平成22年9月30日 (2010.9.30) (33) 優先権主張国 日本国(JP)</p>	<p>(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 100084412 弁理士 永井 冬紀 (72) 発明者 服部 幸男 日本国茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内 (72) 発明者 中津 欣也 日本国茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内 審査官 服部 俊樹</p>
---	---

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】

スイッチング動作により直流電流を交流電流に変換するパワー半導体素子と、
前記パワー半導体素子の一方の主面と接合材を介して接合された第1導体板と、
前記パワー半導体素子の他方の主面と接合材を介して接合された第2導体板と、
前記パワー半導体素子が配置された側とは反対側の前記第1導体板の面と対向する第1
絶縁部材と、
前記パワー半導体素子が配置された側とは反対側の前記第2導体板の面と対向する第2
絶縁部材と、
前記パワー半導体素子と前記第1及び第2導体板と前記第1及び第2絶縁部材とを収納
する金属製のケースと、
冷却冷媒が流れる流路を形成する金属製の流路形成体と、
一端を前記ケースに電気的に接続されるとともに他端を前記流路形成体に電気的に接続
された抵抗素子と、を備え、
前記ケースは、当該ケースの一部が第3絶縁部材を介して前記流路形成体に固定される
ことにより、前記流路形成体の前記流路内に保持され、
前記抵抗素子は、前記第3絶縁部材の寄生容量と電気的に並列に接続され、
前記パワー半導体素子のスイッチング動作により生じる漏洩電流は、前記第1絶縁部材
の寄生容量及び/又は前記第2絶縁部材の寄生容量と、前記第3絶縁部材の寄生容量及び
前記抵抗素子の並列接続とを含んで構成される直列回路を經由して、前記流路形成体に伝

10

20

達される電力変換装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電力変換装置であって、

前記抵抗素子の抵抗値は、前記漏洩電流が流れる際に、前記第 1 絶縁部材の寄生容量及び / 又は前記第 2 絶縁部材の寄生容量による容量性の特性を示す前記パワー半導体素子の第 1 スイッチング周波数域と、前記第 3 絶縁部材の寄生容量による容量性の特性を示す前記パワー半導体素子の第 2 スイッチング周波数域との間の周波数域において、抵抗性の特性を有するように設定される電力変換装置。

【請求項 3】

スイッチング動作により直流電流を交流電流に変換するパワー半導体素子と、
前記パワー半導体素子の一方の主面と接合材を介して接合された第 1 導体板と、
前記パワー半導体素子の他方の主面と接合材を介して接合された第 2 導体板と、
前記パワー半導体素子が配置された側とは反対側の前記第 1 導体板の面と対向する第 1 絶縁部材と、

10

前記パワー半導体素子が配置された側とは反対側の前記第 2 導体板の面と対向する第 2 絶縁部材と、

前記パワー半導体素子と前記第 1 及び第 2 導体板と前記第 1 及び第 2 絶縁部材とを収納する金属製のケースと、

冷却冷媒が流れる流路を形成する金属製の流路形成体と、

前記流路形成体に接触及び固定された金属板と、を備え、

20

前記ケースの一部は、当該ケースのフランジ部を形成しており、

前記ケースは、当該ケースのフランジ部の一方の面が第 3 絶縁部材を介して前記流路形成体に固定されることにより、前記流路形成体の前記流路内に保持され、

前記ケースのフランジ部の他方の面は、所定の前記パワー半導体素子の周波数域において抵抗性を有する導電性部材を介して前記金属板に固定され、

前記パワー半導体素子のスイッチング動作により生じる漏洩電流は、前記第 1 絶縁部材の寄生容量及び / 又は前記第 2 絶縁部材の寄生容量と、前記第 3 絶縁部材の寄生容量及び前記導電性部材の並列接続とを含んで構成される直列回路を経由して、前記流路形成体に伝達される電力変換装置。

【請求項 4】

30

請求項 3 に記載の電力変換装置であって、

前記導電性部材の抵抗値は、前記漏洩電流が流れる際に、前記第 1 絶縁部材の寄生容量及び / 又は前記第 2 絶縁部材の寄生容量による容量性の特性を示す前記パワー半導体素子の第 1 スイッチング周波数域と、前記第 3 絶縁部材の寄生容量による容量性の特性を示す前記パワー半導体素子の第 2 スイッチング周波数域との間の周波数域において、抵抗性の特性を有するように設定される電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本発明は、電力変換装置に係り、特にハイブリッド自動車や電気自動車に搭載される電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、自動車の電動化が進むにつれて、自動車への搭載品数が多くなっている電気電子装置に対する電磁環境適合性への規制が厳しくなっている。そのため、車載インバータ等のあらゆる電気装置もしくはそれらを構成するハーネスからの放射ノイズの低減が求められている。特に、インバータ装置に搭載するパワーモジュールに用いられるパワー半導体の技術革新により、高速スイッチングが実現される反面、インバータ出力端子電圧の高速スイッチング変動に応じ、当該パワーモジュールに寄生する容量を介し接地面へ流れ出る

50

コモンモード電流が増大するという問題が生じる。このコモンモード電流が、各装置で共有する接地面を迷走することにより、大きな電流ループを形成し、放射ノイズを増大させてしまう。

【0003】

上述したノイズ発生の要因を解消するためには、コモンモード電流が流れ難くなるような接続構造とすることが効果的である。例えば、特許文献1では、冷却ベースとアース間を絶縁させ、ダンピング抵抗を挿入することで、コモンモード電流を低減させている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】日本国特開2006-25467号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら特許文献1では、ダンピング抵抗値の選定によっては、パワーモジュールから漏洩する高周波のコモンモード電流を十分に抑制できないという課題があった。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第1の態様による電力変換装置は、スイッチング動作により直流電流を交流電流に変換するパワー半導体素子の一方の主面と接合材を介して接合された第1導体板と、前記パワー半導体素子の他方の主面と接合材を介して接合された第2導体板と、前記パワー半導体素子が配置された側とは反対側の前記第1導体板の面と対向する第1絶縁部材と、前記パワー半導体素子が配置された側とは反対側の前記第2導体板の面と対向する第2絶縁部材と、前記パワー半導体素子と前記第1及び第2導体板と前記第1及び第2絶縁部材とを収納する金属製のケースと、冷却冷媒が流れる流路を形成する金属製の流路形成体と、一端を前記ケースに電気的に接続されるとともに他端を前記流路形成体に電気的に接続された抵抗素子と、を備え、前記ケースは当該ケースの一部が第3絶縁部材を介して前記流路形成体に固定されることにより、前記流路形成体の前記流路内に保持され、前記抵抗素子は、前記第3絶縁部材の寄生容量と電気的に並列に接続され、前記パワー半導体素子のスイッチング動作により生じる漏洩電流は、前記第1絶縁部材の寄生容量及び/又は前記第2絶縁部材の寄生容量と、前記第3絶縁部材の寄生容量及び前記抵抗素子の並列接続とを含んで構成される直列回路を経由して、前記流路形成体に伝達される。

本発明の第2の態様によると、第1の態様の電力変換装置において、前記抵抗素子の抵抗値は、前記漏洩電流が流れる際に、前記第1絶縁部材の寄生容量及び/又は前記第2絶縁部材の寄生容量による容量性の特性を示す前記パワー半導体素子の第1スイッチング周波数域と、前記第3絶縁部材の寄生容量による容量性の特性を示す前記パワー半導体素子の第2スイッチング周波数域との間の周波数域において、抵抗性の特性を有するように設定されることが好ましい。

本発明の第3の態様による電力変換装置は、スイッチング動作により直流電流を交流電流に変換するパワー半導体素子の一方の主面と接合材を介して接合された第1導体板と、前記パワー半導体素子の他方の主面と接合材を介して接合された第2導体板と、前記パワー半導体素子が配置された側とは反対側の前記第1導体板の面と対向する第1絶縁部材と、前記パワー半導体素子が配置された側とは反対側の前記第2導体板の面と対向する第2絶縁部材と、前記パワー半導体素子と前記第1及び第2導体板と前記第1及び第2絶縁部材とを収納する金属製のケースと、冷却冷媒が流れる流路を形成する金属製の流路形成体と、前記流路形成体に接触及び固定された金属板と、を備え、前記ケースの一部は、当該ケースのフランジ部を形成しており、当該ケースのフランジ部の一方の面が第3絶縁部材を介して前記流路形成体に固定されることにより、前記流路形成体の前記流路内に保持され、前記ケースのフランジ部の他方の面は、所定の前記パワー半導体素子の周波数域において抵抗性を有する導電性部材を介して前記金属板に固定され、前記パワー半導体素子の

10

20

30

40

50

スイッチング動作により生じる漏洩電流は、前記第1絶縁部材の寄生容量及び/又は前記第2絶縁部材の寄生容量と、前記第3絶縁部材の寄生容量及び前記導電性部材の並列接続とを含んで構成される直列回路を経由して、前記流路形成体に伝達される。

本発明の第4の態様によると、第3の態様の電力変換装置において、前記導電性部材の抵抗値は、前記漏洩電流が流れる際に、前記第1絶縁部材の寄生容量及び/又は前記第2絶縁部材の寄生容量による容量性の特性を示す前記パワー半導体素子の第1スイッチング周波数域と、前記第3絶縁部材の寄生容量による容量性の特性を示す前記パワー半導体素子の第2スイッチング周波数域との間の周波数域において、抵抗性の特性を有するように設定されることが好ましい。

【発明の効果】

10

【0007】

本発明により、パワーモジュールから漏洩する高周波のコモンモード電流を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】ハイブリッド電気自動車の制御ブロックを示す図である。

【図2】図1に示すインバータ回路140の電気回路の構成を示す回路図である。

【図3】電力変換装置200の外観斜視図である。

【図4】電力変換装置200の外観斜視図である。

【図5】図4に示す電力変換装置200から蓋8、直流インターフェイス137および交流インターフェイス185を外した状態を示す図である。

20

【図6】図5において流路形成体12からハウジング10を外した状態を示す図である。

【図7】電力変換装置200の分解斜視図である。

【図8】流路形成体12にパワーモジュール300U~300W、コンデンサモジュール500、バスバーアッセンブリ800を組み付けた外観斜視図である。

【図9】流路形成体12からバスバーアッセンブリ800を外した状態を示す。

【図10】流路形成体12の斜視図である。

【図11】流路形成体12を裏面側から見た分解斜視図である。

【図12】図12(a)は、本実施形態のパワーモジュール300Uの斜視図である。図12(b)は、本実施形態のパワーモジュール300Uを断面Dで切断して方向Eから見たときの断面図である。

30

【図13】図13(a)は、図12(a)に示す状態からネジ309および第二封止樹脂351を取り除いたパワーモジュール300Uの斜視図である。図13(b)は、そのパワーモジュール300Uを断面Dで切断して方向Eから見たときの断面図である。図13(c)は、フィン305が加圧されて湾曲部304Aが変形される前の当該パワーモジュール300Uの断面図を示している。

【図14】図14(a)は、図13(a)に示す状態からさらにモジュールケース304を取り除いたパワーモジュール300Uの斜視図である。図14(b)は、そのパワーモジュール300Uを断面Dで切断して方向Eから見たときの断面図である。

【図15】図14(a)に示す状態からさらに第一封止樹脂348および配線絶縁部608を取り除いたパワーモジュール300Uの斜視図である。

40

【図16】モジュール一次封止体302の組立工程を説明するための図である。

【図17】コンデンサモジュール500の外観斜視図である。

【図18】バスバーアッセンブリ800の斜視図である。

【図19】開口部402a~402cにパワーモジュール300U~300Wが固定され、収納空間405にコンデンサモジュール500が収納された流路形成体12を示す図である。

【図20】第1実施例に係る図であり、パワーモジュール300Uが流路形成体12に搭載された状態を示す。

【図21】第2実施例に係る図であり、パワーモジュール300Uが流路形成体12に搭

50

載された状態を示す。

【図 2 2】インピーダンス Z の特性概形図である。

【図 2 3】第 3 実施例に係る図であり、パワーモジュール 3 0 0 U が流路形成体 1 2 に搭載された状態を示す。

【図 2 4】パワーモジュール 3 0 0 U を流路形成体 1 2 に固定するための固定部分の別手段を示した図である。

【図 2 5】パワーモジュール 3 0 0 U を流路形成体 1 2 に固定するための固定部分のさらに別手段を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

本発明の実施形態に係る電力変換装置について、図面を参照しながら以下詳細に説明する。本発明の実施形態に係る電力変換装置は、ハイブリッド用の自動車や純粋な電気自動車に適用可能であるが、代表例として、本発明の実施形態に係る電力変換装置をハイブリッド自動車に適用した場合の制御構成と電力変換装置の回路構成について、図 1 と図 2 を用いて説明する。

【 0 0 1 0 】

図 1 は、ハイブリッド電気自動車（以下「HEV」と記述する）の制御ブロックを示す図である。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。

【 0 0 1 1 】

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 に伝達される。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 に伝達される。モータジェネレータ M G 1 は、車輪から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ように電力変換装置 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 を充電する。バッテリー 1 3 6 に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。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いる。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 からなる構成は第 1 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 の電力によって第 1 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、第 1 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 】

10

20

30

40

50

また、図1では省略したが、バッテリー136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136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140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200は、インバータ回路140に供給される直流電力を平滑化するためのコンデンサモジュール500を備えている。

【0016】

電力変換装置200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21を備えている。電力変換装置200は、コネクタ21から入力される指令に基づいて制御回路172でモータジェネレータMG1の制御量を演算し、さらにモータとして運転するか発電機として運転するかを演算する。これらの演算結果に基づいて制御回路172は制御パルスを発生し、その制御パルスをドライバ回路174へ供給する。ドライバ回路174は、供給された制御パルスに基づいて、インバータ回路140を制御するための駆動パルスを発生する。

【0017】

次に、図2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、以下の例では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、これを以下略して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。

【0018】

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は、直列回路の中間部分である中間電極169から交流電流を出力する。この中間電極169は、交流端子159と交流端子188との間を接続する後述の交流バスバー802を通して、モータジェネレータMG1へ接続される。

【0019】

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、負極端子158を介してコンデンサモジュール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。

【0020】

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を構成する各相の直列回路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。

【0021】

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を制御するための駆動パルスを各相のIGBT328やIGBT330に供給する。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。

【0022】

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を備えている。ダイオード156が、コレクタ電極1

10

20

30

40

50

53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が、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。

【0023】

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（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は、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。

【0024】

コンデンサモジュール500は、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とを備えている。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、コンデンサモジュール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

【0025】

一方、交流電力からインバータ回路140によって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からコンデンサモジュール500に供給され、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。

20

【0026】

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を備えている。マイクロコンピュータ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。

【0027】

目標トルク値は、不図示の上位の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、電流センサ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。

30

【0028】

制御回路172内のマイクロコンピュータは、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、マイクロコンピュータは、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。

40

【0029】

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。

【0030】

また、制御回路172内のマイクロコンピュータは、異常検知（過電流、過電圧、過温

50

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る。

【0031】

直列回路150に設けられた温度センサ(不図示)からは直列回路150の温度の情報がマイクロコンピュータに入力されている。また、マイクロコンピュータには直列回路150の直流正極側の電圧の情報が入力されている。マイクロコンピュータは、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IGBT328, IGBT330のスイッチング動作を停止させる。

10

【0032】

図3, 図4は本発明に係る実施の形態としての電力変換装置200の外観斜視図である。図4は交流コネクタ187および直流コネクタ138を外した状態を示す。本実施の形態の電力変換装置200は、平面形状がほぼ正方形の直方体形状としたことにより小型化が図れ、また、車両への取り付けが容易となるという効果を有している。8は蓋、10はハウジング、12は流路形成体、13は冷却媒体の入口配管、14は出口配管、420は下カバーである。コネクタ21は、外部との接続のために設けられた信号用のコネクタである。

20

【0033】

蓋8は、電力変換装置200を構成する回路部品が収納されるハウジング10の上部開口部に固定される。ハウジング10の下部に固定される流路形成体12は、後述するパワーモジュール300及びコンデンサモジュール500を保持するとともに、冷却媒体によってこれらを冷却する。冷却媒体としては、例えば水が用いられる場合が多く、以下では冷媒として説明する。入口配管13および出口配管14は流路形成体12の一側面に設けられ、入口配管13から供給された冷媒は流路形成体12内の後述する流路19に流入し、出口配管14から排出される。なお、冷媒の流入及び流出する方向を変更しても、冷却効率や圧力損失に対して大きな影響を与えない。つまり冷媒が出口配管14側から流入し、入口配管13から流出しても、冷却効率や圧力損失はほぼ変化はない。つまり、本実施形態に係る電力変換装置200は、当該電力変換装置200の中央部に対して入口配管13と出口配管14の配置が対称性を有しているので、車両の冷媒配管の配線の状況に応じて冷媒の流入及び流出する方向を変更できるという利点を有している。

30

【0034】

交流コネクタ187が装着される交流インターフェイス185および直流コネクタ138が装着される直流インターフェイス137は、ハウジング10の側面に設けられている。交流インターフェイス185は配管13, 14が設けられている側面に設けられており、交流インターフェイス185に装着された交流コネクタ187の交流配線187aは配管13, 14の間を通過して下方に延びている。直流インターフェイス137は交流インターフェイス185が設けられた側面に隣接する側面に設けられており、直流インターフェイス137に装着された直流コネクタ138の直流配線138aも電力変換装置200の下方に延びている。

40

【0035】

このように、交流インターフェイス185と配管13, 14とが同一側面12dの側に配置され、交流配線187aが配管13, 14の間を通過するように下方に引き出されているので、配管13, 14、交流コネクタ187および交流配線187aの占める空間を小さくでき、装置全体の大型化を低減できる。また、配管13, 14に対して交流配線187aを下方に引き出しているため、交流配線187aの取り回しが容易になり生産性が向上する。

50

【 0 0 3 6 】

図5は、図4に示す電力変換装置200から蓋8，直流インターフェイス137および交流インターフェイス185を外した状態を示す図である。ハウジング10の一側面には交流インターフェイス185が固定される開口10aが形成され、隣接する他の側面には直流インターフェイス137が固定される開口10bが形成されている。開口10aからは3本の交流バスバー802、すなわち、U相交流バスバー802U，V相交流バスバー802VおよびW相交流バスバー802Wが突出し、開口10bからは直流側の電源端子508，509が突出している。

【 0 0 3 7 】

図6は、図5において流路形成体12からハウジング10を外した状態を示す図である。ハウジング10は2つの収納空間を有しており、隔壁10cによって上部収納空間と下部収納空間とに区画されている。上部収納空間にはコネクタ21が固定された制御回路基板20が収納され、下部収納空間にはドライバ回路基板22および後述するバスバーアッセンブリ800が収納される(図7参照)。制御回路基板20には図2に示した制御回路172が実装され、ドライバ回路基板22にはドライバ回路174が実装されている。制御回路基板20とドライバ回路基板22とは不図示のフラットケーブル(後述する図7参照)によって接続されるが、そのフラットケーブルは隔壁10cに形成されたスリット状の開口10dを通して下部収納空間から上部収納空間へと引き出される。

【 0 0 3 8 】

図7は電力変換装置200の分解斜視図である。蓋8の内側の、すなわちハウジング10の上部収納空間には、上述したように制御回路172を実装した制御回路基板20が配置されている。蓋8には、コネクタ21用の開口(不図示)が形成されている。電力変換装置200内の制御回路を動作させる低電圧の直流電力は、コネクタ21から供給される。

【 0 0 3 9 】

詳細は後述するが、流路形成体12には、入口配管13から流入した冷媒が流れる流路が形成されている。流路は、流路形成体12の3つの側面に沿って流れるようなコの字形の流路を形成している。入口配管13から流入した冷媒はコの字形流路の一端から流路内に流入し、流路内を流れた後に、流路の他端に接続されている出口配管14から流出される。

【 0 0 4 0 】

流路の上面には3つの開口部402a~402cが形成されており、直列回路150(図1参照)を内蔵したパワーモジュール300U，300V，300Wがそれらの開口部402a~402cから流路内に挿入される。パワーモジュール300UにはU相の直列回路150が内蔵され、パワーモジュール300VにはV相の直列回路150が内蔵され、パワーモジュール300WにはW相の直列回路150が内蔵されている。これらパワーモジュール300U~300Wは同一構成になっており、外観形状も同一形状である。開口部402a~402cは、挿入されたパワーモジュール300U~300Wのフランジ部によって塞がれる。

【 0 0 4 1 】

流路形成体12には、コの字形の流路によって囲まれるように、電装部品を収納するための収納空間405が形成されている。本実施形態では、この収納空間405にコンデンサモジュール500が収納されている。収納空間405に収納されたコンデンサモジュール500は、流路内を流れる冷媒によって冷却される。コンデンサモジュール500の上方には、交流バスバー802U~802Wが装着されたバスバーアッセンブリ800が配置される。バスバーアッセンブリ800は、流路形成体12の上面に固定される。バスバーアッセンブリ800には、電流センサ180が固定されている。

【 0 0 4 2 】

ドライバ回路基板22は、バスバーアッセンブリ800に設けられた支持部材807aに固定されることにより、バスバーアッセンブリ800の上方に配置される。上述したよ

10

20

30

40

50

うに、制御回路基板 20 とドライバ回路基板 22 とはフラットケーブルによって接続される。フラットケーブルは隔壁 10c に形成されたスリット状の開口 10d を通って下部収納空間から上部収納空間へと引き出される。

【0043】

このように、パワーモジュール 300U ~ 300W とドライバ回路基板 22 と制御回路基板 20 とが高さ方向に階層的に配置され、制御回路基板 20 が強電系のパワーモジュール 300U ~ 300W から最も遠い場所に配置されるので、制御回路基板 20 側にスイッチングノイズ等が混入するのを低減することができる。さらに、ドライバ回路基板 22 と制御回路基板 20 とは隔壁 10c によって区画された別の収納空間に配置されるため、隔壁 10c が電磁シールドとして機能し、ドライバ回路基板 22 から制御回路基板 20 に混入するノイズを低減することができる。なお、ハウジング 10 はアルミ等の金属材料で形成されている。

10

【0044】

さらに、ハウジング 10 に一体に形成された隔壁 10c に制御回路基板 20 が固定されるため、外部からの振動に対して制御回路基板 20 の機械的な共振周波数が高くなる。そのため、電力変換装置 200 が車両側からの振動の影響を受け難く、信頼性が向上する。

【0045】

以下では、流路形成体 12 と、流路形成体 12 に固定されるパワーモジュール 300U ~ 300W, コンデンサモジュール 500 およびバスバーアッセンブリ 800 についてより詳しく説明する。図 8 は、流路形成体 12 にパワーモジュール 300U ~ 300W, コンデンサモジュール 500, バスバーアッセンブリ 800 を組み付けた外観斜視図である。また、図 9 は、流路形成体 12 からバスバーアッセンブリ 800 を外した状態を示す。バスバーアッセンブリ 800 は、流路形成体 12 にボルト固定される。

20

【0046】

まず、図 10, 図 11 を参照しながら流路形成体 12 について説明する。図 10 は流路形成体 12 の斜視図であり、図 11 は流路形成体 12 を裏面側から見た分解斜視図である。図 10 に示すように、流路形成体 12 は平面形状が略正方形の直方体を成し、その側面 12d に入口配管 13 および出口配管 14 が設けられている。なお、側面 12d は、配管 13, 14 が設けられている部分が段差状に形成されている。図 11 に示すように、流路 19 は、残りの 3 つの側面 12a ~ 12c に沿うようにコの字形状に形成されている。そして、流路形成体 12 の裏面側には、流路 19 の横断面形状とほぼ同一形状を有する、1 つに繋がったコの字形状の開口部 404 が形成されている。この開口部 404 は、コの字形状の下カバー 420 によって塞がれる。下カバー 420 と流路形成体 12 との間にはシール部材 409a が設けられ、気密性が保たれている。

30

【0047】

コの字形状を成す流路 19 は、冷媒の流れる方向によって 3 つの流路区間 19a, 19b, 19c に分けられる。詳細は後述するが、第 1 の流路区間 19a は、配管 13, 14 が設けられた側面 12d と対向する位置の側面 12a に沿って設けられ、第 2 の流路区間 19b は側面 12a の一方の側に隣接する側面 12b に沿って設けられ、第 3 の流路区間 19c は側面 12a の他方の側に隣接する側面 12c に沿って設けられている。冷媒は入口配管 13 から流路区間 19b に流入し、破線矢印で示すように流路区間 19b, 流路区間 19a, 流路区間 19c の順に流れ、出口配管 14 から流出される。

40

【0048】

図 10 に示すように、流路形成体 12 の上面側には、流路区間 19a に対向する位置に側面 12a に平行な長方形の開口部 402a が形成され、流路区間 19b に対向する位置に側面 12b に平行な長方形の開口部 402b が形成され、流路区間 19c に対向する位置に側面 12c に平行な長方形の開口部 402c が形成されている。これらの開口部 402a ~ 402c を通して、パワーモジュール 300U ~ 300W が流路 19 内に挿入される。

【0049】

50

図 1 1 に示すように、下カバー 4 2 0 には、上述した開口部 4 0 2 a ~ 4 0 2 c と対向する位置に、流路 1 9 の下側に向かって突出する凸部 4 0 6 がそれぞれ形成されている。これらの凸部 4 0 6 は流路 1 9 側から見ると窪みとなっており、開口部 4 0 2 a ~ 4 0 2 c から挿入されたパワーモジュール 3 0 0 U ~ 3 0 0 W の下端部分が、これらの窪みに入り込む。流路形成体 1 2 は、開口部 4 0 4 と開口部 4 0 2 a ~ 4 0 2 c とが対向するように形成されているので、アルミ鋳造により製造し易い構成になっている。

【 0 0 5 0 】

図 1 0 に示すように、流路形成体 1 2 には、3 辺を流路 1 9 で囲まれるように形成され矩形の収納空間 4 0 5 が設けられている。この収納空間 4 0 5 にコンデンサモジュール 5 0 0 が収納される。流路 1 9 で囲まれた収納空間 4 0 5 は直方体形状であるため、コンデンサモジュール 5 0 0 を直方体形状にすることができ、コンデンサモジュール 5 0 0 の生産性が良くなる。

10

【 0 0 5 1 】

図 1 2 乃至図 1 6 を用いてインバータ回路 1 4 0 に使用されるパワーモジュール 3 0 0 U ~ 3 0 0 W の詳細構成を説明する。上記パワーモジュール 3 0 0 U ~ 3 0 0 W はいずれも同じ構造であり、代表してパワーモジュール 3 0 0 U の構造を説明する。尚、図 1 2 乃至図 1 6 において信号端子 3 2 5 U は、図 2 に開示したゲート電極 1 5 4 および信号用エミッタ電極 1 5 5 に対応し、信号端子 3 2 5 L は、図 2 に開示したゲート電極 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 3 1 5 B は、図 2 に開示した正極端子 1 5 7 と同一のものであり、直流負極端子 3 1 9 B は、図 2 に開示した負極端子 1 5 8 と同一のものである。また交流端子 3 2 0 B は、図 2 に開示した交流端子 1 5 9 と同じものである。

20

【 0 0 5 2 】

図 1 2 乃至図 1 6 を用いてインバータ回路 1 4 0 に使用されるパワーモジュール 3 0 0 U ~ 3 0 0 W の詳細構成を説明する。

【 0 0 5 3 】

図 1 2 (a) は、本実施形態のパワーモジュール 3 0 0 U の斜視図である。図 1 2 (b) は、本実施形態のパワーモジュール 3 0 0 U を断面 D で切断して方向 E から見たときの断面図である。

【 0 0 5 4 】

30

図 1 3 は、理解を助けるために、図 1 2 に示す状態からネジ 3 0 9 および第二封止樹脂 3 5 1 を取り除いたパワーモジュール 3 0 0 U を示す図である。図 1 3 (a) は斜視図であり、図 1 3 (b) は図 1 2 (b) と同様に断面 D で切断して方向 E から見たときの断面図である。また、図 1 3 (c) はフィン 3 0 5 が加圧されて湾曲部 3 0 4 A が変形される前の断面図を示している。

【 0 0 5 5 】

図 1 4 は、図 1 3 に示す状態からさらにモジュールケース 3 0 4 を取り除いたパワーモジュール 3 0 0 U を示す図である。図 1 4 (a) は斜視図であり、図 1 4 (b) は図 1 2 (b) , 図 1 3 (b) と同様に断面 D で切断して方向 E から見たときの断面図である。

【 0 0 5 6 】

40

図 1 5 は、図 1 4 に示す状態からさらに第一封止樹脂 3 4 8 および配線絶縁部 6 0 8 を取り除いたパワーモジュール 3 0 0 U の斜視図である。

【 0 0 5 7 】

図 1 6 は、モジュール一次封止体 3 0 2 の組立工程を説明するための図である。

【 0 0 5 8 】

上下アームの直列回路 1 5 0 を構成するパワー半導体素子 (I G B T 3 2 8 , I G B T 3 3 0 , ダイオード 1 5 6 , ダイオード 1 6 6) が、図 1 4 および 1 5 に示す如く、導体板 3 1 5 や導体板 3 1 8 によって、あるいは導体板 3 2 0 や導体板 3 1 9 によって、両面から挟んで固着される。導体板 3 1 5 等は、その放熱面が露出した状態で第一封止樹脂 3 4 8 によって封止され、当該放熱面に絶縁シート 3 3 3 が熱圧着される。第一封止樹脂 3

50

48は図14に示すように、多面体形状(ここでは略直方体形状)を有している。

【0059】

第一封止樹脂348により封止されたモジュール一次封止体302は、モジュールケース304の中に挿入して絶縁シート333を挟んで、CAN型冷却器であるモジュールケース304の内面に熱圧着される。ここで、CAN型冷却器とは、一面に挿入口306と他面に底を有する筒形状をした冷却器である。モジュールケース304の内部に残存する空隙には、第二封止樹脂351を充填される。

【0060】

モジュールケース304は、電気伝導性を有する部材、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、挿入口306以外に開口を設けない構造であり、挿入口306は、フランジ部304Bによって、その外周を囲まれている。また、図12(a)に示されるように、他の面より広い面を有する第1放熱面307A及び第2放熱面307Bがそれぞれ対向した状態で配置され、これらの放熱面に対向するようにして、各パワー半導体素子(IGBT328, IGBT330, ダイオード156, ダイオード166)が配置されている。当該対向する第1放熱面307Aと第2放熱面307Bと繋ぐ3つの面は、当該第1放熱面307A及び第2放熱面307Bより狭い幅で密閉された面を構成し、残りの一辺の面に挿入口306が形成される。モジュールケース304の形状は、正確な直方体である必要が無く、角が図12(a)に示す如く曲面を成していても良い。

【0061】

このような形状の金属製のケースを用いることで、モジュールケース304を水や油などの冷媒が流れる流路19内に挿入しても、冷媒に対するシールをフランジ部304Bにて確保できるため、冷却媒体がモジュールケース304の内部に侵入するのを簡易な構成で防ぐことができる。また、対向した第1放熱面307Aと第2放熱面307Bに、フィン305がそれぞれ均一に形成される。さらに、第1放熱面307A及び第2放熱面307Bの外周には、厚みが極端に薄くなっている湾曲部304Aが形成されている。湾曲部304Aは、フィン305を加圧することで簡単に変形する程度まで厚みを極端に薄くしてあるため、モジュール一次封止体302が挿入された後の生産性が向上する。

【0062】

上述のように導体板315等を絶縁シート333を介してモジュールケース304の内壁に熱圧着することにより、導体板315等とモジュールケース304の内壁の間の空隙を少なくすることができ、パワー半導体素子の発生熱を効率良くフィン305へ伝達できる。さらに絶縁シート333にある程度の厚みと柔軟性を持たせることにより、熱応力の発生を絶縁シート333で吸収することができ、温度変化の激しい車両用の電力変換装置に使用するのに良好となる。

【0063】

モジュールケース304の外には、コンデンサモジュール500と電氣的に接続するための金属製の直流正極配線315Aおよび直流負極配線319Aが設けられており、その先端部に直流正極端子315B(157)と直流負極端子319B(158)がそれぞれ形成されている。また、モータジェネレータMG1に交流電力を供給するための金属製の交流配線320Aが設けられており、その先端に交流端子320B(159)が形成されている。本実施形態では、図15に示す如く、直流正極配線315Aは導体板315と接続され、直流負極配線319Aは導体板319と接続され、交流配線320Aは導体板320と接続される。

【0064】

モジュールケース304の外にはさらに、ドライバ回路174と電氣的に接続するための金属製の信号配線324Uおよび324Lが設けられており、その先端部に信号端子325U(154, 155)と信号端子325L(164, 165)がそれぞれ形成されている。本実施形態では、図15に示す如く、信号配線324UはIGBT328と接続さ

10

20

30

40

50

れ、信号配線 3 2 4 L は I G B T 3 2 8 と接続される。

【 0 0 6 5 】

直流正極配線 3 1 5 A , 直流負極配線 3 1 9 A , 交流配線 3 2 0 A , 信号配線 3 2 4 U および信号配線 3 2 4 L は、樹脂材料で成形された配線絶縁部 6 0 8 によって相互に絶縁された状態で、補助モールド体 6 0 0 として一体に成型される。配線絶縁部 6 0 8 は、各配線を支持するための支持部材としても作用し、これに用いる樹脂材料は、絶縁性を有する熱硬化性樹脂かあるいは熱可塑性樹脂が適している。これにより、直流正極配線 3 1 5 A , 直流負極配線 3 1 9 A , 交流配線 3 2 0 A , 信号配線 3 2 4 U および信号配線 3 2 4 L の間の絶縁性を確保でき、高密度配線が可能となる。補助モールド体 6 0 0 は、モジュール一次封止体 3 0 2 と接続部 3 7 0 において金属接合された後に、配線絶縁部 6 0 8 に設けられたネジ穴を貫通するネジ 3 0 9 によってモジュールケース 3 0 4 に固定される。接続部 3 7 0 におけるモジュール一次封止体 3 0 2 と補助モールド体 6 0 0 との金属接合には、たとえば T I G 溶接などを用いることができる。

10

【 0 0 6 6 】

直流正極配線 3 1 5 A と直流負極配線 3 1 9 A は、配線絶縁部 6 0 8 を間に挟んで対向した状態で互いに積層され、略平行に延びる形状を成している。こうした配置および形状とすることで、パワー半導体素子のスイッチング動作時に瞬間的に流れる電流が、対向してかつ逆方向に流れる。これにより、電流が作る磁界が互いに相殺する作用をなし、この作用により低インダクタンス化が可能となる。なお、交流配線 3 2 0 A や信号端子 3 2 5 U , 3 2 5 L も、直流正極配線 3 1 5 A 及び直流負極配線 3 1 9 A と同様の方向に向かって延びている。

20

【 0 0 6 7 】

モジュール一次封止体 3 0 2 と補助モールド体 6 0 0 が金属接合により接続されている接続部 3 7 0 は、第二封止樹脂 3 5 1 によりモジュールケース 3 0 4 内で封止される。これにより、接続部 3 7 0 とモジュールケース 3 0 4 との間で必要な絶縁距離を安定的に確保することができるため、封止しない場合と比較してパワーモジュール 3 0 0 U の小型化が実現できる。

【 0 0 6 8 】

図 1 5 に示されるように、接続部 3 7 0 の補助モールド体 6 0 0 側には、補助モジュール側直流正極接続端子 3 1 5 C , 補助モジュール側直流負極接続端子 3 1 9 C , 補助モジュール側交流接続端子 3 2 0 C , 補助モジュール側信号接続端子 3 2 6 U および補助モジュール側信号接続端子 3 2 6 L が一列に並べて配置される。一方、接続部 3 7 0 のモジュール一次封止体 3 0 2 側には、多面体形状を有する第一封止樹脂 3 4 8 の一つの面に沿って、素子側直流正極接続端子 3 1 5 D , 素子側直流負極接続端子 3 1 9 D , 素子側交流接続端子 3 2 0 D , 素子側信号接続端子 3 2 7 U および素子側信号接続端子 3 2 7 L が一列に並べて配置される。こうして接続部 3 7 0 において各端子が一列に並ぶような構造とすることで、トランスファーマールドによるモジュール一次封止体 3 0 2 の製造が容易となる。

30

【 0 0 6 9 】

ここで、モジュール一次封止体 3 0 2 の第一封止樹脂 3 4 8 から外側に延出している部分をその種類ごとに一つの端子として見た時の各端子の位置関係について述べる。以下の説明では、直流正極配線 3 1 5 A (直流正極端子 3 1 5 B と補助モジュール側直流正極接続端子 3 1 5 C を含む) および素子側直流正極接続端子 3 1 5 D により構成される端子を正極側端子と称し、直流負極配線 3 1 9 A (直流負極端子 3 1 9 B と補助モジュール側直流負極接続端子 3 1 9 C を含む) および素子側直流負極接続端子 3 1 9 D により構成される端子を負極側端子と称し、交流配線 3 2 0 A (交流端子 3 2 0 B と補助モジュール側交流接続端子 3 2 0 C を含む) および素子側交流接続端子 3 2 0 D により構成される端子を出力端子と称し、信号配線 3 2 4 U (信号端子 3 2 5 U と補助モジュール側信号接続端子 3 2 6 U を含む) および素子側信号接続端子 3 2 7 U により構成される端子を上アーム用信号端子と称し、信号配線 3 2 4 L (信号端子 3 2 5 L と補助モジュール側信号接続端子

40

50

326Lを含む)および素子側信号接続端子327Lにより構成される端子を下アーム用信号端子と称する。

【0070】

上記の各端子は、いずれも第一封止樹脂348および第二封止樹脂351から接続部370を通して突出しており、その第一封止樹脂348からの各突出部分(素子側直流正極接続端子315D, 素子側直流負極接続端子319D, 素子側交流接続端子320D, 素子側信号接続端子327Uおよび素子側信号接続端子327L)は、上記のように多面体形状を有する第一封止樹脂348の一つの面に沿って一列に並べられている。また、正極側端子と負極側端子は、第二封止樹脂351から積層状態で突出しており、モジュールケース304の外に延出している。このような構成としたことで、第一封止樹脂348でパ
10
ワー半導体素子を封止してモジュール一次封止体302を製造する時の型締めの際に、パ
ワー半導体素子と当該端子との接続部分への過大な応力や金型の隙間が生じるのを防ぐことができる。また、積層された正極側端子と負極側端子の各々を流れる反対方向の電流により、互いに打ち消しあう方向の磁束が発生されるため、低インダクタンス化を図ることができる。

【0071】

補助モールド体600側において、補助モジュール側直流正極接続端子315C, 補助モジュール側直流負極接続端子319Cは、直流正極端子315B, 直流負極端子319Bとは反対側の直流正極配線315A, 直流負極配線319Aの先端部にそれぞれ形成されて
20
いる。また、補助モジュール側交流接続端子320Cは、交流配線320Aにおいて交流端子320Bとは反対側の先端部に形成されている。補助モジュール側信号接続端子326U, 326Lは、信号配線324U, 324Lにおいて信号端子325U, 325Lとは反対側の先端部にそれぞれ形成されている。

【0072】

一方、モジュール一次封止体302側において、素子側直流正極接続端子315D, 素子側直流負極接続端子319D, 素子側交流接続端子320Dは、導体板315, 319, 320にそれぞれ形成されている。また、素子側信号接続端子327U, 327Lは、ボンディングワイヤ371によりIGBT328, 330とそれぞれ接続されている。

【0073】

次に、図16を用いてモジュール一次封止体302の組立工程を説明する。
30

【0074】

図16に示すように、直流正極側の導体板315および交流出力側の導体板320と、素子側信号接続端子327Uおよび327Lとは、共通のタイバー372に繋がれた状態で、これらが略同一平面状の配置となるように一体的に加工される。導体板315には、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のカソード電極が固着される。導体板320には、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のカソード電極が固着される。IGBT328, 330およびダイオード156, 166の上には、導体板318と導体板319が略同一平面状に配置される。導体板318には、上アーム側のIGBT328のエミッタ電極と上アーム側のダイオード156のアノード電極が固着される。導体板319には、下アーム側のIG
40
BT330のエミッタ電極と下アーム側のダイオード166のアノード電極が固着される。各パワー半導体素子は、各導体板に設けられた素子固着部322に、金属接合材160を介してそれぞれ固着される。金属接合材160は、例えばはんだ材や銀シート及び微細金属粒子を含んだ低温焼結接合材、等である。

【0075】

各パワー半導体素子は板状の扁平構造であり、当該パワー半導体素子の各電極は表裏面に形成されている。図16に示されるように、パワー半導体素子の各電極は、導体板315と導体板318、または導体板320と導体板319によって挟まれる。つまり、導体板315と導体板318は、IGBT328及びダイオード156を介して略平行に対向した積層配置となる。同様に、導体板320と導体板319は、IGBT330及びダイ
50

オード 166 を介して略平行に対向した積層配置となる。また、導体板 320 と導体板 318 は中間電極 329 を介して接続されている。この接続により上アーム回路と下アーム回路が電氣的に接続され、上下アーム直列回路が形成される。

【0076】

上述したように、導体板 315 と導体板 318 の間に IGBT 328 及びダイオード 156 を挟み込むと共に、導体板 320 と導体板 319 の間に IGBT 330 及びダイオード 166 を挟み込み、導体板 320 と導体板 318 を中間電極 329 を介して接続する。その後、IGBT 328 の制御電極 328A と素子側信号接続端子 327U とをボンディングワイヤ 371 により接続すると共に、IGBT 330 の制御電極 330A と素子側信号接続端子 327L とをボンディングワイヤ 371 により接続する（図 15 参照）。

10

【0077】

この状態まで組み立てられたら、パワー半導体素子およびボンディングワイヤ 371 を含む部分を第一封止樹脂 348 により封止する（図 14 参照）。このとき、上下から金型で押さえ、トランスファーマールドにより第一封止樹脂 348 を金型内に充填して成形する。

【0078】

第一封止樹脂 348 により封止したら、タイバー 372 を切除して、素子側直流正極接続端子 315D、素子側交流接続端子 320D、素子側信号接続端子 327U、327L をそれぞれ分離する。そして、一辺側に一列に並べられている素子側直流正極接続端子 315D、素子側直流負極接続端子 319D、素子側交流接続端子 320D、素子側信号接続端子 327U、327L の各端部を、それぞれ同一方向に折り曲げる。これにより、図 14 に示すようにモジュール一次封止体 302 と補助モールド体 600 とを金属接合する際の作業を容易化して生産性を向上すると共に、金属接合の信頼性を向上することができる。

20

【0079】

図 17 は、コンデンサモジュール 500 の外観斜視図である。コンデンサモジュール 500 内には複数のコンデンサセルが設けられている。コンデンサモジュール 500 の上面には、コンデンサモジュール 500 の流路 19 に対向する面に近接して、コンデンサ端子 503a ~ 503c が突出するように設けられている。コンデンサ端子 503a ~ 503c は、各パワーモジュール 300 の正極端子 157 及び負極端子 158 に対応して形成される。コンデンサ端子 503a ~ 503c は同一形状を成し、コンデンサ端子 503a ~ 503c を構成する負極側コンデンサ端子 504 と正極側コンデンサ端子 506 との間には絶縁シートが設けられ、端子間の絶縁が確保されている。

30

【0080】

コンデンサモジュール 500 の側面 500d の側の上部には、突出部 500e、500f が形成されている。突出部 500e 内には放電抵抗が実装され、突出部 500f 内にはコモンモードノイズ対策用の Y コンデンサが実装されている。また、突出部 500f の上面から突出した端子 500g、500h に、図 5 に示した電源端子 508、509 が取り付けられる。図 10 に示すように、開口 402b、402c と側面 12d との間には凹部 405a、405b が形成されており、コンデンサモジュール 500 を流路形成体 12 の収納空間 405 に収納すると、突出部 500e は凹部 405a に収納され、突出部 500f は凹部 405b に収納される。

40

【0081】

突出部 500e 内に実装された放電抵抗は、インバータ停止時にコンデンサモジュール 500 内のコンデンサセルに溜まった電荷を放電するための抵抗である。突出部 500e が収納される凹部 405a は、入口配管 13 から流入した冷媒の流路の直上に設けられているので、放電時の放電抵抗の温度上昇を抑えることができる。

【0082】

図 18 は、バスバーアッセンブリ 800 の斜視図である。バスバーアッセンブリ 800 は、U、V、W 相の交流バスバー 802U、802V、802W と、交流バスバー 802

50

U～802Wを保持し固定するための保持部材803と、交流バスバー802U～802Wを流れる交流電流を検出するための電流センサ180と、を備えている。交流バスバー802U～802Wは、それぞれ幅広導体で形成されている。樹脂等の絶縁材料で形成された保持部材803には、ドライバ回路基板22を保持するための複数の支持部材807aが、保持部材803から上方に突出するように形成されている。

【0083】

電流センサ180は、図8に示すようにバスバーアッセンブリ800を流路形成体12上に固定したときに、流路形成体12の側面12dに近接した位置で側面12dに平行となるように、バスバーアッセンブリ800に配置されている。電流センサ180の側面には、交流バスバー802U～802Wを貫通させるための貫通孔181がそれぞれ形成されている。電流センサ180の貫通孔181が形成されている部分にはセンサ素子が設けられており、電流センサ180の上面から各センサ素子の信号線182aが突出している。各センサ素子は、電流センサ180の延在方向、すなわち流路形成体12の側面12dの延在方向に並んで配置されている。交流バスバー802U～802Wは各貫通孔181を貫通し、その先端部分が平行に突出している。

10

【0084】

図18に示されるように、保持部材803には、位置決め用の突起部806a、806bが上方に向かって突出するように形成されている。電流センサ180はネジ止めにより保持部材803に固定されるが、その際に突起部806a、806bと電流センサ180の枠体に形成された位置決め孔とを係合させることで、電流センサ180の位置決めが行われる。さらに、ドライバ回路基板22を支持部材807aに固定する際に、ドライバ回路基板22側に形成された位置決め孔に位置決め用の突起部806a、806bを係合させることで、電流センサ180の信号線182aがドライバ回路基板22のスルーホールに位置決めされる。信号線182aは、ドライバ回路基板22の配線パターンと半田によって接合される。

20

【0085】

本実施形態では、保持部材803、支持部材807a及び突起部806a、806bは、樹脂で一体に形成される。このように、保持部材803が電流センサ180とドライバ回路基板22との位置決め機能を備えることになるので、信号線182aとドライバ回路基板22との間の組み付け及び半田接続作業が容易になる。また、電流センサ180とドライバ回路基板22を保持する機構を保持部材803に設けることで、電力変換装置全体としての部品点数を削減できる。

30

【0086】

交流バスバー802U～802Wは幅広面が水平となるように保持部材803に固定され、パワーモジュール300U～300Wの交流端子159に接続される接続部805が垂直に立ち上がっている。接続部805は先端が凹凸形状をしており、溶接時にこの凹凸部分に熱が集中するような形状となっている。

【0087】

上述したように電流センサ180は流路形成体12の側面12dに平行に配置されているので、電流センサ180の貫通孔181から突出した各交流バスバー802U～802Wは、流路形成体12の側面12dに配置されることになる。各パワーモジュール300U～300Wは、流路形成体12の側面12a、12b、12cに沿って形成された流路区間19a、19b、19cに配置されるので、交流バスバー802U～802Wの接続部805は、バスバーアッセンブリ800の側面12a～12cに対応する位置に配置される。その結果、図8に示すように、U相交流バスバー802Uは側面12bの近傍に配置されたパワーモジュール300Uから側面12dまで延接され、V相交流バスバー802Vは側面12aの近傍に配置されたパワーモジュール300Vから側面12dまで延接され、W相交流バスバー802Wは側面12cの近傍に配置されたパワーモジュール300Wから側面12dまで延設される。

40

【0088】

50

図19は、開口部402a~402cにパワーモジュール300U~300Wが固定され、収納空間405にコンデンサモジュール500が収納された流路形成体12を示す図である。図19に示す例では、開口部402bにU相のパワーモジュール300Uが固定され、開口部402aにV相のパワーモジュール300Vが固定され、開口部402cにW相のパワーモジュール300Wが固定される。その後、コンデンサモジュール500が収納空間405に収納され、コンデンサ側の端子と各パワーモジュールの端子とが溶接等により接続される。各端子は、流路形成体12の上端面から突出しており、上方から溶接機をアプローチして溶接作業が行われる。

【0089】

なお、コの字形に配置された各パワーモジュール300U~300Wの直流正極端子315B及び直流負極端子319B(図12参照)は、図17に示される、コンデンサモジュール500の上面に突出して設けられたコンデンサ端子503a~503cと接続される。3つのパワーモジュール300U~300Wはコンデンサモジュール500を囲むように設けられているため、コンデンサモジュール500に対する各パワーモジュール300U~300Wの位置的关系が同等となり、同一形状のコンデンサ端子503a~503cを用いてバランス良くコンデンサモジュール500に接続することができる。そのため、コンデンサモジュール500とパワーモジュール300U~300Wとの回路定数が3相の各相においてバランスし易くなり、電流の出し入れがし易い構造となっている。

【0090】

図20は、本発明の実施形態に係る電力変換装置200において、パワーモジュール300U~300Wを流路形成体12に搭載するための第一の実施例を示す図である。図20は図7中のAAを垂直方向に切り出した断面図であり、パワーモジュール300Uが流路形成体12に搭載された状態を示す。以降ではU相のパワーモジュール300Uについて説明するが、V相、W相のパワーモジュール300V、300Wの搭載に関しても同様である。

【0091】

パワーモジュール300Uのモジュールケース304と、当該パワーモジュール300Uを搭載する流路形成体12とを電氣的に絶縁するため、モジュールケース304のフランジ部304Bの上下に、当該フランジ部304Bと接触するリング形状の絶縁物550a及び550bを設ける。ここで、絶縁物550a及び550bには耐クリープ性のある部材、例えばポリフェニレンサルファイド樹脂(PPS)を用いる。なお、流路形成体12は、車体アースに接地されている。

【0092】

そして、リング形状の固定用金属板552を絶縁物550bの上方からねじ留めすることで、パワーモジュール300Uが流路形成体12に固定される。絶縁物550aにはシール部材551が設けられ、パワーモジュール300Uと流路形成体12との間の気密性が保たれている。また、モジュールケース304には腐食防止のためアルマイト処理等を施してもよい。

【0093】

上記のような構成により、パワーモジュール300Uの絶縁シート333に寄生する寄生容量 C_{ac} と、絶縁物550a及び550bに寄生する合算容量 C_i が電氣的に直列配置される。そのため、パワーモジュール300Uから流路形成体12までの間のインピーダンスが高くなり、IGBT328及び330のスイッチング動作により生じる漏洩電流を低減できる。

【0094】

なお、モジュールケース304は、モジュールケース304の一部であるフランジ部304Bが絶縁物550a及び550bを介して流路形成体12に固定されることによって、流路内に保持される。このフランジ部304Bは、モジュールケース304と一体に形成されていても、別部材としてモジュールケース304に接続していても良い。

【0095】

10

20

30

40

50

図 2 1 は、本発明の実施形態に係る電力変換装置 2 0 0 において、パワーモジュール 3 0 0 U ~ 3 0 0 W を流路形成体 1 2 に搭載するための第二の実施例を示す図である。本図は図 2 0 に示した第一の実施例と同様に、図 7 中の A A を垂直方向に切り出した断面図であり、パワーモジュール 3 0 0 U が流路形成体 1 2 に搭載された状態を示す。本実施例において、パワーモジュール 3 0 0 U を流路形成体 1 2 に搭載する機構は前述した第一の実施例と同様であり、第一の実施例との相違箇所は、モジュールケース 3 0 4 と流路形成体 1 2 の間に任意の抵抗値 R を有する抵抗体 5 5 3 を挿入した点である。

【 0 0 9 6 】

上記の構成により、パワーモジュール 3 0 0 U の絶縁シート 3 3 3 に寄生する寄生容量 C_{ac} と、絶縁物 5 5 0 a 及び 5 5 0 b に寄生する合算容量 C_i と、抵抗体 5 5 3 の抵抗値 R とにより、パワーモジュール 3 0 0 U 内の導体板 3 2 0 から流路形成体 1 2 を見たインピーダンス Z に任意の周波数依存性を持たせることができる。

10

【 0 0 9 7 】

そのインピーダンス Z の特性概形図を図 2 2 に示す。従来のモジュールケース 3 0 4 と流路形成体 1 2 を電氣的に接続した構成の場合、インピーダンス Z には絶縁シート 3 3 3 の寄生容量 C_{ac} 成分のみが現れるため、インピーダンス Z は同図中破線で示したように周波数に反比例した特性を示す。つまり、高周波数になる程インピーダンス Z が低くなり、高周波の漏洩電流が流れ易くなる。

【 0 0 9 8 】

一方、本実施例では、インピーダンス Z は同図中実線で示したように、低域遮断周波数 $f_L = 1 / 2 \pi R C_{ac}$ と高域遮断周波数 $f_H = 1 / 2 \pi R C_i$ を有する特性となる。具体的には、インピーダンス Z は、 f_L 以下の周波数では、絶縁シート 3 3 3 の寄生容量 C_{ac} による容量性の特性を示す。 f_H 以上の周波数では、絶縁物 5 5 0 a 及び 5 5 0 b に寄生する合算容量 C_i による容量性の特性を示す。 f_L 以上 f_H 以下の周波数では、挿入した抵抗体 5 5 3 の抵抗値 R による抵抗性の特性を示す。すなわち、モジュールケース 3 0 4 と流路形成体 1 2 を電氣的に絶縁し抵抗体 5 5 3 を挿入することにより、インピーダンス Z を高められ、かつ f_L 以上 f_H 以下の周波数ではインピーダンス Z の特性が抵抗性に見える。そのため、パワーモジュール内の寄生容量 C_{ac} と外部の寄生インダクタンスとで引き起こされる共振現象を防ぐことができ、高周波の漏洩電流を低減可能となる。

20

【 0 0 9 9 】

なお、抵抗体 5 5 3 は、図 2 1 に示すように、一端がモジュールケース 3 0 4 のフランジ部 3 0 4 B に接続され、他端が導電性のねじ 5 6 0 に接続される。これにより、抵抗体 5 5 3 の他端は、流路形成体 1 2 と電氣的に接続される。

30

【 0 1 0 0 】

あるいは、抵抗体 5 5 3 は、一端がモジュールケース 3 0 4 のいずれかの箇所と接続され、かつ他端が流路形成体 1 2 に直接に接続されてもよい。

【 0 1 0 1 】

図 2 3 (a) は、本発明の実施形態に係る電力変換装置 2 0 0 において、パワーモジュール 3 0 0 U ~ 3 0 0 W を流路形成体 1 2 に搭載するための第三の実施例を示す図である。本図は図 2 0 に示した第一の実施例や図 2 1 に示した第二の実施例と同様に、図 7 中の A A を垂直方向に切り出した断面図であり、パワーモジュール 3 0 0 U が流路形成体 1 2 に搭載された状態を示す。

40

【 0 1 0 2 】

本実施例では、前述した第二の実施例の抵抗体 (R) 5 5 3 を導電性樹脂 5 5 4 に置換した構成である。モジュールケース 3 0 4 のフランジ部 3 0 4 B の下側に、シール部材 5 5 1 が設けられた絶縁物 5 5 0 a を配置する。その上側に、任意の抵抗値 R を有する導電性樹脂 5 5 4 を設けることで、モジュールケース 3 0 4 と流路形成体 1 2 の間に抵抗値 R を有する抵抗体が挿入された構成と等価となる。例えば、導電性樹脂 5 5 4 として、炭素繊維を含有した P P S コンパウンドを用いることができる。この場合、導電性樹脂 5 5 4 の抵抗値 R は、炭素繊維の含有率により調整可能である。

50

【0103】

また、図23(b)に示すように、一般に抵抗体の抵抗値は抵抗体の断面積 S と厚さ d で定められることより、導電性樹脂554の形状によっても抵抗値 R を調整可能である。本実施例により、導電性樹脂554を用いることで抵抗器が不要となり、組立性が向上する。なお、所望の抵抗値が得られるものであれば、導電性樹脂554の代わりに他の導電性部材を用いてもよい。

【0104】

図24及び図25に、前述した第一、第二及び第三の各実施例におけるパワーモジュール300Uを流路形成体12に固定するための固定部分の別手段を示す。図24に示される固定手段は、モジュールケース304のフランジ部304Bの外周に沿って配置されるリング形状の絶縁物550aと、絶縁材料もしくは導電性樹脂材からなる部材555と、固定用金属板552とを、一括してねじ留めすることにより、パワーモジュール300Uを流路形成体12に固定している。

10

【0105】

当該絶縁物550aと、当該部材555と、当該固定用金属板552と、当該フランジ部304Bには、固定用のねじ具が通るようにそれぞれ貫通孔559が設けられている。ここで、前述した第一及び第二の実施例に本固定手段を用いた場合、部材555にはPPS等の絶縁材料を用いる。

【0106】

一方、前述した第三の実施例に本固定手段を用いた場合では、部材555には導電性樹脂材を用いる。導電性樹脂からなる部材555の抵抗値は、部材555がモジュールケース304のフランジ部304Bと接する面と、部材555が流路形成体12と接する面との間で規定されるので、当該導電性樹脂からなる部材555とねじ560とが接触しないようにすることが好ましい。そのため、当該部材555に十分な大きさの貫通孔559を設けるか、もしくは部材555を適切な位置に位置決めできるよう加工されていれば、組立性が改善される。

20

【0107】

次に、図25に示される固定手段は、パワーモジュール300Uと流路形成体12とを固定するためのねじに、絶縁性ねじ561を用いた場合の手段である。この場合、絶縁材料もしくは導電性樹脂材からなる部材555を、モジュールケース304のフランジ部304Bと流路形成体12との間に介在させ、フランジ部304Bの上方から絶縁性ねじ561を用いてねじ留めすることにより、パワーモジュール300Uを流路形成体12に固定する構成とすればよい。

30

【0108】

以上説明した各実施例及び変形例により、第1絶縁部材及び/又は第2絶縁部材としての絶縁シート333に寄生する寄生容量 C_{ac} と、第3絶縁部材としての絶縁物550a及び/又は絶縁物550bに寄生する合算容量 C_i とが電氣的に直列配置する。そのため、パワー半導体素子から流路形成体12間のインピーダンス Z が高くなり、パワー半導体素子のスイッチング動作により生じる漏洩電流を低減できる。

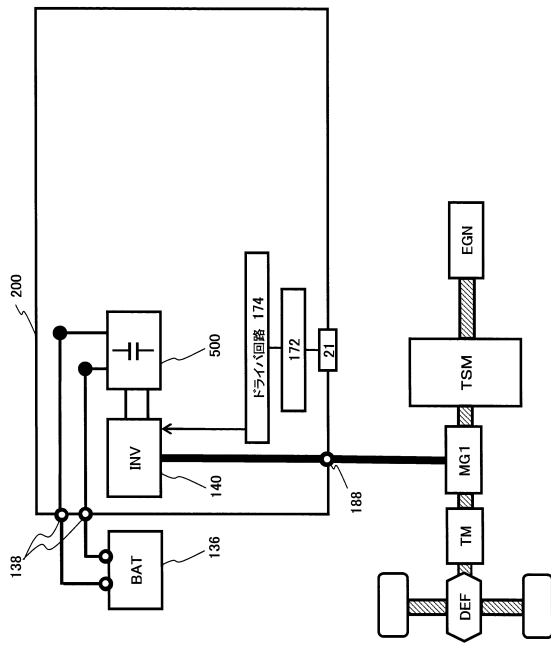
【0109】

次の優先権基礎出願の開示内容は引用文としてここに組み込まれる。

日本国特許出願2010年第220240号(2010年9月30日出願)

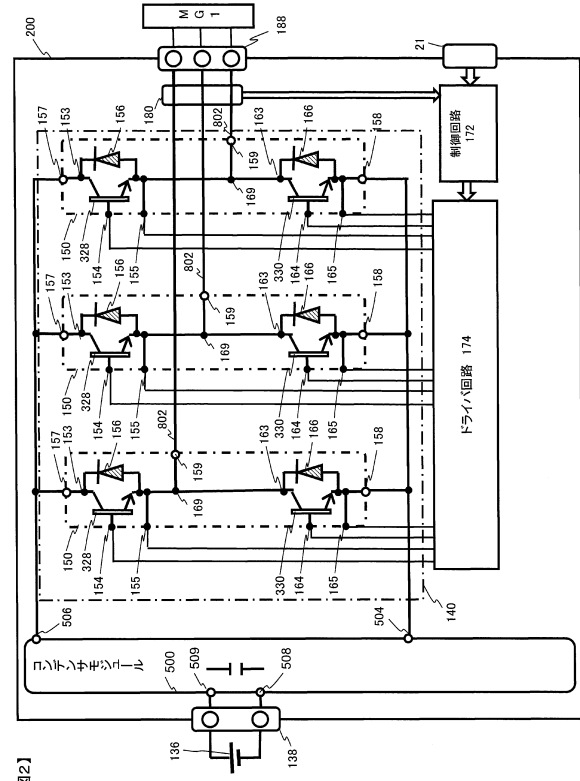
40

【図1】



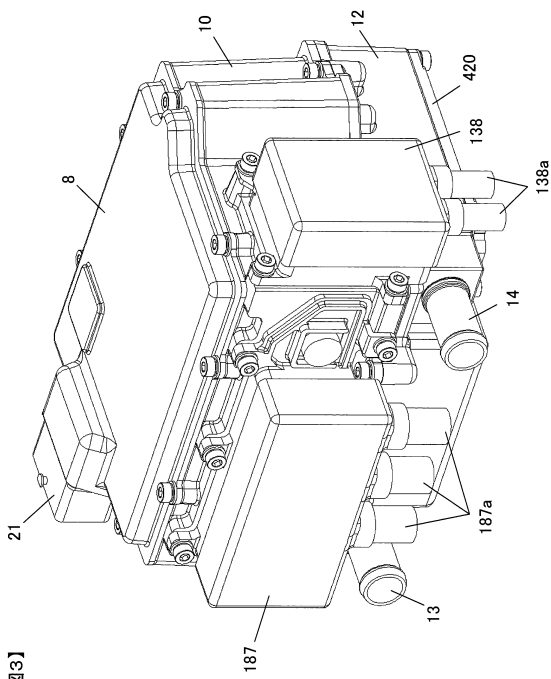
【図1】

【図2】



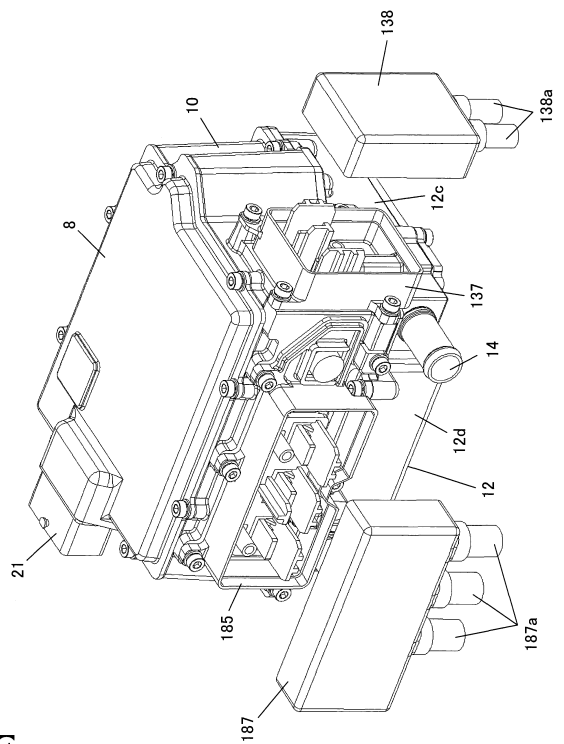
【図2】

【図3】



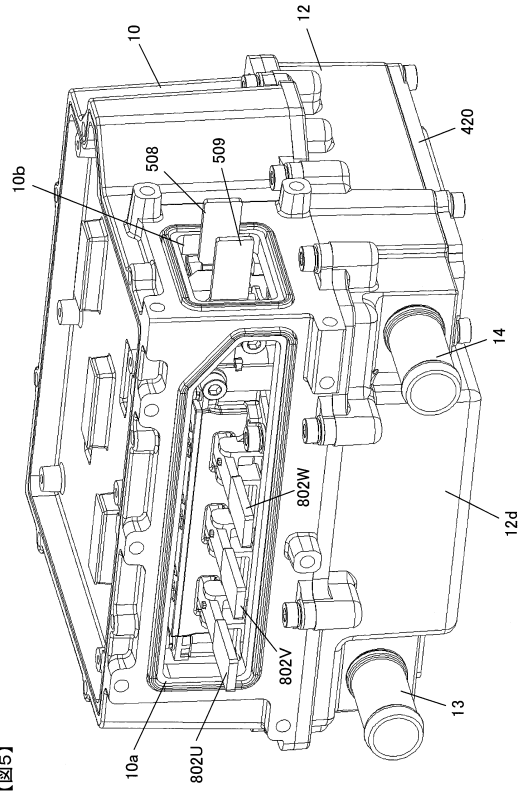
【図3】

【図4】

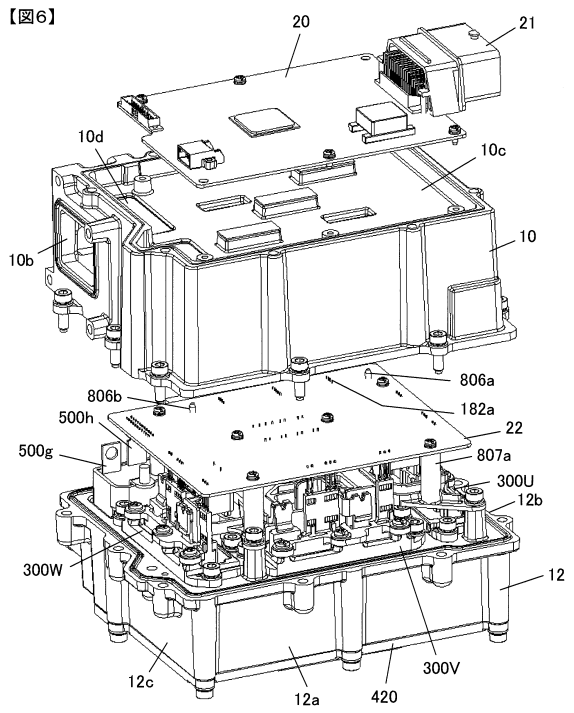


【図4】

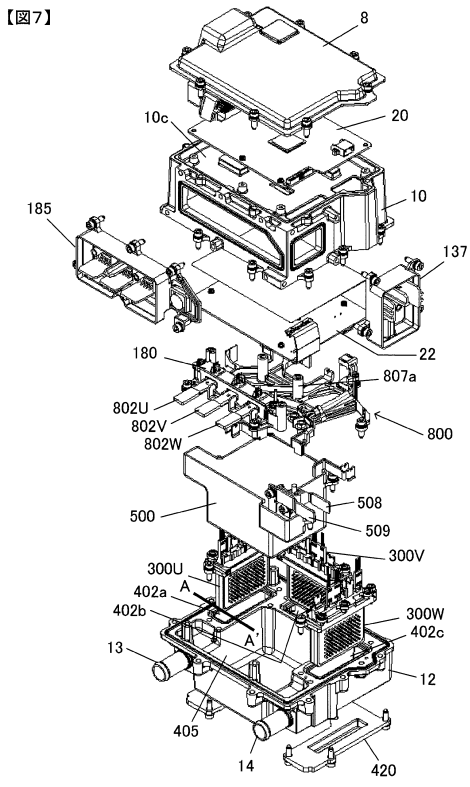
【 図 5 】



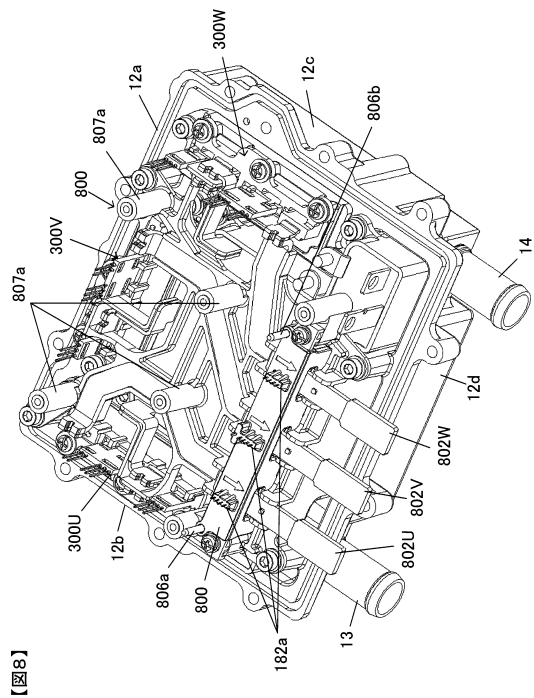
【 図 6 】



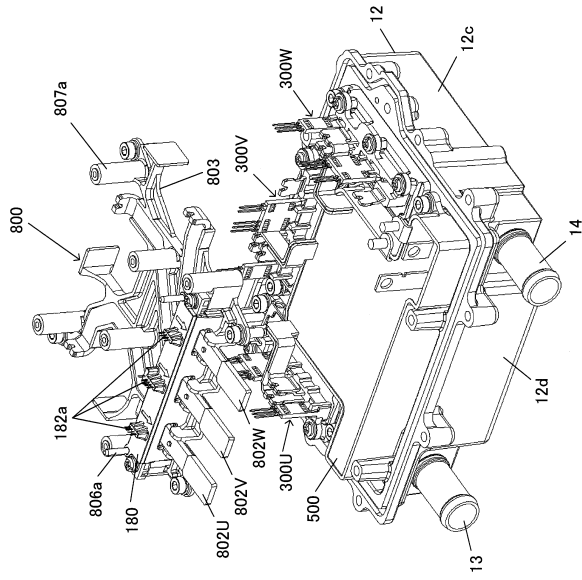
【 図 7 】



【 図 8 】

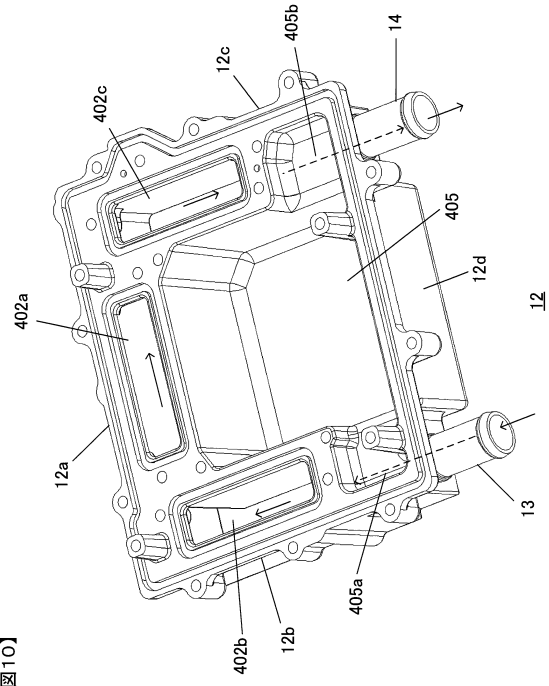


【 図 9 】



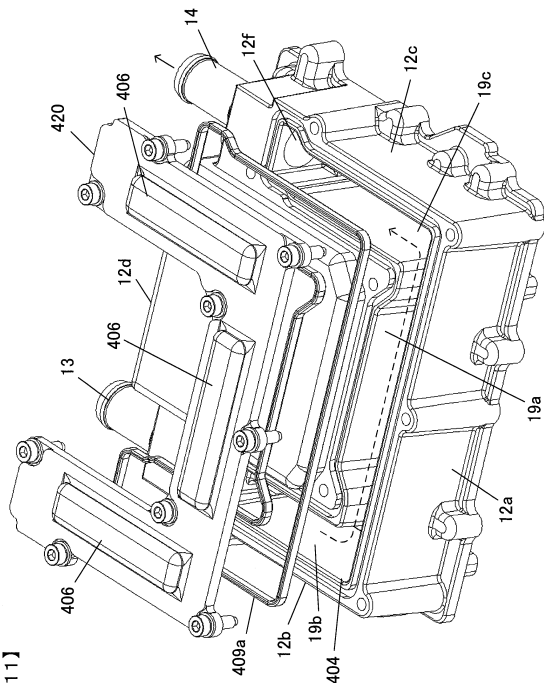
【 図 9 】

【 図 10 】



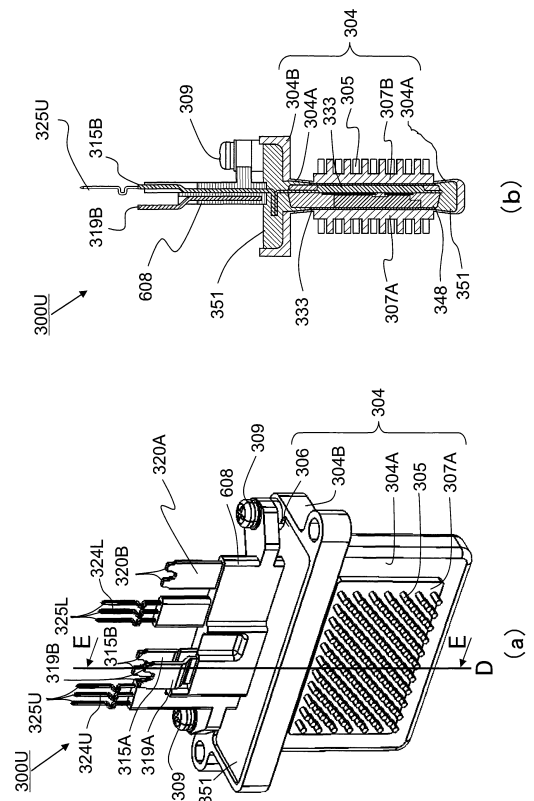
【 図 10 】

【 図 11 】



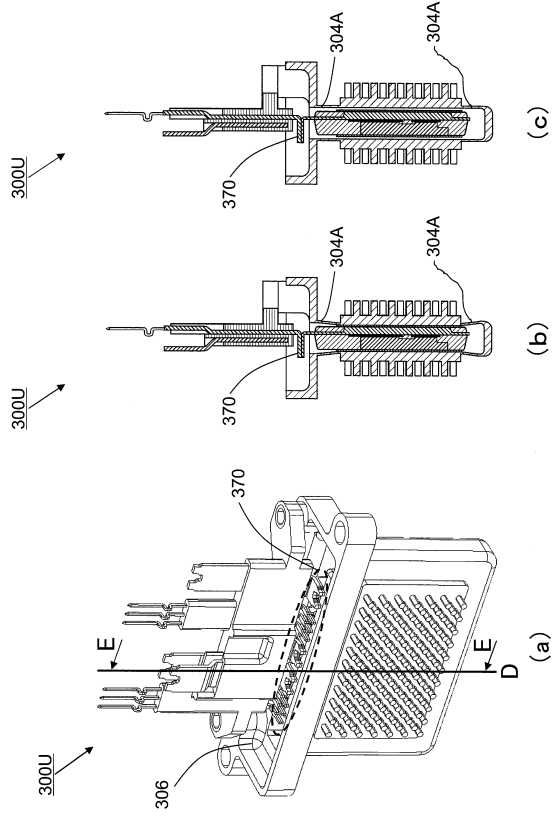
【 図 11 】

【 図 12 】

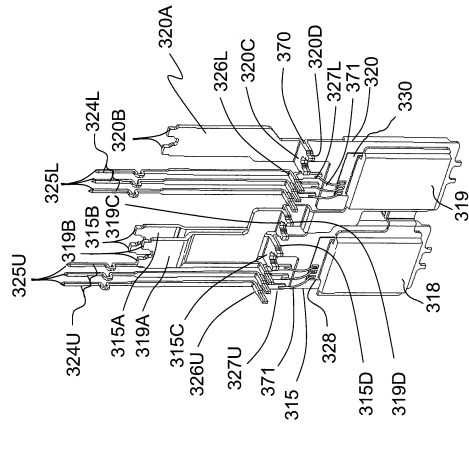


【 図 12 】

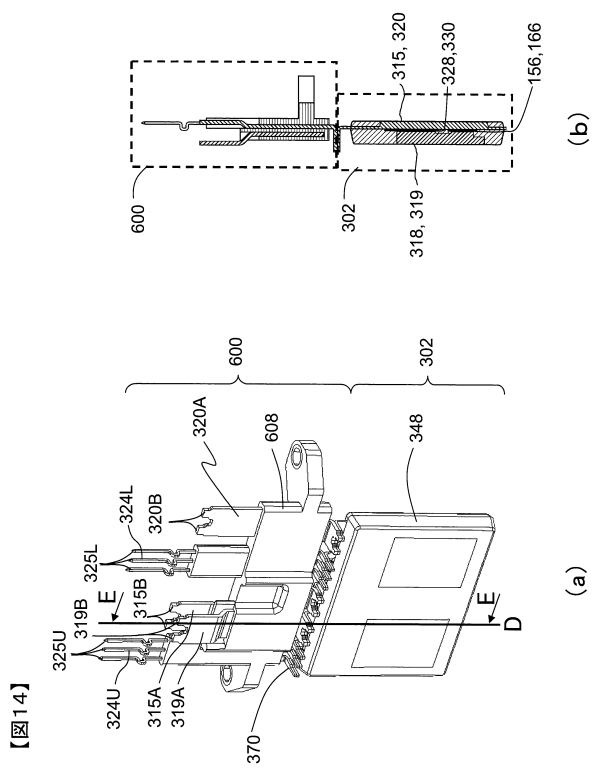
【図13】



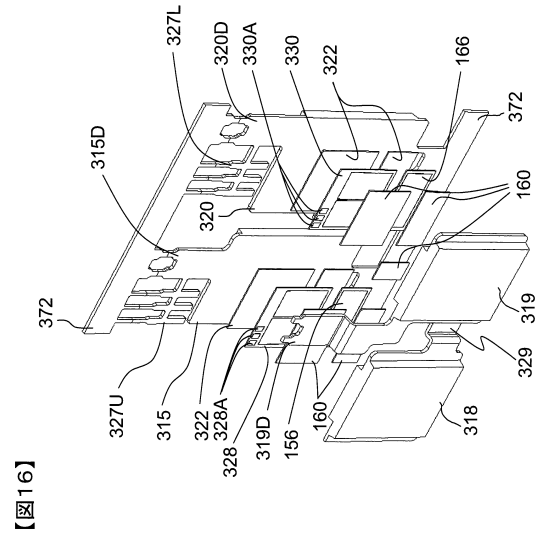
【図15】



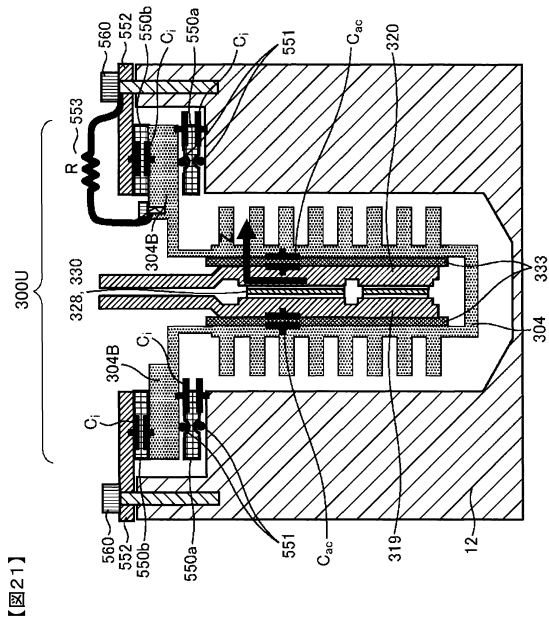
【図14】



【図16】

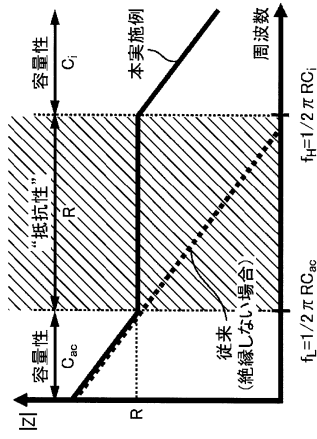


【図21】



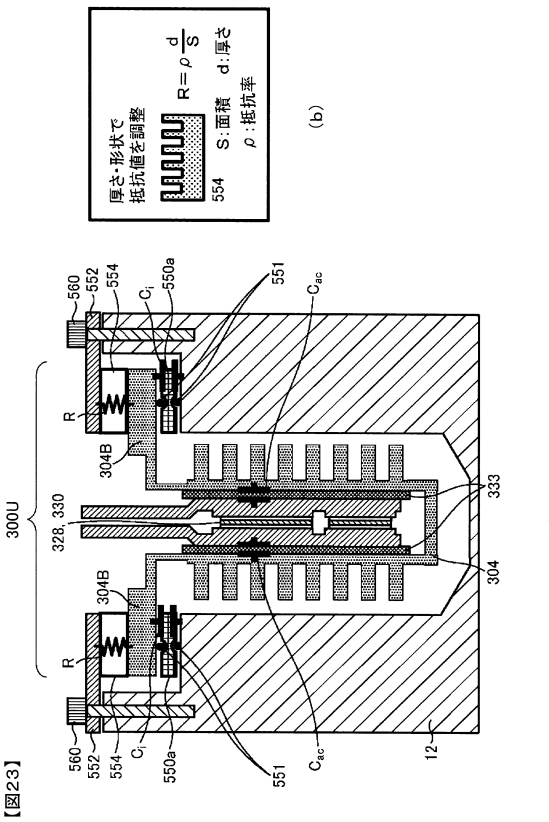
【図21】

【図22】



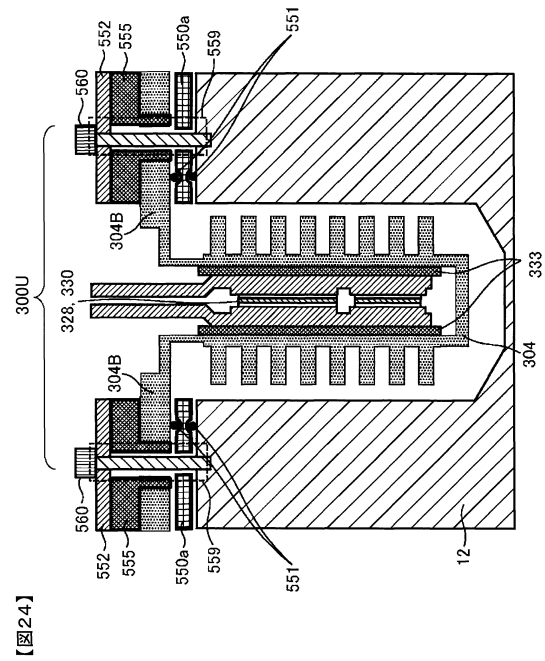
【図22】

【図23】



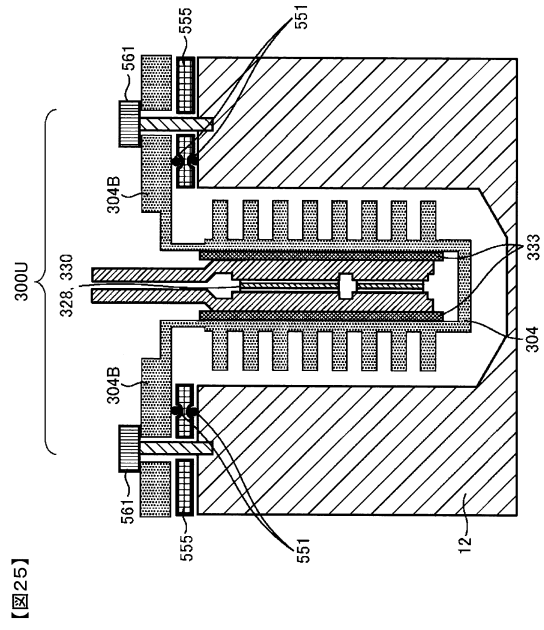
【図23】

【図24】



【図24】

【 25 】



【 25 】

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-110143(JP,A)
特開2009-027840(JP,A)
特開2010-199622(JP,A)
特開2006-202899(JP,A)
特開2010-119300(JP,A)
特開2008-306792(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 7/48