

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-35346

(P2010-35346A)

(43) 公開日 平成22年2月12日(2010.2.12)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
H02M 7/48	(2007.01)	H02M 7/48	Z	5H007
B60L 11/14	(2006.01)	B60L 11/14	ZHV	5H115

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2008-195340 (P2008-195340)	(71) 出願人	000005108
(22) 出願日	平成20年7月29日 (2008.7.29)		株式会社日立製作所
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
		(74) 代理人	100084412
			弁理士 永井 冬紀
		(72) 発明者	鈴木 英世
			茨城県ひたちなか市大字高場2520番地
			株式会社日立製作所オートモティブシステムグループ内
		(72) 発明者	堀内 敬介
			茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株式会社日立製作所機械研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力変換装置およびパワーモジュール

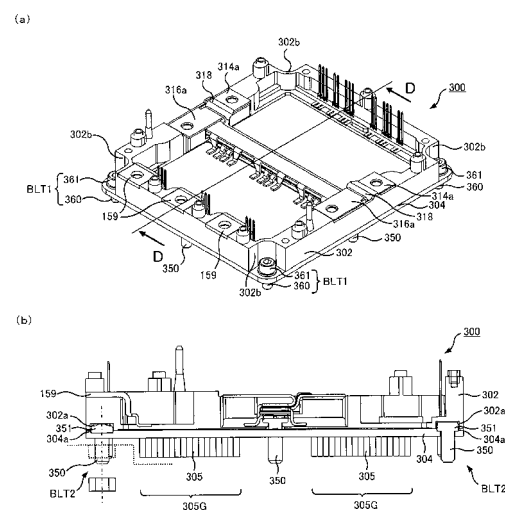
(57) 【要約】

【課題】小型化可能な電力変換装置およびパワーモジュールを提供する。

【解決手段】表面側締結装置BLT1により、パワーモジュール300の四隅をその表面から冷却ジャケット19Aに締結する。その後、筐体12を天地逆さにし、冷却ジャケット19Aの裏面から突出するボルト350にナットを螺合し、パワーモジュール300を筐体12に締結する。すなわち、裏面側締結装置BLT2により、パワーモジュール300の周縁中間点を冷却ジャケット19Aにその裏面側から締結する。ボルト350と対するパワーモジュールケース302の上面には、パワーモジュール300の交流端子159、直流正極端子接続部314aと直流負極端子接続部316aが配設されている。したがって、パワーモジュール300の小型化を図ることができる。

【選択図】図12

【図12】



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

冷却ジャケットを有する筐体と、
直流電力と交流電力との間で電力変換を行う半導体回路を表面に実装し、放熱部を裏面に設けたパワーモジュールと、

前記パワーモジュールを前記冷却ジャケットに固定する締結装置であって、前記パワーモジュールの表面側からの締結操作により前記パワーモジュールを前記冷却ジャケットに締結する表面側締結部品、および、前記パワーモジュールの裏面側からの締結操作により前記パワーモジュールを前記冷却ジャケットに締結する裏面側締結部品を含む締結装置とを備え、

前記裏面側締結部品と相対する前記パワーモジュールの表面領域には、前記パワーモジュールの構成部品の少なくとも一つを配置す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、

前記冷却ジャケットは、冷却液体の流路と、前記放熱部と前記冷却液体との間で熱交換を行うための開口を有し、

前記パワーモジュールにより前記開口が封止され、

前記放熱部は、前記開口を介して前記流路に曝されることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の電力変換装置において、

前記パワーモジュールは金属ベースを含み、前記金属ベースの表面に前記半導体回路が実装されるとともに、前記裏面から前記放熱部である放熱フィンが突設され、

前記裏面側締結部品は、前記半導体回路の周囲で前記金属ベースを前記冷却ジャケットに締結するように配置され、

前記パワーモジュールの構成部品は、前記半導体回路の周囲に配置されることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 4】

請求項 1 または 2 に記載の電力変換装置において、

前記パワーモジュールは金属ベースを含み、前記金属ベースの表面に前記半導体回路が実装されるとともに、前記裏面から前記放熱部である放熱フィンが突設され、

前記裏面側締結部品は、前記金属ベースをその周縁で前記冷却ジャケットに締結するように配置され、

前記パワーモジュール構成部品は、前記パワーモジュールの周縁に配置されることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 5】

請求項 3 または 4 に記載の電力変換装置において、

前記開口は、前記金属ベースで閉鎖され、

前記表面側締結部品は、前記パワーモジュールの表面側からの締結操作により前記冷却ジャケットに前記金属ベースを固着するボルト、またはボルトおよびナットであり、

前記裏面側締結部品は、前記金属ベースを裏面側からの締結操作により前記冷却ジャケットに固着するボルト、またはボルトおよびナットであることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 6】

請求項 3 または 4 に記載の電力変換装置において、

前記裏面側締結部品は、前記金属ベースの裏面からねじ部が突出し、回転を阻止された複数のボルトと、前記パワーモジュールの裏面側で前記複数のボルトに螺合されるナットであることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の電力変換装置において、

前記金属ベースには、前記ボルトの頭部と係合して前記ボルトの回転を阻止する係合部

10

20

30

40

50

が設けられていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 8】

請求項 6 または 7 に記載の電力変換装置において、

前記パワーモジュールは、前記金属ベースの周縁に前記半導体回路を取り囲むように設けられたケース部材をさらに含み、

前記ケース部材には、前記ボルトの頭部と係合する係合部が設けられていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置において、

前記パワーモジュールの構成部品は、前記半導体回路を取り囲むように設けられたケース部材であることを特徴とする電力変換装置。

10

【請求項 10】

請求項 9 に記載の電力変換装置において、

前記ケース部材の上面に入出力用端子電極を設けたことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 11】

請求項 10 の電力変換装置において、

前記入出力端子は、交流電力および直流電力用端子であることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置において、

20

前記筐体の中段に前記冷却ジャケットを設け、前記冷却ジャケットを挟んで前記筐体の上方空間には、前記半導体回路を制御する回路を実装した基板を設け、前記冷却ジャケットを挟んで前記筐体の下方空間には、前記半導体回路に印加する直流成分を平滑化する平滑コンデンサを設置したことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 13】

直流電力と交流電力との間で電力変換を行うインバータ回路を含む半導体回路と、

表面に前記インバータ回路のスイッチング素子を実装され、裏面に放熱部が設けられている金属ベースと、

前記金属ベースの周縁に前記半導体回路を取り囲むように設けられたケース部材と、

前記ケース部材の上面に設けられ、入出力用端子の少なくとも一つの端子と、

30

前記金属ベースをその裏面側から前記筐体に締結するため、前記金属ベースの裏面に設けられている裏面側締結部品とを備えることを特徴とするパワーモジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は小型化を求められる電力変換装置、たとえば車両に用いて好適な電力変換装置および電力変換装置に使用するパワーモジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

従来のパワーモジュールを電力変換装置筐体等に固定するためには、固定方向と同じ方向からボルト等の締結部品で固定するため、パワーモジュールの上面には工具用のスペースを確保する必要がある。そこで、パワーモジュールの種々の構成部品は、工具と干渉しないよう、上記スペースを避けて実装している。そのため、パワーモジュール構成部品の実装スペースの有効活用が制限されていた。実際の固定方法例として下記特許文献 1 に詳しく開示されている。

40

【特許文献 1】特開 2007 - 282370 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

以上のように、従来の電力変換装置では、パワーモジュール内部のスイッチング素子の

50

実装面積を確保し、かつパワーモジュール全体の大きさを小さくすることが困難である。

【課題を解決するための手段】

【0004】

(1) 本発明による電力変換装置は、冷却液体の流路を有する冷却ジャケットを有する筐体と、直流電力と交流電力との間で電力変換を行う半導体回路を表面に実装し、冷却液体との間で熱交換を行う放熱部を裏面に設けたパワーモジュールと、パワーモジュールを冷却ジャケットに固定して流路を密封する締結装置であって、パワーモジュールの表面側からの締結操作によりパワーモジュールを冷却ジャケットに締結する表面側締結部品、および、パワーモジュールの裏面側からの締結操作によりパワーモジュールを冷却ジャケットに締結する裏面側締結部品を含む締結装置とを備え、裏面側締結部品と相対するパワーモジュールの表面領域には、パワーモジュールの構成部品の少なくとも一つ、たとえば、入出力端子が配置される。

10

(2) 本発明によるパワーモジュールは、直流電力と交流電力との間で電力変換を行うインバータ装置と、表面にインバータ装置のスイッチング素子が実装され、裏面に放熱フィンが突設されている金属ベースと、金属ベースの周縁にスイッチング素子を取り囲むように設けられたケース部材と、ケース部材の上面に設けられ、直流電力および交流電力の入出力用端子の少なくとも一つの端子と、金属ベースをその裏面側から筐体に締結するため、金属ベースの裏面に設けられた締結部品とを備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0005】

20

本発明によれば、パワーモジュールの表面側のうち、少なくとも裏面側締結部品と対向するパワーモジュールの表面領域は、パワーモジュールを構成する各種部品の設置領域として利用できる。その設置領域には、たとえば、各種電氣的な入出力端子を備えることができる。この結果、電力変換を行う半導体回路の実装面積を確保しつつ、パワーモジュールを小型化することができ、電力変換装置全体を小型化することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

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。図1はハイブリッド自動車の制御ブロックを示す図である。

30

【0007】

本発明の実施形態に係る電力変換装置では、自動車に搭載される車載電機システムの車載用電力変換装置、特に、車両駆動用電機システムに用いられ、搭載環境や動作環境などが大変厳しい車両駆動用インバータ装置を例に挙げて説明する。車両駆動用インバータ装置は、車両駆動用電動機の駆動を制御する制御装置として車両駆動用電機システムに備えられ、車載電源を構成する車載バッテリーあるいは車載発電装置から供給された直流電力を所定の交流電力に変換し、得られた交流電力を車両駆動用電動機に供給して車両駆動用電動機の駆動を制御する。また、車両駆動用電動機は発電機としての機能も有しているので、車両駆動用インバータ装置は運転モードに応じ、車両駆動用電動機の発生する交流電力を直流電力に変換する機能も有している。変換された直流電力は車載バッテリーに供給される。

40

【0008】

なお、本実施形態の構成は、自動車やトラックなどの車両駆動用電力変換装置として最適であるが、これら以外の電力変換装置、例えば電車や船舶、航空機などの電力変換装置、さらに工場の設備を駆動する電動機の制御装置として用いられる産業用電力変換装置、あるいは家庭の太陽光発電システムや家庭の電化製品を駆動する電動機の制御装置に用いられったりする家庭用電力変換装置に対しても適用可能である。

【0009】

50

図 1 において、ハイブリッド電気自動車（以下、「H E V」と記述する）1 1 0 は 1 つの電動車両であり、2 つの車両駆動用システムを備えている。その 1 つは、内燃機関であるエンジン 1 2 0 を動力源としたエンジンシステムである。エンジンシステムは、主として H E V の駆動源として用いられる。もう 1 つは、モータジェネレータ 1 9 2 , 1 9 4 を動力源とした車載電機システムである。車載電機システムは、主として H E V の駆動源および H E V の電力発生源として用いられる。モータジェネレータ 1 9 2 , 1 9 4 は例えば同期機あるいは誘導機であり、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ので、ここではモータジェネレータと記すこととする。

【 0 0 1 0 】

車体のフロント部には前輪車軸 1 1 4 が回転可能に軸支されている。前輪車軸 1 1 4 の両端には 1 対の前輪 1 1 2 が設けられている。車体のリア部には後輪車軸（図示省略）が回転可能に軸支されている。後輪車軸の両端には 1 対の後輪が設けられている。本実施形態の H E V では、動力によって駆動される主輪を前輪 1 1 2 とし、連れ回される従輪を後輪とする、いわゆる前輪駆動方式を採用しているが、この逆、すなわち後輪駆動方式を採用しても構わない。

10

【 0 0 1 1 】

前輪車軸 1 1 4 の中央部には前輪側デファレンシャルギア（以下、「前輪側 D E F」と記述する）1 1 6 が設けられている。前輪車軸 1 1 4 は前輪側 D E F 1 1 6 の出力側に機械的に接続されている。前輪側 D E F 1 1 6 の入力側には変速機 1 1 8 の出力軸が機械的に接続されている。前輪側 D E F 1 1 6 は、変速機 1 1 8 によって変速されて伝達された回転駆動力を左右の前輪車軸 1 1 4 に分配する差動式動力分配機構である。変速機 1 1 8 の入力側にはモータジェネレータ 1 9 2 の出力側が機械的に接続されている。モータジェネレータ 1 9 2 の入力側には動力分配機構 1 2 2 を介してエンジン 1 2 0 の出力側およびモータジェネレータ 1 9 4 の出力側が機械的に接続されている。なお、モータジェネレータ 1 9 2 , 1 9 4 および動力分配機構 1 2 2 は、変速機 1 1 8 の筐体の内部に収納されている。

20

【 0 0 1 2 】

モータジェネレータ 1 9 2 , 1 9 4 は、回転子に永久磁石を備えた同期機であり、固定子の電機子巻線に供給される交流電力がインバータ装置 1 4 0 , 1 4 2 によって制御されることによりモータジェネレータ 1 9 2 , 1 9 4 の駆動が制御される。インバータ装置 1 4 0 , 1 4 2 にはバッテリー 1 3 6 が電氣的に接続されており、バッテリー 1 3 6 とインバータ装置 1 4 0 , 1 4 2 との相互において電力の授受が可能である。

30

【 0 0 1 3 】

本実施形態では、モータジェネレータ 1 9 2 およびインバータ装置 1 4 0 からなる第 1 電動発電ユニットと、モータジェネレータ 1 9 4 およびインバータ装置 1 4 2 からなる第 2 電動発電ユニットとの 2 つを備え、運転状態に応じてそれらを使い分けている。すなわち、エンジン 1 2 0 からの動力によって車両を駆動している場合において、車両の駆動トルクをアシストする場合には第 2 電動発電ユニットを発電ユニットとしてエンジン 1 2 0 の動力によって作動させて発電させ、その発電によって得られた電力によって第 1 電動発電ユニットを電動ユニットとして作動させる。また、同様の場合において、車両の車速をアシストする場合には第 1 電動発電ユニットを発電ユニットとしてエンジン 1 2 0 の動力によって作動させて発電させ、その発電によって得られた電力によって第 2 電動発電ユニットを電動ユニットとして作動させる。

40

【 0 0 1 4 】

また、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 1 9 2 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 電動発電ユニットまたは第 2 電動発電ユニットを発電ユニットとしてエンジン 1 2 0 の動力ある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 】

50

バッテリー 136 はさらに補機用のモータ 195 を駆動するための電源としても使用される。補機としてはたと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り、バッテリー 136 からインバータ装置 43 に直流電力が供給され、インバータ装置 43 で交流の電力に変換されてモータ 195 に供給される。インバータ装置 43 はインバータ装置 140, 142 と同様の機能を持ち、モータ 195 に供給する交流の位相や周波数、電力を制御する。たとえばモータ 195 の回転子の回転に対し進み位相の交流電力を供給することにより、モータ 195 はトルクを発生する。一方、遅れ位相の交流電力を発生することで、モータ 195 は発電機として作用し、モータ 195 は回生制動状態の運転となる。このようなインバータ装置 43 の制御機能はインバータ装置 140, 142 の制御機能と同様である。モータ 195 の容量がモータジェネレータ 192, 194 の容量より小さいので、インバータ装置 43 の最大変換電力がインバータ装置 140, 142 より小さいが、インバータ装置 43 の回路構成は基本的にインバータ装置 140, 142 の回路構成と同じである。

10

20

30

40

50

【0016】

インバータ装置 140、インバータ装置 142 およびインバータ装置 43 さらにコンデンサモジュール 500 は電氣的に密接な関係にある。さらに発熱に対する対策が必要な点が共通している。また装置の体積をできるだけ小さくすることが望まれている。これらの点から以下で詳述する電力変換装置は、インバータ装置 140, 142 およびインバータ装置 43 さらにコンデンサモジュール 500 を電力変換装置の筐体内に内蔵している。この構成により、小型で信頼性の高い装置が実現できる。

【0017】

またインバータ装置 140、インバータ装置 142 およびインバータ装置 43 さらにコンデンサモジュール 500 を一つの筐体に内蔵することで、配線の簡素化やノイズ対策で効果がある。またコンデンサモジュール 500 とインバータ装置 140、インバータ装置 142 およびインバータ装置 43 との接続回路のインダクタンスを低減でき、スパイク電圧を低減できると共に、発熱の低減や放熱効率の向上を図ることができる。

【0018】

次に、図 2 を用いてインバータ装置 140、インバータ装置 142 あるいはインバータ装置 43 の電気回路構成を説明する。尚、図 1 ~ 図 2 に示す実施形態では、インバータ装置 140、インバータ装置 142 あるいはインバータ装置 43 をそれぞれ個別に構成する場合を例に挙げて説明する。インバータ装置 140、インバータ装置 142 あるいはインバータ装置 43 は同様の構成で同様の作用をなし、同様の機能を有しているので、ここでは、代表例としてインバータ装置 140 の説明を行う。

【0019】

本実施形態に係る電力変換装置 200 は、インバータ装置 140 とコンデンサモジュール 500 とを備え、インバータ装置 140 は、半導体回路であるインバータ回路 144 と制御部 170 とを有している。また、インバータ回路 144 は、上アームとして動作する IGBT328 (絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ) およびダイオード 156 と、下アームとして動作する IGBT330 およびダイオード 166 と、からなる上下アーム直列回路 150 を複数有し (図 2 の例では 3 つの上下アーム直列回路 150)、それぞれの上下アーム直列回路 150 の中点部分 (中間電極 169) から交流端子 159 を通してモータジェネレータ 192 への交流電力線 (交流バスバー) 186 と接続する構成である。また、制御部 170 はインバータ回路 144 を駆動制御するドライバ回路 174 と、ドライバ回路 174 へ信号線 176 を介して制御信号を供給する制御回路 172 と、を有している。

【0020】

上アームと下アームの IGBT328, 330 は、スイッチング用パワー半導体素子であり、制御部 170 から出力された駆動信号を受けて動作し、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 192 の電機子巻線に供給される。

【 0 0 2 1 】

インバータ回路 1 4 4 は 3 相ブリッジ回路により構成されており、3 相分の上下アーム直列回路 1 5 0 , 1 5 0 , 1 5 0 がそれぞれ、バッテリー 1 3 6 の正極側と負極側に電氣的に接続されている直流正極端子 3 1 4 と直流負極端子 3 1 6 の間に電氣的に並列に接続されている。

【 0 0 2 2 】

本実施形態では、スイッチング用パワー半導体素子として I G B T 3 2 8 , 3 3 0 を用いることを例示している。I G B T 3 2 8 , 3 3 0 は、コレクタ電極 1 5 3 , 1 6 3 、エミッタ電極 (信号用エミッタ電極端子 1 5 5 , 1 6 5) 、ゲート電極 (ゲート電極端子 1 5 4 , 1 6 4) を備えている。I G B T 3 2 8 , 3 3 0 のコレクタ電極 1 5 3 , 1 6 3 とエミッタ電極との間にはダイオード 1 5 6 , 1 6 6 が図示するように電氣的に接続されている。ダイオード 1 5 6 , 1 6 6 は、カソード電極およびアノード電極の 2 つの電極を備えており、I G B T 3 2 8 , 3 3 0 のエミッタ電極からコレクタ電極に向かう方向が順方向となるように、カソード電極が I G B T 3 2 8 , 3 3 0 のコレクタ電極に、アノード電極が I G B T 3 2 8 , 3 3 0 のエミッタ電極にそれぞれ電氣的に接続されている。スイッチング用パワー半導体素子としては M O S F E T (金属酸化物半導体型電界効果トランジスタ) を用いてもよい、この場合はダイオード 1 5 6 やダイオード 1 6 6 は不要となる。

【 0 0 2 3 】

上下アーム直列回路 1 5 0 は、モータジェネレータ 1 9 2 の電機子巻線の各相巻線に対応して 3 相分設けられている。3 つの上下アーム直列回路 1 5 0 はそれぞれ U 相、V 相、W 相に対応し、I G B T 3 2 8 のエミッタ電極と I G B T 3 3 0 のコレクタ電極 1 6 3 とを接続する中間電極 1 6 9 、交流端子 1 5 9 を介してモータジェネレータ 1 9 2 への U 相、V 相、W 相を形成している。上下アーム直列回路は電氣的に並列接続されている。上アームの I G B T 3 2 8 のコレクタ電極 1 5 3 は正極端子 (P 端子) 1 5 7 を介してコンデンサモジュール 5 0 0 の正極側コンデンサ電極に、下アームの I G B T 3 3 0 のエミッタ電極は負極端子 (N 端子) 1 5 8 を介してコンデンサモジュール 5 0 0 の負極側コンデンサ電極にそれぞれ電氣的に接続 (直流バスバーで接続) されている。各アームの中間部分 (上アームの I G B T 3 2 8 のエミッタ電極と下アームの I G B T 3 3 0 のコレクタ電極との接続部分) にあたる中間電極 1 6 9 は、モータジェネレータ 1 9 2 の電機子巻線の対応する相巻線に、交流端子 1 5 9 および交流コネクタ 1 8 8 を介して電氣的に接続されている。

【 0 0 2 4 】

コンデンサモジュール 5 0 0 は、I G B T 3 2 8 , 3 3 0 のスイッチング動作によって生じる直流電圧の変動を抑制する平滑回路を構成するためのものである。コンデンサモジュール 5 0 0 の正極側コンデンサ電極にはバッテリー 1 3 6 の正極側が、コンデンサモジュール 5 0 0 の負極側コンデンサ電極にはバッテリー 1 3 6 の負極側がそれぞれ直流コネクタ 1 3 8 を介して電氣的に接続されている。これにより、コンデンサモジュール 5 0 0 は、上アーム I G B T 3 2 8 のコレクタ電極 1 5 3 とバッテリー 1 3 6 の正極側との間と、下アーム I G B T 3 3 0 のエミッタ電極とバッテリー 1 3 6 の負極側との間で接続され、バッテリー 1 3 6 と上下アーム直列回路 1 5 0 に対して電氣的に並列接続される。

【 0 0 2 5 】

制御部 1 7 0 は I G B T 3 2 8 , 3 3 0 を作動させるためのものであり、他の制御装置やセンサなどからの入力情報に基づいて、I G B T 3 2 8 , 3 3 0 のスイッチングタイミングを制御するためのタイミング信号を生成する制御回路 1 7 2 と、制御回路 1 7 2 から出力されたタイミング信号に基づいて、I G B T 3 2 8 , 3 3 0 をスイッチング動作させるためのドライブ信号を生成するドライブ回路 1 7 4 とを備えている。

【 0 0 2 6 】

制御回路 1 7 2 は、I G B T 3 2 8 , 3 3 0 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。マイコンには入力情報として、モータジェネレータ 1 9 2 に対して要求される目標トルク値、上下

10

20

30

40

50

アーム直列回路 150 からモータジェネレータ 192 の電機子巻線に供給される電流値、およびモータジェネレータ 192 の回転子の磁極位置が入力されている。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 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。磁極位置は、モータジェネレータ 192 に設けられた回転磁極センサ（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 3 相の電流値を検出する場合を例に挙げて説明するが、2 相分の電流値を検出するようにしても構わない。

【0027】

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 192 の d, q 軸の電流指令値を演算し、この演算された d, q 軸の電流指令値と、検出された d, q 軸の電流値との差分に基づいて d, q 軸の電圧指令値を演算し、この演算された d, 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。

【0028】

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、これをドライブ信号として、対応する下アームの IGBT 330 のゲート電極に、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 IGBT 328 のゲート電極にそれぞれ出力する。これにより、各 IGBT 328, 330 は、入力されたドライブ信号に基づいてスイッチング動作する。

【0029】

また、制御部 170 は、異常検知（過電流、過電圧、過温度など）を行い、上下アーム直列回路 150 を保護している。このため、制御部 170 にはセンシング情報が入力されている。たとえば、各アームの信号用エミッタ電極端子 155, 165 からは各 IGBT 328, 330 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 IGBT 328, 330 のスイッチング動作を停止させ、対応する IGBT 328, 330 を過電流から保護する。上下アーム直列回路 150 に設けられた温度センサ（不図示）からは上下アーム直列回路 150 の温度の情報がマイコンに入力されている。また、マイコンには上下アーム直列回路 150 の直流正極側の電圧の情報が入力されている。マイコンは、それらの情報に基づいて過温度検知およ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 IGBT 328, 330 のスイッチング動作を停止させ、上下アーム直列回路 150（引いては、この回路 150 を含む半導体モジュール）を過温度或いは過電圧から保護する。

【0030】

インバータ回路 144 の上下アームの IGBT 328, 330 の導通および遮断動作が一定の順で切り替わり、この切り替わり時にモータジェネレータ 192 の固定子巻線に発生する電流は、ダイオード 156, 166 を含む回路を流れる。

【0031】

上下アーム直列回路 150 は、図示するように、Positive 端子（P 端子、正極端子）157、Negative 端子（N 端子、負極端子）158、上下アームの中間電極 169 に接続されている交流端子 159、上アームの信号用端子（信号用エミッタ電極端子）155、上アームのゲート電極端子 154、下アームの信号用端子（信号用エミッタ電極端子）165、下アームのゲート端子電極 164、を備えている。また、電力変換装置 200 は、入力側に直流コネクタ 138 を有し、出力側に交流コネクタ 188 を有して、それぞれのコネクタ 138 と 188 を通してバッテリー 136 とモータジェネレータ 192 にそれぞれ接続される。また、モータジェネレータへ出力する 3 相交流の各相の出力を発生する回路として、各相に 2 つの上下アーム直列回路を並列接続するようにした回路

構成の電力変換装置であってもよい。

【0032】

図3～図7において、200は電力変換装置、10は上部ケース、11は金属ベース板、12は筐体、13は冷却水入口配管、14は冷却水出口配管、420は下カバー、16は下部ケース、17は交流ターミナルケース、18は交流ターミナル、19Aは冷却ジャケット、19は冷却ジャケット19A内の冷却水流路、20は制御回路基板で制御回路172を保持している。21は外部との接続のためのコネクタ、22は駆動回路基板でドライバ回路174を保持している。300はパワーモジュール（半導体モジュール部）で2個設けられており、それぞれのパワーモジュールにはインバータ回路144が内蔵されている。700は積層導体板、800はリング、304は金属ベース、188は交流コネクタ、314は直流正極端子、316は直流負極端子、500はコンデンサモジュール、502はコンデンサケース、504は正極側コンデンサ端子、506は負極側コンデンサ端子、514はコンデンサセル、をそれぞれ表す。

10

【0033】

図3は、本発明の実施形態に係る電力変換装置の全体構成の外観斜視図を示す。本実施形態に係る電力変換装置200は、上面あるいは底面が略長方形の筐体12と、筐体12の短辺側の外周の1つに設けられた冷却水入口配管13および冷却水出口配管14と、筐体12の上部開口を塞ぐための上部ケース10と、筐体12の下部開口を塞ぐための下部ケース16とを有する。筐体12の底面あるいは上面の形状を略長方形としたことで、車両への取り付けが容易となり、また生産し易い効果がある。

20

【0034】

電力変換装置200の長辺側の外周にはモータジェネレータ192や194との接続に用いる2組の交流ターミナルケース17が設けられる。交流ターミナル18は、パワーモジュール300とモータジェネレータ192、194とを電氣的に接続するために用いられる。パワーモジュール300から出力される交流電流は、交流ターミナル18を介して、モータジェネレータ192、194へ伝達される。

【0035】

コネクタ21は、筐体12に内蔵された制御回路基板20に接続されている。外部からの各種信号は、コネクタ21を介して制御回路基板20に伝送される。直流（バッテリー）負極側接続端子部510と直流（バッテリー）正極側接続端子部512は、バッテリー136とコンデンサモジュール500とを電氣的に接続する。ここで本実施形態では、コネクタ21は、筐体12の短辺側の外周面の一方側に設けられる。一方、直流（バッテリー）負極側接続端子部510と直流（バッテリー）正極側接続端子部512は、コネクタ21が設けられた面とは反対側の短辺側の外周面に設けられる。つまり、コネクタ21と直流（バッテリー）負極側接続端子部510が離れた配置となっている。これにより、直流（バッテリー）負極側接続端子部510から筐体12に侵入し、さらにコネクタ21まで伝播するノイズを低減することでき、制御回路基板20によるモータの制御性を向上させることができる。

30

【0036】

図4は、本発明の実施形態に係る電力変換装置の全体構成を各構成要素に分解した斜視図である。

40

【0037】

図4に示すように、筐体12の中ほどには、内部に冷却水流路19が形成される冷却ジャケット19Aが設けられ、冷却ジャケット19Aの上面には流れの方向に並んで2組の開口400と402が形成されている。2組の開口400と402を塞ぐように2個のパワーモジュール300が冷却ジャケット19Aの上面に固定されている。各パワーモジュール300には放熱のためのフィン305（図7参照）が設けられており、各パワーモジュール300のフィン305（図7参照）はそれぞれ冷却ジャケット19Aの開口400と402から冷却水流路19中に突出している。パワーモジュール300を筐体12に固着する構造は後述する。

50

【 0 0 3 8 】

冷却ジャケット 1 9 A の下面にはアルミ鑄造を行いやすくするための開口 4 0 4 が形成されており、開口 4 0 4 は下カバー 4 2 0 で塞がれている。また冷却ジャケット 1 9 A の下面には補機用のインバータ装置 4 3 が取り付けられている。補機用のインバータ装置 4 3 は、図 2 に示すインバータ回路 1 4 4 と同様の回路が内蔵されており、インバータ回路 1 4 4 を構成しているパワー半導体素子を内蔵したパワーモジュールを有している。補機用のインバータ装置 4 3 は、内蔵しているパワーモジュールの放熱金属面が冷却水流路 1 9 の下面に対向するようにして、冷却ジャケット 1 9 A の下面に固定されている。また、パワーモジュール 3 0 0 と筐体 1 2 との間には、シールをするための O リング 8 0 0 が設けられ、さらに下カバー 4 2 0 と筐体 1 2 との間にも O リング 8 0 2 が設けられる。本実施形態ではシール材を O リングとしているが、O リングの代わりに樹脂材・液状シール・パッキンなどを代用しても良く、特に液状シールを用いた場合には電力変換装置 2 0 0 の組立性を向上させることができる。

10

【 0 0 3 9 】

さらに冷却ジャケット 1 9 A の下方には、下部ケース 1 6 が設けられ、下部ケース 1 6 にはコンデンサモジュール 5 0 0 が設けられている。コンデンサモジュール 5 0 0 は、その金属製ケースの放熱面が下部ケース 1 6 の底板内面に接するように、下部ケース 1 6 の底板内面に固定されている。この構造により、冷却ジャケット 1 9 A の上面と下面とを利用して、パワーモジュール 3 0 0 およびインバータ装置 4 3 を効率良く冷却することができ、電力変換装置全体の小型化に繋がる。

20

【 0 0 4 0 】

冷却水入出口配管 1 3 , 1 4 からの冷却水が冷却水流路 1 9 を流れることによって、併設されている 2 個のパワーモジュール 3 0 0 が有する放熱フィンが冷却され、2 個のパワーモジュール 3 0 0 全体が冷却される。冷却ジャケット 1 9 A の下面に設けられた補機用のインバータ装置 4 3 も同時に冷却する。

【 0 0 4 1 】

さらに冷却水流路 1 9 が設けられている筐体 1 2 が冷却されることにより、筐体 1 2 の下部に設けられた下部ケース 1 6 が冷却され、コンデンサモジュール 5 0 0 の熱が下部ケース 1 6 および筐体 1 2 を介して冷却水に熱的に伝導され、コンデンサモジュール 5 0 0 が冷却される。

30

【 0 0 4 2 】

パワーモジュール 3 0 0 の上方には、パワーモジュール 3 0 0 とコンデンサモジュール 5 0 0 とを電氣的に接続するための積層導体板 7 0 0 が配置される。この積層導体板 7 0 0 は、2 つのパワーモジュール 3 0 0 に跨って、2 つのパワーモジュール 3 0 0 の幅方向に幅広に構成されている。さらに、積層導体板 7 0 0 は、コンデンサモジュール 5 0 0 の正極側端子と接続される正極側導体板 7 0 2 と、負極側端子と接続される負極側導体板 7 0 4 と、正極側端子と負極側端子と間に配置される絶縁部材によって構成される。これにより積層導体板 7 0 0 の積層面積を広げることができるので、パワーモジュール 3 0 0 からコンデンサモジュール 5 0 0 までの寄生インダクタンスの低減を図ることができる。また、一つの積層導体板 7 0 0 を 2 つのパワーモジュール 3 0 0 に載置した後、積層導体板 7 0 0 とパワーモジュール 3 0 0 とコンデンサモジュール 5 0 0 との電氣的な接続を行うことができるので、パワーモジュール 3 0 0 を 2 つ備える電力変換装置であっても、その組立工数を抑えることができる。

40

【 0 0 4 3 】

積層導体板 7 0 0 の上方には制御回路基板 2 0 と駆動回路基板 2 2 とが配置されている。駆動回路基板 2 2 には図 2 に示すドライバ回路 1 7 4 が搭載され、制御回路基板 2 0 には図 2 に示す CPU を有する制御回路 1 7 2 が搭載されている。また、駆動回路基板 2 2 と制御回路基板 2 0 との間には金属ベース板 1 1 が配置されている。金属ベース板 1 1 は、両基板 2 2 , 2 0 に搭載される回路群の電磁シールドの機能を奏すると共に、駆動回路基板 2 2 と制御回路基板 2 0 とに発生する熱を逃がし、冷却する作用を有している。この

50

ように筐体 12 の中央部に冷却ジャケット 19 A を設け、その一方の側に車両駆動用のパワーモジュール 300 を配置し、また他方の側に補機用のパワーモジュール 43 を配置することで、少ない空間で効率良く冷却でき、電力変換装置全体の小型化が可能となる。冷却ジャケット 19 A を、筐体 12 と一体にアルミ鋳造で作ることにより、冷却ジャケット 19 A は冷却効果に加え機械的強度を強くする効果がある。またアルミ鋳造により筐体 12 と冷却ジャケット 19 A とを一体成形構造としたので、熱伝導が良くなり冷却効率が向上する。

【0044】

駆動回路基板 22 には、金属ベース板 11 を通り抜けて、制御回路基板 20 の回路群との接続を行う基板間コネクタ 23 が設けられている。また、制御回路基板 20 には外部との電氣的接続を行うコネクタ 21 が設けられている。コネクタ 21 を利用して、電力変換装置の外部に設けた車載バッテリー 136、すなわちリチウム電池モジュールとの間で信号の伝送が行われる。リチウム電池モジュールから電池の状態を表す信号やリチウム電池の充電状態などの信号が制御回路基板 20 に送られてくる。図 2 に示す信号線 176 (図 4 では不図示) が基板間コネクタ 23 に結線され、制御回路基板 20 からインバータ回路のスイッチングタイミング信号が駆動回路基板 22 に伝達され、駆動回路基板 22 はゲート駆動信号を発生してパワーモジュールのそれぞれのゲート電極に印加する。

【0045】

筐体 12 の上端部と下端部には開口が形成されている。これら開口は、それぞれ上部ケース 10 と下部ケース 16 を、例えばネジやボルト等の締結部品で筐体 12 に固定することにより塞がれる。筐体 12 の高さ方向の中央には、内部に冷却水流路 19 が設けられる冷却ジャケット 19 A が形成されている。冷却ジャケット 19 A の上面開口をパワーモジュール 300 で覆い、下面開口を下カバー 420 で覆うことにより、冷却ジャケット 19 A の内部に冷却水流路 19 が形成される。組み立て途中に冷却水流路 19 の水漏れ試験を行う。水漏れ試験に合格した場合に、次に筐体 12 の上部と下部の開口から基板やコンデンサモジュール 500 を取り付ける作業を行うことができる。このように筐体 12 の中央に冷却ジャケット 19 A を配置し、次に筐体 12 の上端部と下端部の開口から必要な部品を固定する作業が行える構造を採用しており、生産性が向上する。また冷却水流路 19 を最初に完成させ、水漏れ試験の後その他の部品を取り付けることが可能となり、生産性と信頼性の両方が向上する。

【0046】

図 5 は冷却ジャケット 19 A を有する筐体 12 のアルミ鋳造品に冷却水入口配管と出口配管を取付けた図であり、図 5 (a) は筐体 12 の斜視図、図 5 (b) は筐体 12 の上面図、図 5 (c) は筐体 12 の下面図である。図 5 に示す如く、筐体 12 には、内部に冷却水流路 19 が形成される冷却ジャケット 19 A が一体に鋳造されている。平面視形状が略長方形である筐体 12 の短辺の一方側側面には、冷却水を取り入れるための冷却水入口配管 13 と冷却水入口配管 14 とが設けられている。

【0047】

冷却水入口配管 13 から冷却水流路 19 に流入した冷却水は、矢印 418 の方向である長方形の長辺に沿って流れ、長方形の短辺の他方側の側面の手前近傍で矢印 421 a および 421 b のように折り返し、再び長方形の長辺に沿って矢印 422 の方向に流れ、不図示の出口孔から冷却水入口配管 14 へ流出する。冷却ジャケット 19 A の上面には 4 つの開口 400 および 402 が空けられている。開口 400 は、冷却水の往路と復路にそれぞれ 1 個ずつ設けられている。開口 402 も同様である。開口 400、402 にはパワーモジュール 300 がそれぞれ固定され、各パワーモジュール 300 の放熱用フィンがそれぞれの開口から冷却水の流れの中に突出する。冷却水の流れの方向すなわち筐体 12 の長辺の沿った方向に並ぶ 2 組のパワーモジュール 300 は、例えばリング 800 などのシール材を介して冷却ジャケット 19 A の開口を水密に塞ぐように固定される。

【0048】

冷却ジャケット 19 A は、筐体周壁 12 W の中段を横断して筐体 12 と一体成形されて

いる。冷却ジャケット 19 A の上面には 4 つの開口 400 および 402 が、下面には 1 つの開口 404 が設けられている。開口 400 および 402 のそれぞれの周囲には、パワーモジュール取り付け面 410 S が設けられている。取り付け面 410 S の開口 400 と 402 の間の部分を支持部 410 と呼ぶ。支持部 410 に対して冷却水の出入り口側の方に 1 つのパワーモジュール 300 が固定され、支持部 410 に対して冷却水の折り返し側の方に他の 1 つのパワーモジュール 300 が固定される。

【0049】

図 5 (b) に示すネジ穴 412 とボルト貫通孔 412 A は、冷却水出入り口側のパワーモジュール 300 を取り付け面 410 S に固定するために用いられ、この固定により開口 400 が密閉される。ボルト孔 414 とボルト貫通孔 414 A は、冷却水折り返し側のパワーモジュール 300 を取り付け面 410 S に固定するために用いられ、この固定により開口 402 が密閉される。このように冷却水流路 19 の往路と復路の両方を跨ぐように各パワーモジュール 300 を配置することで、インバータ回路 144 を金属ベース 304 の上に高密度で集積できるため、パワーモジュール 300 の小型化が可能となり電力変換装置 200 の小型化にも大きく寄与する。

10

【0050】

出入り口側のパワーモジュール 300 は、冷却水入口配管 13 からの冷たい冷却水と、出口側に近く発熱部品からの熱によって暖められた冷却水とにより冷やされることとなる。一方、折り返し側のパワーモジュール 300 は、少し温められた冷却水および、出口孔 403 近くの冷却水よりは少し冷えた状態の冷却水によって冷却される。結果として折り返し冷却通路と 2 つのパワーモジュール 300 の配置関係は、2 つのパワーモジュール 300 の冷却効率が均衡した状態となるメリットがある。

20

【0051】

支持部 410 はパワーモジュール 300 の固定のために使用され、開口 400 や 402 の密閉のために必要である。さらに支持部 410 は筐体 12 の強度の強化に大きな効果がある。冷却水流路 19 は上述の通り折り返し形状であり、流路の往路と流路の復路を隔てる隔壁 408 が設けられ、この隔壁 408 が支持部 410 と一体に作られている。隔壁 408 は、流路の往路と流路の復路を隔てる部材であるが、筐体 12 の機械的な強度を高める機能を有している。また流路の復路内の冷却水の熱を、流路の往路内の冷却水に熱伝達して冷却水の温度を均一化する機能も有している。冷却水の入口側と出口側との温度差が大きいと冷却効率のムラが大きくなる。ある程度の温度差は仕方ないが、この隔壁 408 が支持部 410 と一体に作られていることで冷却水の温度差を抑える効果がある。

30

【0052】

以上説明したように、冷却ジャケット 19 A が筐体 12 の中段位置で筐体 12 を横断して設けられているので、冷却ジャケット 19 A は筐体 12 の強度部材として機能する。加えて、支持部 410 および隔壁 408 は冷却ジャケット 19 A、ひいては筐体 12 の強度部材として機能する。

【0053】

図 5 (c) は冷却ジャケット 19 A の裏面を示しており、支持部 410 に対応した裏面に開口 404 が形成されている。この開口 404 は、筐体の鋳造により形成する支持部 410 と筐体 12 とを一体成形する際の歩留まりを向上するためのものである。開口 404 の形成により、支持部 410 と冷却水流路 19 の底部との二重構造が無くなり、鋳造し易く、生産性が向上する。

40

【0054】

また、冷却水流路 19 の側部外側には貫通穴 406 が形成される。冷却水流路 19 を挟んで両側に設置される電気部品 (パワーモジュール 300 およびコンデンサモジュール 500) 同士が、この貫通穴 406 を介して接続される。

【0055】

筐体 12 は、冷却ジャケット 19 A と一体構造として製造できるので、鋳造生産、特にアルミダイキャスト生産に適している。

50

【 0 0 5 6 】

ジャケット 1 9 A の上面開口にパワーモジュール 3 0 0 を固定し、さらに裏面開口に下カバー 4 2 0 を固定した状態を図 6 に示す。筐体 1 2 の長方形の一方の長辺側において、筐体 1 2 の外に交流電力線 1 8 6 および交流コネクタ 1 8 8 が突出している。

【 0 0 5 7 】

図 6 において、筐体 1 2 の長方形の他方の長辺側内部に貫通孔 4 0 6 が形成されており、貫通孔 4 0 6 を通してパワーモジュール 3 0 0 と接続される積層導体板 7 0 0 の一部が見えている。補機用インバータ装置 4 3 は、直流正極側接続端子部 5 1 2 が接続された筐体 1 2 の側面の近傍に配置される。また、この補機用インバータ装置 4 3 の下方（冷却水流路 1 9 がある側とは反対側）にコンデンサモジュール 5 0 0 が配置される。補機用正極端子 4 4 と補機用負極端子 4 5 は、下方（コンデンサモジュール 5 0 0 が配置された方向）に突出し、コンデンサモジュール 5 0 0 側の補機用正極端子 5 3 2 と補機用負極端子 5 3 4 にそれぞれ接続される。これにより、コンデンサモジュール 5 0 0 から補機用インバータ装置 4 3 までの配線距離が短くなるので、コンデンサモジュール 5 0 0 側の補機用正極端子 5 3 2 および補機用負極端子 5 3 4 から金属製の筐体 1 2 を介して制御回路基板 2 0 に侵入するノイズを低減することができる。

【 0 0 5 8 】

また、補機用インバータ装置 4 3 は冷却水流路 1 9 とコンデンサモジュール 5 0 0 との隙間に配置され、さらに補機用インバータ装置 4 3 の高さは下カバー 4 2 0 の高さと同程度となっている。そのため、補機用インバータ装置 4 3 を冷却するとともに電力変換装置 2 0 0 の高さの増加を抑えることができる。

【 0 0 5 9 】

また図 6 には冷却水入口配管 1 3 と冷却水出口配管 1 4 が螺子により固定されている。図 6 の状態で冷却水流路 1 9 の水漏れ検査を実施できる。この検査に合格したものに、上記補機用インバータ装置 4 3 が取り付けられ、さらにコンデンサモジュール 5 0 0 が取り付けられる。

【 0 0 6 0 】

図 7 は、電力変換装置 2 0 0 の断面図（図 6 の A - A 断面基準）であり、基本的な構造は図 3 から図 6 に基づいて、既に説明したとおりである。

【 0 0 6 1 】

筐体 1 2 の断面における上下方向の中央部には筐体 1 2 と一体にアルミダイキャストで作られた冷却ジャケット 1 9 A（図 7 の点線部）が設けられ、冷却ジャケット 1 9 A の上面側に形成された開口にパワーモジュール 3 0 0（図 7 の一点鎖線部）が設置されている。図 7 の紙面に対して左側が冷却水の往路 1 9 a であり、紙面に対して右側が水路の折り返し側の復路 1 9 b である。往路 1 9 a および復路 1 9 b の上方には、上述のとおりそれぞれ開口が設けられ、開口は、パワーモジュール 3 0 0 の放熱のための金属ベース 3 0 4 により往路 1 9 a および復路 1 9 b の両方に跨るように塞がれ、金属ベース 3 0 4 に設けられた放熱用フィン 3 0 5 が冷却水の流れのなかに開口から突出する。また、冷却水流路 1 9 の下面側には補機用のインバータ装置 4 3 が固定されている。

【 0 0 6 2 】

略中央が屈曲した板状の交流電力線 1 8 6 は、その一端がパワーモジュール 3 0 0 の交流端子 1 5 9 と接続され、その他端が、電力変換装置 2 0 0 内部から突出して交流コネクタを形成している。正極側コンデンサ端子 5 0 4 および負極側コンデンサ端子 5 0 6 は、貫通孔 4 0 6（図 7 の 2 点鎖線部）を介して、正極側導体板 7 0 2 および負極側導体板 7 0 4 にそれぞれ電気的および機械的に接続される。筐体 1 2 に設けた冷却水流路 1 9 内の冷却水の流れ方向と略垂直の方向に、交流コネクタ 1 8 8 と正極側コンデンサ端子 5 0 4 および負極側コンデンサ端子 5 0 6 が配置される。そのため電気配線が整然と配置され、電力変換装置 2 0 0 の小型化に繋がっている。積層導体板 7 0 0 の正極側導体板 7 0 2、負極側導体板 7 0 4、および交流側電力線 1 8 6 がパワーモジュール 3 0 0 の外に突出して接続端子を形成している。そのため、電気的接続構造がたいへん簡単で、また他の接続

導体が使用されていないため小型化になっている。この構造により生産性が向上し、信頼性も向上する。

【 0 0 6 3 】

さらに貫通孔 4 0 6 は冷却水流路 1 9 とは筐体 1 2 内部の枠体で隔絶しており、かつ正極側導体板 7 0 2 および負極側導体板 7 0 4 と正極側コンデンサ端子 5 0 6 および負極側コンデンサ端子 5 0 4 との接続部が貫通孔 4 0 6 内に存在するため、信頼性が向上する。

【 0 0 6 4 】

以上説明した冷却構造では、発熱量の大きいパワーモジュール 3 0 0 を冷却ジャケット 1 9 A の一方の面に固定し、パワーモジュール 3 0 0 のフィン 3 0 5 を冷却水流路 1 9 内に突出させて、パワーモジュール 3 0 0 を効率良く冷却する。次に放熱量の大きい補機用インバータ装置 4 3 を冷却ジャケット 1 9 A の他方の面で冷却する。さらに次に発熱量が大きいコンデンサモジュール 5 0 0 を筐体 1 2 および下部ケース 1 6 を介して冷却する。このように放熱量の多さにあわせた冷却構造としているので、冷却効率や信頼性が向上すると共に、電力変換装置 2 0 0 をより小型化することができる。

10

【 0 0 6 5 】

さらに補機用インバータ装置 4 3 を、冷却ジャケット 1 9 A のコンデンサモジュール 5 0 0 に面する底面に固定しているので、補機用インバータ装置 4 3 の平滑用コンデンサとしてコンデンサモジュール 5 0 0 を使用する際、配線距離が短くなる効果がある。また配線距離が短いことからインダクタンスを小さくできる効果がある。

20

【 0 0 6 6 】

パワーモジュール 3 0 0 の上方には、ドライバ回路 1 7 4 を実装した駆動回路基板 2 2 が配置され、さらに駆動回路基板 2 2 の上方には、放熱および電磁シールドの効果を高める金属ベース板 1 1 を隔てて制御回路基板 2 0 が配置されている。なお制御回路基板 2 0 には図 2 に示した制御回路 1 7 2 が搭載されている。上部ケース 1 0 を筐体 1 2 に固定することによって、本実施形態に係る電力変換装置 2 0 0 が構成される。

【 0 0 6 7 】

上述のように、制御回路基板 2 0 とパワーモジュール 3 0 0 との間に駆動回路基板 2 2 を配置しているので、制御回路基板 2 0 からインバータ回路の動作タイミングが駆動回路基板 2 2 に伝えられ、それに基づいて駆動回路基板 2 2 でゲート信号が作られ、パワーモジュール 3 0 0 のゲートにそれぞれ印加される。このように電氣的な接続関係に沿って制御回路基板 2 0 や駆動回路基板 2 2 を配置しているので、電気配線が簡素化でき、電力変換装置 2 0 0 の小型化に繋がる。また、駆動回路基板 2 2 は、制御回路基板 2 0 に対して、パワーモジュール 3 0 0 やコンデンサモジュール 5 0 0 よりも近い距離に配置される。そのため駆動回路基板 2 2 から駆動回路基板 2 0 までの配線距離は、他の部品（パワーモジュール 3 0 0 等）と制御回路基板 2 0 との配線距離よりも短くなる。よって直流正極側接続端子部 5 1 2 から伝わる電磁ノイズや I G B T 3 2 8、3 3 0 のスイッチング動作による電磁ノイズが、駆動回路基板 2 2 から制御回路基板 2 0 までの配線に侵入を抑えることができる。

30

【 0 0 6 8 】

冷却ジャケット 1 9 A の一方の面にパワーモジュール 3 0 0 を固定し、他方の面に補機用インバータ装置 4 3 を固定することで、冷却水流路 1 9 を流れる冷却水でパワーモジュール 3 0 0 と補機用インバータ装置 4 3 を同時に冷却する。この場合、パワーモジュール 3 0 0 は放熱のためのフィンが冷却水流路 1 9 の冷却水と直接、接するのでより冷却効果が大きい。さらに冷却水流路 1 9 を流れる冷却水で筐体 1 2 を冷却するとともに、筐体 1 2 に固定した下部ケース 1 6 および金属ベース板 1 1 を冷却する。下部ケース 1 6 にはコンデンサモジュール 5 0 0 の金属ケースが固定されるので、下部ケース 1 6 と筐体 1 2 を介してコンデンサモジュール 5 0 0 が冷却水で冷却される。さらに金属ベース板 1 1 を介して制御回路基板 2 0 や駆動回路基板 2 2 を冷却する。下部ケース 1 6 も熱伝導性の良い材料でできていて、コンデンサモジュール 5 0 0 からの発熱を受け、筐体 1 2 に熱を伝導し、伝熱された熱は冷却水流路 1 9 の冷却水で放熱される。また、冷却ジャケット 1 9 A

40

50

の下面には、車内用エアコン、オイルポンプ、他用途のポンプ用として用いる、比較的小容量の補機用インバータ装置 43 を設置する。この補機用インバータ装置 43 からの発熱は、筐体 12 の中間枠体を通して冷却水流路 19 の冷却水で放熱される。このように筐体 12 の中央に冷却ジャケット 19 A を設け、冷却ジャケット 19 A の一方、すなわち上方に金属ベース板 11 を設け、他方、すなわち下方側に下部ケース 16 を設けることで、電力変換装置 200 を構成するのに必要な部品を発熱量に応じ、効率良く冷却することができる。また電力変換装置 200 の内部に部品が整然と配置されることとなり、小型化が可能となる。

【0069】

電力変換装置の放熱機能を果たす放熱体は、第 1 に冷却水流路 19 であるが、この他にも金属ベース板 11 がその機能を奏している。金属ベース板 11 は、電磁シールド機能を果たすとともに、制御回路基板 20 や駆動回路基板 22 からの熱を受けて、筐体 12 に熱を伝導し、冷却水流路 19 の冷却水で放熱される。

【0070】

このように、本実施形態に係る電力変換装置は、放熱体が 3 層の積層体、すなわち、金属ベース板 11、冷却水流路 19 (冷却ジャケット 19 A)、下部ケース 16 という積層構造を有している。これらの放熱体はそれぞれの発熱体 (パワーモジュール 300、制御回路基板 20、駆動回路基板 22、コンデンサモジュール 500) に隣接して階層的に設置される。階層構造の中央部には、主たる放熱体である冷却水流路 19 が存在し、金属ベース板 11 と下部ケース 16 は筐体 12 を通して冷却水流路 19 の冷却水に熱を伝える構造となっている。筐体 12 内に 3 つの放熱体 (冷却水流路 19、金属ベース板 11、下部ケース 16) が収容されて、放熱性を向上させるとともに薄型化、小型化に寄与している。

【0071】

図 8 (a) は、本実施形態に関するパワーモジュール 300 の上方斜視図であり、図 8 (b) は、当該パワーモジュール 300 の上面図である。図 9 は、本実施形態に関するパワーモジュール 300 の直流端子の分解斜視図である。図 10 は、直流バスバーの構造を分かりやすくするため、パワーモジュールケース 302 を一部透明にした断面図である。図 9 (a) は、パワーモジュール 300 の構成部品である金属ベース 304 および 3 つの上下アーム直列回路のうち 1 つ、を抜き出した図である。図 9 (b) は、金属ベース 304、回路配線パターンおよび絶縁基板 334 の分解斜視図である。

【0072】

図 8 (a) において、302 はパワーモジュールケース、304 は金属ベース、305 はフィン (図 10 参照)、314 a は直流正極端子接続部、316 a は直流負極端子接続部、318 は絶縁紙 (図 9 参照)、320 U / 320 L はパワーモジュールの制御端子、328 は上アーム用の IGBT、330 は下アーム用の IGBT、156 / 166 はダイオード、334 は絶縁基板 (図 10 参照)、334 k は絶縁基板 334 上の回路配線パターン (図 10 参照)、334 r は絶縁基板 334 下の回路配線パターン (図 10 参照)、337 は回路配線パターン 334 r を金属ベース 304 に接合するはんだをそれぞれ表す。

【0073】

パワーモジュール 300 は、主に、例えば樹脂材料のパワーモジュールケース 302 内の配線を含めた半導体モジュール部と、金属材料例えば Cu, Al, AlSiC などからなる金属ベース 304 と、外部との接続端子 (直流正極端子 314 や制御端子 320 U 等) と、から構成される。そして外部と接続する端子として、パワーモジュール 300 は、モータと接続するための U, V, W 相の交流端子 159 と、コンデンサモジュール 500 と接続する直流正極端子 314 および直流負極端子 316 (図 9 参照) とを有している。

【0074】

半導体モジュール部は、絶縁基板 334 の上に上下アームの IGBT 328, 330、ダイオード 156 / 166 等が設けられて、レジンまたはシリコンゲル (不図示) によって保護されている。絶縁基板 334 はセラミック基板であっても良いし、さらに薄い絶縁シ

10

20

30

40

50

ートであってもよい。

【0075】

図8(b)は、金属ベース304に固着された熱伝導性の良いセラミックからなる絶縁基板334の上に、上下アーム直列回路が具体的にどのような配置で設置されているかを示す配置構成図である。図8(b)に示すIGBT328、330とダイオード327、332はそれぞれ2つのチップを並列接続して上アーム、下アームを構成し、上下アームに通電可能な電流容量を増やしている。

【0076】

図9に示すように、パワーモジュール300に内蔵された直流端子313は、絶縁紙318を挟んで、直流負極端子316、直流正極端子314の積層構造を有する(図9の点線部)。直流負極端子316、直流正極端子314の端部は、互いに反対方向に屈曲され、積層導体板700とパワーモジュール300とを電氣的に接続するための負極接続部316aおよび正極接続部314aを形成している。積層導体板700との接続部314aおよび316aがそれぞれ2つ設けられることにより、負極接続部316aおよび正極接続部314aから3つの上下アーム直列回路までの平均距離がほぼ等しくなるので、パワーモジュール300内の寄生インダクタンスのバラツキを低減することができる。

【0077】

直流正極端子314、絶縁紙318、直流負極端子316を積層して組み立てたときに、負極接続部316aと正極接続部314aが互いに反対方向に屈曲した構造となる。絶縁紙318は、負極接続部316aに沿って曲げ、正極、負極の端子の絶縁沿面距離を確保する。絶縁紙318は、耐熱が必要なときは、ポリイミドやメタ系アラミド繊維、トラッキング性を高めたポリエステルなどを複合したシートを用いる。また、ピンフォールなどの欠陥を考慮して、信頼性を高めるときは2枚重ねする。また、破れたり、裂けたりすることを防ぐために、コーナ部にアールを設けたり、端子のエッジが絶縁紙に触れないよう、打ち抜き時のダレ面を絶縁紙に面する方向にする。本実施例では、絶縁物として絶縁紙を用いたが、他の例として、端子に絶縁物をコーティングしてもよい。寄生インダクタンスを低減するため、例えば、600V耐圧のパワーモジュールのときは、正極、負極間の距離を0.5mm以下とし、絶縁紙の厚さは、その半分以下とする。

【0078】

直流正極端子314および直流負極端子316は、回路配線パターン334kと接続するための接続端314k、316kを有する。それぞれの接続端314k、316kは、各相(U、V、W相)に対して2つ設けられている。これにより、後述するように、各相のアーム毎に、2つの小ループ電流経路を形成した回路配線パターンと接続することができる。また、各接続端314k、316kは、回路配線パターン334kの方向に向かって突出し、かつ回路配線パターン334kとの接合面を形成するために、その先端部が屈曲している。接続端314k、316kと回路配線パターン334kは、はんだなどを介して接続されるか、もしくは直接金属同士を超音波溶接により接続される。

【0079】

パワーモジュール300、特に金属ベース304は、温度サイクルによって膨張および収縮する。この膨張および収縮によって、接続端314k、316kと回路配線パターン334kの接続部は、亀裂または破断するおそれが生じる。そこで、本実施形態に係るパワーモジュール300では、図9に示すように、直流正極端子314と直流負極端子316が積層されることにより形成される積層平面部319が、絶縁基板334を搭載した側の金属ベース304の平面に対して、略平行となるように構成されている。これにより、積層平面部319は、前述の膨張および収縮により発生する金属ベース304の反り返りに対応した反り返り動作が可能となる。そのため、積層平面部319に一体に形成された接続端314k、316kの剛性は、金属ベース304の反り返りに対して、小さくすることができる。したがって、接続端314k、316kと回路配線パターン334kとの接合面の垂直方向に加わる応力を緩和することができ、この接合面の亀裂または破断を防止することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 0 】

なお、本実施形態に係る積層平面部 3 1 9 は、金属ベース 3 0 4 の幅方向および奥行き方向の両方の反り返りに対応して反り返り動作が可能となるように、積層平面部 3 1 9 の幅方向の長さを 1 3 0 mm、奥行き方向の長さを 1 0 mm として、奥行き方向の長さを大きめにしている。また、直流正極端子 3 1 4 と直流負極端子 3 1 6 のそれぞれの積層平面部 3 1 9 の厚さは、反り返り動作をしやすいように 1 mm と比較的薄く設定されている。

【 0 0 8 1 】

図 1 0 に示されるように、金属ベース 3 0 4 は、冷却水流路 1 9 を流れる冷却水へ効率良く放熱するために、絶縁基板 3 3 4 の反対側にフィン 3 0 5 を有している。金属ベース 3 0 4 は、その一方の面にインバータ回路を構成する I G B T やダイオードを実装し、金属ベース 3 0 4 の外周に樹脂製のパワーモジュールケース 3 0 2 を備える。金属ベース 3 0 4 の他方の面にフィン 3 0 5 が口ウ付けで突設されている。金属ベース 3 0 4 とフィン 3 0 5 を鍛造により一体成型してもよい。この製造方法では、パワーモジュール 3 0 0 の生産性が向上するとともに、金属ベース 3 0 4 からフィン 3 0 5 までの熱伝導率が向上し、I G B T およびダイオードの放熱性を向上させることができる。また、金属ベース 3 0 4 をピッカース硬度 6 0 以上の材料で製造することで、温度サイクルによって生ずる金属ベース 3 0 4 のラチェット変形を抑制し、金属ベース 3 0 4 と筐体 1 2 とのシール性を向上させることができる。さらに、図 1 0 (a) に示す如く、上下アームにそれぞれ対応するように 2 組のフィン群 3 0 5 G が設けられており、これらのフィン群 3 0 5 G は往復する冷却水流路 1 9 の上方の開口 4 0 0 , 4 0 2 から水路内に突出する。金属ベース 3 0 4 のフィン群 3 0 5 G 周囲の金属面は冷却ジャケット 1 9 に設けられた開口 4 0 0 , 4 0 2 を閉じるために使用される。

【 0 0 8 2 】

なお、本実施形態のフィン 3 0 5 の形状はピン型であるが、他の実施形態として、冷却水の流れ方向に沿って形成されたストレート型であってもよい。フィン 3 0 5 の形状をストレート型とし場合には、冷却水を流すための圧力を低減させることができ、一方、ピン型のフィンを用いた場合には冷却効率を向上させることができる。

【 0 0 8 3 】

金属ベース 3 0 4 の一方の面には、絶縁基板 3 3 4 が固定され、絶縁基板 3 3 4 上にははんだ 3 3 7 より、上アーム用の I G B T 3 2 8 と上アーム用のダイオード 1 5 6、および下アーム用の I G B T 3 3 0 や下アーム用のダイオード 1 6 6 を有するチップが固定される。

【 0 0 8 4 】

図 1 1 (a) に示すように、上下アーム直列回路 1 5 0 は、上アーム回路 1 5 1、下アーム回路 1 5 2、これら上下アーム回路 1 5 1 , 1 5 2 を結線するための端子 3 7 0、および交流電力を出力するための交流端子 1 5 9 を備えている。また、図 1 1 (b) に示すように、上アーム回路 1 5 1 は、金属ベース 3 0 4 の上に、回路配線パターン 3 3 4 k を形成した絶縁基板 3 3 4 を設け、回路配線パターン 3 3 4 k の上に I G B T 3 2 8、ダイオード 1 5 6 を実装して構成されている。

【 0 0 8 5 】

I G B T 3 2 8 およびダイオード 1 5 6 は、それらの裏面側の電極と、回路配線パターン 3 3 4 k とが、はんだにより接合される。絶縁基板 3 3 4 は、回路配線パターン面とは反対側の面（裏面）が、パターンの無い、いわゆるベタパターンを形成している。この絶縁基板 3 3 4 の裏面のベタパターンと、金属ベース 3 0 4 とが、はんだで接合されている。下アーム回路 1 5 2 も上アームと同様に、金属ベース 3 0 4 の上に配置された絶縁基板 3 3 4 と、この絶縁基板 3 3 4 の上に配線された回路配線パターン 3 3 4 k と、この回路配線パターン 3 3 4 k の上に実装された I G B T 3 3 0、ダイオード 1 6 6 とを備えている。

【 0 0 8 6 】

I G B T 3 3 0 およびダイオード 1 6 6 の裏面側の電極も、回路配線パターン 3 3 4 k

10

20

30

40

50

とはんだで接合される。なお、本実施形態における各相の各アームは、IGBT328とダイオード156を並列接続した一組の回路部を2組並列に接続して構成される。要求される回路部の組数は、モータ192に通電される電流量によって決定される。本実施形態に係るモータ192に通電される電流よりも大電流が必要な場合には、回路部を3組、もしくはそれ以上を並列接続して構成される。逆に、モータを小さい電流で駆動することができる場合には、各相の各アームは、回路部を一組のみで構成される。

【0087】

図11(b)を用いてパワーモジュール300の電流経路を説明する。パワーモジュール300の上アーム回路151に流れる電流の経路を以下に示す。

(1) 不図示の直流正極端子314から接続導体部371U、(2) 接続導体部371Uから素子側接続導体部372Uを介して上アーム用IGBT328および上アーム用ダイオード156の一方側電極(素子側接続導体部372Uと接続された側の電極)、(3) 上アーム用IGBT328および上アーム用ダイオード156の他方側電極からワイヤ336を介して接続導体部373U、(4) 接続導体部373Uから結線端子370の接続部374U、374Dを介して接続導体部371Dを流れる。なお、前述のように上アームは、IGBT328とダイオード156を並列接続した回路部を2組並列に接続して構成される。よって、上記(2)の電流経路において、電流は、素子側接続導体部372Uにて2つに分岐され、分岐された電流は2組の回路部へそれぞれ流れる。

【0088】

パワーモジュール300の下アーム回路152に流れる電流経路を以下に示す。

(1) 接続導体部371Dから素子側接続導体部372Dを介して下アーム用IGBT330および下アーム用ダイオード166の一方側電極(素子側接続導体部372Dと接続された側の電極)、(2) 下アーム用IGBT330および下アーム用ダイオード166の他方側電極からワイヤ336を介して接続導体部373D、(3) 接続導体部373Dから不図示の直流負極端子316を流れる。なお、上アームと同様に下アームは、IGBT330とダイオード166を並列接続した回路部を2組並列に接続して構成されるので、上記(1)の電流経路において、電流は、素子側接続導体部371Dにて2つに分岐され、分岐された電流は2組の回路部へそれぞれ流れる。

【0089】

ここで、上アーム回路のIGBT328(およびダイオード156)と不図示の直流正極端子314とを接続するための接続導体部371Uは、絶縁基板334の一边の略中央部付近に配置される。そして、IGBT328(およびダイオード156)は、接続導体部371Uが配設された絶縁基板334の一边側とは反対側である他辺側の近傍に実装される。また、本実施形態においては、2つ備えられた接続導体部373Uは、前述の接続導体部371Uを挟んで、かつ絶縁基板334の一边側に一列に配置される。

【0090】

このような回路パターンおよび実装パターン、すなわち、絶縁基板334上の回路配線パターンを、概ねT字形状の配線パターンと、概ねT字の縦棒(371U)の両側に、2つの配線パターン(371U)とし、接続端371U、373Uから端子を実装することで、IGBT328のスイッチング時の過渡的な電流経路は、図11(b)の矢印350(破線)に示すようなM字状の電流経路、すなわち2つの小ループ電流経路となる(矢印の方向は下アームターンオン時)。この2つの小ループ電流経路の周辺には、図11(b)の矢印350H方向(実線)の磁界350Hが発生する。この磁界350Hによって、絶縁基板334の下方に配置された金属ベース304に、誘導電流、いわゆる渦電流340が誘導される。この渦電流340は、前述の磁界350Hを打ち消す方向の磁界340Hを発生させ、上アーム回路で生じる寄生インダクタンスを低減させることができる。

【0091】

上述の2つの小ループ電流は、絶縁基板334上に流れる電流同士が打ち消し合うような2つのUターン電流である。このため、図11(b)の磁界350Hに示すように、パワーモジュール300の内部に、より小さいループ磁界ができるため、寄生インダクタンス

10

20

30

40

50

を低減できる。さらに、スイッチング時に生ずる磁界ループが小さく、パワーモジュール内部に磁界ループを閉じ込めることができるため、パワーモジュールの外の筐体への誘導電流を低減し、制御回路基板上の回路の誤動作や、電力変換装置の外部への電磁ノイズも防止できる。

【0092】

下アーム回路も前述の上アーム回路と同様な回路配線パターンおよび実装パターンとを有する。すなわち、下アーム回路のIGBT330(およびダイオード166)と不図示の直流負極端子316とを接続するための接続導体部371Dは、絶縁基板334の一边の略中央部付近に配置される。そして、IGBT330(およびダイオード166)は、接続導体部371Dが配設された絶縁基板334の一边側とは反対の他辺側の近傍に実装される。また、本実施形態においては、2つ備えられた接続導体部373Dは、前述の接続導体部371Dを挟んで、かつ絶縁基板334の一边側に一列に配置される。

10

【0093】

このような回路配線パターンおよび実装パターンとすることにより、下アーム回路側においても、前述の寄生インダクタンスを低減させる効果を奏する。なお、本実施形態において、各相の各アームの電流経路の入口は、例えば2つの接続導体部373Uに挟まれた接続導体部371Uとなり、一方電流経路の出口は、2つの接続導体部373Uとなっている。しかし、これら入口と出口が逆となっても、各相の各アームにおいて前述の小ループ電流経路が形成される。そのため、前述の同様に、各相の各アームの寄生インダクタンス低減および電磁ノイズ防止を図ることができる。

20

【0094】

図12を参照して、パワーモジュール300を筐体12に締結する構造を詳細に説明する。図12は、半導体モジュール部を除いたパワーモジュール300を示す図であり、(a)は斜視図、(b)は図12(a)のD-D断面図である。

本実施形態の電力変換装置は、内部に冷却水流路19が形成される冷却ジャケット19Aと、パワーモジュール300とを備えている。冷却ジャケット19Aは、筐体12に一体的に設けられる。パワーモジュール300は金属ベース304を備えている。金属ベース304の表面には、直流電力と交流電力との間で電力変換を行うインバータ回路144を含む半導体装置140が実装され、裏面には、冷却水流路19に突出する放熱フィン305が突設されている。冷却ジャケット19Aには、冷却水流路19の開口400、402が形成されている。開口400、402を閉鎖するように、表面側締結装置BLT1および裏面側締結装置BLT2でパワーモジュール300が冷却ジャケット19A、すなわち筐体12に固着される。開口400、402を金属ベース304で閉鎖することにより、冷却水流路19が形成される。表面側締結装置BLT1は、パワーモジュール300をその表面から冷却ジャケット19Aに締結する。裏面側締結装置BLT2は、冷却ジャケット19Aの裏面からパワーモジュール300を筐体12に締結する。裏面側締結装置BLT2と相対するパワーモジュール300の表面領域、すなわち、ケース部材302の上面領域には、パワーモジュール300の各種構成部品、この実施形態では、交流端子159、直流正極端子接続部314aと直流負極端子接続部316aが配設されている。

30

【0095】

表面側締結装置BLT1によるパワーモジュールの締結を説明する。表面側締結装置BLT1は、ボルト360とボルト孔412、414を含む。上述したように、筐体12のパワーモジュール取り付け面410Sに設けたボルト孔412、414(図5(b)参照)を用いてパワーモジュール300を冷却ジャケット19A、すなわち筐体12に固定する。ボルト孔とは、ねじが刻設されたねじ孔である。図12(a)に示すように、パワーモジュールケース302の四隅には切り欠き302bが設けられ、金属ベース304の四隅に設けたボルト貫通孔304bが露出している。パワーモジュール300を筐体12の取り付け面410Sに載置し、筐体12の上方開口側から、工具を用いて、金属ベース304のボルト貫通孔304bを介してボルト360を取り付け面410Sのボルト孔412(414)に螺合して、パワーモジュール300を取り付け面410Sに締結する。パ

40

50

ワーモジュールケース 302 の四隅の切り欠き 302b は、ボルト頭 361 を工具で回転操作するために必要な形状とされる。

【0096】

裏面側締結装置 BLT2 によるパワーモジュールの締結を説明する。裏面側締結装置 BLT2 は、ボルト 350 と不図示のナットを含む。図 12 (a) に示すように、パワーモジュール 300 には、金属ベース 304 の裏面からボルト 350 が突設されている。ボルト 350 は、開口 400, 402 の周囲の取り付け面 410S に設けたボルト貫通孔 412A, 414A を貫通する。図 11、図 12 (b) および図 13 にも示すように、金属ベース 304 には、ボルト 350 のボルト頭 351 が係合する係合凹部 304a が設けられている。また、図 12 (b) に示すように、パワーモジュールケース 302 には、ボルト 350 のボルト頭 351 が係合する矩形形状の係合凹部 302a が設けられている。パワーモジュールケース 302 を金属ベース 304 に接合した後、ボルト頭 351 はパワーモジュールケース 302 内の凹部 302a に収容される。ボルト 350 のボルト頭 351 は矩形形状であり、ボルト頭 351 は、パワーモジュールケース 302 に設けられた矩形形状の凹部 302a と金属ベース 304 に設けられた矩形形状の凹部 304a とに係合している。この係合構造がボルト 350 の回り止め機構である。ボルト 350 をボルト貫通孔 412A, 414A に貫通させた後、筐体 12 (冷却ジャケット 19A) の底面側からボルト 350 に不図示のナットを螺合して、金属ベース 304 を筐体 12 に締結する。なお、パワーモジュールケース 302 の凹部 302a によりボルト 350 が上方に逃げるの防止している。

10

20

【0097】

以上のように、パワーモジュール 300 を、筐体 12 の上方からボルト 360 を締結操作することにより筐体 12 に固着し、次いで、筐体 12 の天地を逆さにして、パワーモジュール 300 を、冷却ジャケット 19A の裏面側から突出するボルト 350 にナットを螺合することにより筐体 12 に固着する。このような締結構造を採用することにより、図 12 (b) に示すように、パワーモジュール締結用のボルト頭 351 の上方、すなわちパワーモジュールケース 2 の上面 (金属ベース 304 の周縁) に、モータと接続するための U, V, W 相の交流端子 159 を設置することができ、パワーモジュール 300 を小型化できる。

【0098】

本実施形態のコンデンサモジュール 500 の詳細構造について、図 14 乃至図 16 を参照しながら以下説明する。図 14 は本実施形態に関するコンデンサモジュールの外観構成を示す斜視図である。図 15 は、図 14 に示すコンデンサモジュール 500 の内部が分かるように、樹脂などの充填材 522 を充填する前の状態を示す斜視図である。図 16 はさらにコンデンサモジュール 500 の詳細構造である積層導体にコンデンサセル 514 を固定した構造を示す図である。

30

【0099】

図 14 乃至図 16 において、500 はコンデンサモジュール、502 はコンデンサケース、504 は負極側コンデンサ端子、506 は正極側コンデンサ端子、510 は直流 (バッテリー) 負極側接続端子部、512 は直流 (バッテリー) 正極側接続端子部、532 は補機用正極端子、534 は補機用負極端子、514 はコンデンサセル、をそれぞれ表す。

40

【0100】

図 14 および図 16 に示されるように、負極導体板 505 と正極導体板 507 とからなる積層導体板が複数組、本実施形態では 4 組、直流 (バッテリー) 負極側接続端子部 510 と直流 (バッテリー) 正極側接続端子部 512 に対して電氣的に並列に接続されている。負極導体板 505 と正極導体板 507 には、複数個のコンデンサセル 514 の正極と負極がそれぞれ並列接続されるための端子 516 と端子 518 が複数個設けられている。

【0101】

図 16 に示されるように、コンデンサモジュール 500 の蓄電部の単位構造体であるコンデンサセル 514 は、片面にアルミなどの金属を蒸着したフィルムを 2 枚積層し巻回し

50

て、2枚の金属フィルムの各々を正極、負極としたフィルムコンデンサ515で構成する。正極、負極の電極は、巻回した軸面がそれぞれ、正極、負極電極となり、スズなどの導電体508を吹き付けて製造される。

【0102】

また、図16に示されるように、負極導体板505と正極導体板507は、薄板状の幅広導体で構成し、絶縁紙517を介して積層した積層構造を採用し、寄生インダクタンスを低減する。積層導体の端部には、コンデンサセルの電極508と接続するための端子516、518が設けられている。端子516、518は、2個のコンデンサセル514の電極508と、半田あるいは溶接により電氣的に接続される。半田装置による半田付け作業もしくは溶接機による溶接作業が行いやすくなるように、また、コンデンサセルの検査がしやすくなるように、すなわち、端子516、518と接続される電極面がセルの外側になるように、コンデンサセルを配置するとともに、導体板の構造を設計して、1つのコンデンサセル群を構成している。このようなコンデンサセル群を用いることにより、コンデンサセル群の数を増減することにより、要求されるコンデンサ容量に対応することができる。その結果、多種多様のコンデンサモジュールに共通のコンデンサセルを使用することができ、量産に適したコンデンサモジュールとすることが可能となる。寄生インダクタンスを低減するため、また、放熱のためにも、端子516、518をそれぞれ複数設けるのが好ましい。

【0103】

薄板状の幅広導体である負極導体板505と正極導体板507の一方の端部には、積層導体板700と接続するための負極側コンデンサ端子504、正極側コンデンサ端子506が設けられている。負極導体505と正極導体507の他方の端部には、バッテリー電力を受電する端子に接続する直流負極側接続端子510、直流正極側接続端子512が設けられている。

【0104】

図15に示すコンデンサモジュール500は、2個のコンデンサセルを1単位とするコンデンサセル群を4列縦に配置して合計8個のコンデンサセル514で構成している。コンデンサモジュール500の外部との接続端子として、積層導体板700と接続する4対の正負コンデンサ端子504、506と、バッテリー電力を受電する直流正負極側接続端子510および512と、補機用インバータのパワーモジュールに給電する補機用正負極端子532および534とが用いられている。正負コンデンサ端子504、506には開口部509、511が形成され、パワーモジュール300の直流正負極端子316、314がボルト固定できるように、開口部509、511の裏側にナットが溶接されている。

【0105】

コンデンサケース502は、端子カバー520を備え、端子の位置を決めるとともに、電力変換装置の筐体との絶縁をとる。また、コンデンサケース502は、セル群の位置決めのための、仕切りがセル群とセル群の間に設ける。コンデンサケース502の材料としては、熱伝導性に優れた材料を用い、コンデンサセル群とコンデンサセル群の間の仕切りに放熱用の熱伝導性のよい材料を埋め込んでもよい。

【0106】

コンデンサモジュール500では、コンデンサセル内部のフィルム上に蒸着された金属薄膜、内部導体(端子)の電気抵抗により、スイッチング時にリップル電流が流れると発熱する。コンデンサセルの耐湿のため、コンデンサセル、内部導体(端子)は、コンデンサケース502に樹脂で含浸(モールド)する。このため、コンデンサセルや内部導体は、樹脂を介してコンデンサケース502と密着した状態となり、コンデンサセルの発熱がケースに伝わりやすい構造になる。さらに本構造では、負極導体板505、正極導体板507とコンデンサセルの508と端子516、518を直接接続するため、コンデンサセルの発熱が負極、正極導体に直接伝わり、幅広導体によりモールド樹脂へ熱が伝わりやすい構造となる。このため、図7のように、コンデンサケース502から下部ケース16、下部ケース16から筐体12さらに冷却水流路19へ熱が良好に伝わり、放熱性を確保で

きる。

【0107】

図15に示すように、本実施形態では、負極導体板505および正極導体板507の積層構造を4列縦に独立して配置してコンデンサモジュールを構成している。これら4列の負極導体505および正極導体507を一体の幅広導体板として、全てのコンデンサセル514をこの幅広導体板に接続する構成としてもよい。これにより、部品点数を削減することができ、生産性を向上させることができるとともに、全てのコンデンサセル514の静電容量を略均等に使用することができ、コンデンサモジュール500全体の部品寿命を伸ばすことができる。さらに、幅広導体板を使用することで、寄生インダクタンスを低減することができる。

10

【0108】

図17(a)は、本実施形態に係る電力変換装置200において、コンデンサモジュール500、積層導体板700、および2つのパワーモジュール300のみを抜き出した斜視図である。図17(b)は、積層導体板700の分解斜視図である。

【0109】

図17(a)に示されるように、2つのパワーモジュール300は、各々の交流端子159を一側にそろえて、並設される。これら交流端子159と反対側に、2つのパワーモジュール300とコンデンサモジュール500との電気的な接続部が設けられている。この2つのパワーモジュール300とコンデンサモジュール500との電気的な接続は、平板上の積層導体板700によって行われる。

20

【0110】

下部ケース16上に固定されたコンデンサケース502内には、多数のコンデンサセル514(不図示)が収納され、コンデンサモジュール500の正極側コンデンサ端子504および負極側コンデンサ端子506は、コンデンサケース502の一方の長辺に沿って配列されている。正極側コンデンサ端子504および負極側コンデンサ端子506の上端部の正極接続部および負極接続部504c, 506bは、コンデンサセル514の上面より突き出た位置に配置されている。

【0111】

パワーモジュール300と接続される積層導体板700は、2つのパワーモジュール300を覆うように配置される。そして、正極側コンデンサ端子504および負極側コンデンサ端子506は、コンデンサケース502の開口面から立ち上がった構造のL字構造を形成しており、このL字構造の正極側コンデンサ端子504および負極側コンデンサ端子506の上端部の正極接続部506bおよび負極接続部504cが、電力変換装置200の組み立て時において、積層導体板700に直接に当接してボルトで接続されることとなる。

30

【0112】

図17(b)に示されるように、この積層導体板700は、平板状の正極側導体板702および負極側導体板704と、これら正極側導体板702と負極側導体板704に挟まれる絶縁シート706により構成されている。すなわち積層導体板700は積層構造として形成されているので、パワーモジュール300からコンデンサモジュール500までの寄生インダクタンスの低減を図ることができる。

40

【0113】

図17(a)および図8(b)に示すように、複数の上アーム制御端子320Uは、パワーモジュール300のA辺側(図8(b)参照)の中央部付近に寄せて配置される。すなわち、U相制御ピンをV相制御ピンに寄せ、W相制御ピンをV相制御ピンに寄せ、パワーモジュール300のA辺側の中央部付近に一行に上アーム制御端子320Uが配置されている。そして、積層導体板700は、この複数の上アーム制御端子320Uを貫通するための透孔705を有し、この透孔705の両脇においても、正極側導体板702と負極側導体板704とが積層されている。これらの構成により、負極側導体板704と正極側導体板702との積層面積を広げることができ、さらにパワーモジュール300からコンデン

50

サモジュール 500 までの寄生インダクタンスの低減を図ることができる。

【0114】

図 8 (b) に示すパワーモジュール 300 の A 辺側の中央部付近、すなわち上アーム制御端子 320 U 付近にボス 321 を配置する。このボス 321 に、ドライバ回路 174 が実装された駆動回路基板 22 を固定するとともに、上アーム制御端子 320 U を駆動回路基板 22 に形成された孔に貫通させる。その後、駆動回路基板 22 上の端子とアーム制御端子 320 U とを溶接等により接合させる。このような構成により、上アーム制御端子 320 U と駆動回路基板 22 上の端子との接合部が、ボス 321 に対して近い距離となるので、車両走行時における耐振動が向上する。

【0115】

駆動回路基板 22 は積層導体板 700 の上方に配置される。そこで、図 17 (b) に示すように、積層導体板 700 は、駆動回路基板 22 側に負極側導体板 704 を備え、一方、パワーモジュール 300 側に正極側導体板 702 を備える。これにより、高電圧となる正極導体板 702 と駆動回路基板 22 との間には、低電圧の負極導体板 704 および絶縁シート 706 が存在し、駆動回路基板 22 が高電圧に触れることを防止させることができる。

【0116】

図 17 (b) に示すように、正極側導体板 702 は、2 つのパワーモジュール 300 の上方にまたがって配置され、さらに 2 つのパワーモジュール 300 とコンデンサモジュール 500 とを結線する。同様に、負極導体板 704 は、2 つのパワーモジュール 300 の上方にまたがって配置され、さらに 2 つのパワーモジュール 300 とコンデンサモジュール 500 とを結線する。これにより、積層導体板 700 が幅広になるので、パワーモジュール 300 からコンデンサモジュール 500 までの寄生インダクタンスを低減させることができる。また、1 つのパワーモジュールに対して、コンデンサモジュール 500 の接続箇所が 4 組存在するため、寄生インダクタンスを低減できる。また、2 つのパワーモジュール 300 からコンデンサモジュール 500 への接続導体を 2 つのパワーモジュール 300 間で共有化することによって、電力変換装置 200 全体の部品点数を少なくすることができる。

【0117】

図 8 に示すように、パワーモジュール 300 は、正極側接続部 314 a と負極側接続部 316 a を一組として、パワーモジュール 300 の一辺側に一組の接続部 314 a、316 a が配置され、その反対側の辺に他の一組の接続部 314 a、316 a が配置される。積層導体板 700 は、これら二組の接続部 314 a、316 a の上方にまたがって配置され、さらに各接続部 314 a、316 a とボルトにより接続される。これにより、コンデンサモジュール 500 から供給される直流電流が、一組の接続部 314 a、316 a 側に集中することが無くなるため、すなわち、二組の接続部 314 a、316 a に直流電流が分散されることになるため、パワーモジュール 300 からコンデンサモジュール 500 までのインダクタンスを低減させることができる。

【0118】

前述したように、コンデンサモジュール 500 には、複数のコンデンサセル 514 が内蔵されている。本実施形態においては、2 つのコンデンサセル 514 でコンデンサセル群を構成し、このコンデンサセル群を 4 組設けている。さらに各組に対応した幅広導体 (正極導体板 507 および負極導体板 505) を備えている。図 15 に示されるように、負極側コンデンサ端子 504 および正極側コンデンサ端子 506 は、それぞれの幅広導体に一つずつ接続される。本実施形態においては、これらすべての負極コンデンサ端子 504 および正極コンデンサ端子 506 を、一組の積層導体板 700 に電氣的に接続させる。これにより、2 つのパワーモジュール 300 に対して、全てのコンデンサセル 514 が電氣的に接続される関係となり、全てのコンデンサセル 514 の静電容量を略均等に使用することができ、コンデンサモジュール 500 全体の部品寿命を伸ばすことができる。また、この一組の積層導体板 700 を用いることにより、コンデンサモジュール 500 内部を、2

10

20

30

40

50

つのコンデンサセル 5 1 4 で構成されるコンデンサセル群ごとに分割させて構成させることができ、モータ 1 9 2 の電流容量に合わせて、コンデンサセル群を構成するコンデンサセル 5 1 4 の単位数を容易に変更させることができる。

【 0 1 1 9 】

積層導体板 7 0 0 を構成する正極側導体板 7 0 2 と負極側導体板 7 0 4 は、寄生インダクタンスを小さくするために、それらの隙間距離をできるだけ小さくすることが望ましい。例えば、積層導体板 7 0 0 に、パワーモジュール 3 0 0 とコンデンサモジュール 5 0 0 を結線するための曲げ構造部が存在する場合には、その曲げ構造部には、平板部よりも大きい隙間距離が生じてしまい、寄生インダクタンスが大きくなってしまう。

【 0 1 2 0 】

そこで、本実施形態に係るパワーモジュール 3 0 0 の正極側接続部 3 1 4 a、負極側接続部 3 1 6 a、およびコンデンサモジュール 5 0 0 の正極側接続部 5 0 4 c、負極側接続部 5 0 6 b は、略同一平面上に配置されるように構成する。これにより、平板状の積層導体板 7 0 0 を用いることができるため、正極側導体板 7 0 2 と負極側導体板 7 0 4 の隙間距離を小さくして、寄生インダクタンスを低減させることができる。

【 0 1 2 1 】

図 1 8 (a) は、図 1 7 に示すパワーモジュール 3 0 0 と積層導体板 7 0 0 の接続箇所 3 8 0 (図 1 7 (a) 参照) の拡大図を示している。

【 0 1 2 2 】

図 1 8 (a) に示されるように、負極側接続部 3 1 6 a および正極側接続部 3 1 4 a は、直流正極端子 3 1 4 および直流負極端子 3 1 6 の端部を反対方向に屈曲させて構成され、これら負極側接続部 3 1 6 a および正極側接続部 3 1 4 a に対して、積層した積層導体板 7 0 0 の負極導体板 7 0 4、正極導体板 7 0 2 をそれぞれ接続する。これにより、I G B T 3 2 8、3 3 0 のスイッチング時に瞬時に流れる負極側の電流は、図 1 8 (a) に示す電流経路 3 8 2 のようになるため、負極導体板の接続部 7 0 4 a と負極側接続部 3 1 6 a との間で U ターン電流が形成される。したがって、負極側導体板 7 0 4 の接続部 7 0 4 a の周りに発生する磁束と負極側接続部 3 1 6 a の周りに発生する磁束が打ち消し合うので、インダクタンスの低減を図ることができる。

【 0 1 2 3 】

一方、正極導体板の接続部 7 0 2 a の電流は、図 1 8 (a) に示されるような電流経路 3 8 4 を通る。この正極導体板の接続部 7 0 2 a の上方には負極導体板 7 0 4 が配置されているため、正極導体板の接続部 7 0 2 a の電流方向と、負極導体板 7 0 4 の電流方向とが逆方向となり、それぞれの電流によって生じる磁束が打ち消しあうことになる。その結果、正極導体板の接続部 7 0 2 a の寄生インダクタンスを低減することができる。

【 0 1 2 4 】

また、図 1 8 (a) に示されるように、絶縁紙 3 1 8 と絶縁シート 7 0 6 は、上下方向に重なる領域を有するようにそれぞれ配置される。さらに、ボルト等により積層導体板 7 0 0 を負極側接続部 3 1 6 a および正極側接続部 3 1 4 a に固定した場合に、絶縁紙 3 1 8 と絶縁シート 7 0 6 は、積層導体板 7 0 0 と正極側接続部 3 1 4 a によって挟まれない領域、つまり圧縮応力が加わらない領域を有するように配置される。これにより、接続部における正極と負極間との絶縁、具体的には正極側接続部 3 1 4 a と負極導体板 7 0 4 との絶縁を確保することができる。

【 0 1 2 5 】

図 1 8 (b) は、積層導体板 7 0 0 の接続箇所 3 9 0 の拡大図(図 1 7 (a) 参照)を示す。

図 1 8 (b) に示されるように、コンデンサモジュール 5 0 0 の正極側接続部 5 0 6 b および負極側接続部 5 0 4 c は、それぞれ反対方向に屈曲させて構成され、それぞれの上面に積層導体板 7 0 0 の正極導体板 7 0 2 および負極導体板 7 0 4 をそれぞれ接続する。これにより、I G B T 3 2 8、3 3 0 のスイッチング時に瞬時に流れる負極側の電流は、図 1 8 (b) に示す電流経路 3 9 2 のようになるため、負極導体板 7 0 4 の接続部 7 0 4 c とコンデンサモジュール 5 0 0 の負極側接続部 5 0 4 c との間で U ターン電流が形成される

10

20

30

40

50

。したがって、負極導体板 704 の接続部 704 a の周りに発生する磁束と負極側接続部 504 c の周りに発生する磁束が打ち消し合うので、インダクタンスの低減を図ることができる。

【0126】

同様に、IGBT 328、330 のスイッチング時に瞬時に流れる正極側の電流は、図 16 (b) に示されるような電流経路 394 を通る。すなわち、正極導体板の接続部 702 b とコンデンサモジュール 500 の正極側接続部 506 b との間で Uターン電流が形成される。したがって、正極側導体板 702 の接続部 702 b の周りに発生する磁束と正極側接続部 506 b の周りに発生する磁束が打ち消し合うので、インダクタンスの低減を図ることができる。

10

【0127】

また、図 18 (b) に示されるように、絶縁シート 517 と絶縁シート 706 は、上下方向に重なる領域を有するようにそれぞれ配置される。さらに、ボルト等により積層導体板 700 をコンデンサモジュール 500 の正極側接続部 506 b および負極側接続部 504 c に固定した場合に、絶縁シート 517 と絶縁シート 706 は、積層導体板 700 と正極側接続部 506 b によって挟まれない領域、つまり圧縮応力が加わらない領域を有するように配置される。これにより、接続部における正極と負極間との絶縁、具体的には正極側接続部 506 b と負極導体板 704 との絶縁を確保することができる。

【0128】

以上説明した実施形態によれば、次の作用効果が得られる。

20

(1) 表面側締結装置 BLT1 により、パワーモジュール 300 をその表面から冷却ジャケット 19A に締結する。その後、筐体 12 を天地逆さにし、冷却ジャケット 19A の裏面から突出するボルト 350 にナットを螺合し、パワーモジュール 300 を裏面側締結装置 BLT2 で筐体 12 に締結する。裏面側締結装置 BLT2 と相対するパワーモジュール 300 の表面、すなわち、ケース部材 302 の上面には、パワーモジュール 300 の各種構成部品、この実施形態では、交流端子 159、直流正極端子接続部 314 a と直流負極端子接続部 316 a が配設されている。したがって、パワーモジュール 300 の小型化を図ることができる。

【0129】

(2) 表面側締結装置 BLT1 でパワーモジュール 300 を筐体 12 の上方から固定し、その後、筐体の天地を逆さにして、筐体 12 の下方から裏面側締結装置 BLT2 によりパワーモジュール 300 を筐体 12 に固着する。したがって、パワーモジュールを小型化しても、電力変換装置の組立性に影響を与えない。

30

【0130】

(3) パワーモジュール 300 は、上面にインバータ装置 140 を実装し、裏面から冷却水流路 19 に突き出る放熱フィン 305 を有する金属ベース 304 (ベース板) を含み、表面側締結装置 BLT1 は、金属ベース 304 の四隅で金属ベース 304 を表面側から筐体 12 に固着する。裏面側締結装置 BLT2 は、金属ベース 304 の周縁中間点で金属ベース 304 を裏面側から筐体 12 に固着する。このように、金属ベース板 304 は、その四隅だけではなく、周縁の中間点でも締結するようにした。このため、金属ベース 304 の周縁の締め付け力を十分大きくすることができ、冷却水流路内の水圧で金属ベース 304 が変形するおそれがない。

40

【0131】

パワーモジュール 300 を効果的に冷却するために、冷却水流路 19 内の水圧をある程度高い圧力に設定することがある。そのため、パワーモジュール 300 の金属ベース 304 の四隅をボルトで締結しただけでは水密性が十分できないとき、金属ベース 304 の周縁の中間点をボルトで固定する必要がある。金属ベースの四隅の締結と同様に、中間点をパワーモジュール上方からボルト締結する方式を採用する場合、金属ベース周縁には、パワーモジュールの各種構成部品を配置することができず、パワーモジュールが大型化する。また、要求される電力容量に起因してパワーモジュールが大型する場合も、冷却水流路

50

内の圧力は低圧であっても、金属ベースの周縁の中間点をボルト締結して水密性を改善する必要がある。この場合も、本発明のように、パワーモジュール300を筐体12の下方から締結する構造を採用すれば、パワーモジュール300を小型化できる。

【0132】

(4) 金属ベース304の四隅も周縁中間点と同様のボルト350、ナットで締結することも可能である。しかし、パワーモジュール300を冷却ジャケット19Aの取り付け面410Sに位置決めしただけの状態で、すなわちパワーモジュールを締結しない状態で筐体12の天地を逆さにし、冷却ジャケット19Aの裏面から締結操作を行う作業手順となり、パワーモジュール300を落下させるおそれがある。したがって、筐体12の天地を逆さにせずに、筐体下方からナットを螺合する必要がある作業性が悪い。このようなパワーモジュール固着方式に比べると、上述した実施形態によるパワーモジュール固着方式の組み立作業性は格段に優れている。

10

【0133】

(5) ボルト350のボルト頭351の形状を矩形形状とし、パワーモジュールケース302の凹部302aおよび金属ベース304の凹部304aに係合するようにした。したがって、ボルト350の回転防止機構と抜け止めを簡単な構造にできる。

【0134】

以上の実施形態を次のように変形することができる。

(1) 以上の実施形態では、ボルト350の回転を防止するためにボルト頭351に係合する凹部302a、304aをパワーモジュールケース302および金属ベース304に設けたが、どちらか一方に設けるようにしてもよい。

20

【0135】

(2) ナットを回転させたときのボルト350の回転を防止することができれば、ボルト頭351の形状は矩形形状に限定されない。たとえば、図19に示すように、ボルト350のボルト頭351を六角形状としてもよい。この場合、ボルト頭351と嵌合する金属ベース304の凹部304aの形状も六角形状となる。

【0136】

(3) ナットの回転操作によるボルト350の回転を防止することができれば、その回転防止機構は、パワーモジュールケース302および金属ベース304のうちの少なくとも一方に、ボルト頭351に係合する凹部を設けることに限定されない。たとえば、図20に示すように、金属ベース304とボルト350とを一体成形や溶接によって一体化することによってボルト350が回転しないようにしてもよい。ここで、図20(a)はパワーモジュール300の平面図であり、図20(b)は、図20(a)のE-E断面図である。

30

(4) 以上の実施形態では、金属ベース304の周縁中間点のみ、冷却ジャケット19Aの裏面側から締結するようにしたが、図21に示すように、金属ベース304の四隅にも回り止めされたボルト350を設置して、冷却ジャケット19Aの裏面側から締結するようにしてもよい。図21(a)はパワーモジュール300の平面図、図21(b)は、図21(a)のF-F断面図である。金属ベース304の四隅のみを裏面側から締結するようにしてもよい。

40

【0137】

(3) 図22に示すように、金属ベース304にボルト孔304cを刻設し、そのボルト孔304cに対して不図示のボルトを冷却ジャケット19Aの下方から貫通して螺合し、パワーモジュール300を冷却ジャケット19Aに固定するようにしてもよい。ここで、図22(a)はパワーモジュール300の平面図であり、図22(b)は、図22(a)のG-G断面図である。

【0138】

(4) 冷却ジャケット19Aを筐体12の中段に一体的に設けたが、冷却ジャケット19Aの設置位置も実施形態に限定されない。筐体12と別体でもよい。

(5) 冷却ジャケット19Aには、往路と復路に区画されたユーターン流路を形成したが

50

、冷却水流路は一方向流路でも良い。なお、冷却水は他の冷却液体でもよい。

(6) 実施形態の電力変換装置は一对のパワーモジュール300を備えているものとしたが、1つのパワーモジュールを有する電力変換装置にも、本発明を適用できる。この場合、冷却ジャケット19Aには1つの開口を設ければよい。

【0139】

(7) 金属ベース104の裏面の放熱部は、放熱フィン305を省略した平面状であっても良い。また、放熱部を冷却液体に曝して直接冷却するようにしたが、冷却ジャケット19Aの開口を省略して、放熱部を冷却ジャケット19Aの表面に接触させて間接的に冷却する方式にも本発明を適用できる。

(8) パワーモジュールケース302の中間点を表面側締結部品で締結してもよい。

(9) 金属ベース104をその周縁で締結するようにしたが、金属ベース104の中央部で冷却ジャケット19Aに締結してもよい。

【0140】

(10) 裏面側締結装置や表面側締結装置に代えて、かしめにより金属ベース104を冷却ジャケット19Aに裏面側および/または表面側から締結してもよい。

(11) 入出力端子をケース部材であるパワーモジュールケース302に一体に設けてもよい。たとえば、パワーモジュールケース302に入出力端子を埋設してもよい。

(12) 強電系の入出力端子に限らず、弱電系の制御端子をパワーモジュールケース302などのケース部材に設けてもよい。

(13) パワーモジュールケース302の近傍の金属ベース304から入出力端子である電極を立設させ、パワーモジュールケース302の上面に被さるように折り曲げてよい。

(14) パワーモジュールの構成部材は電力系や制御系の入出力端子に限定されず、パワーモジュールを構成するに必要な他の部材でもよい。たとえば、パワーモジュールケース302そのものもパワーモジュールの構成部材である。

【0141】

実施形態と変形例の一つ、もしくは複数を組み合わせることも可能である。変形例をどのように組み合わせることも可能である。

【0142】

以上の説明はあくまで一例であり、本発明は上記実施形態の構成に何ら限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【0143】

【図1】ハイブリッド自動車の制御ブロックを示す図である。

【図2】インバータ装置、インバータ装置あるいはインバータ装置の電気回路構成を説明するための図である。

【図3】本発明の実施形態に係る電力変換装置の全体構成の外観斜視図である。

【図4】本発明の実施形態に係る電力変換装置の全体構成を各構成要素に分解した斜視図である。

【図5】冷却水流路を有する筐体のアルミ鋳造品に冷却水入口配管と出口配管を取付けた図であり、(a)は筐体の斜視図、(b)は筐体の上面図、(c)は筐体の下面図である。

【図6】筐体の下面図の詳細図である。

【図7】電力変換装置の断面図(図6のA-A断面基準)である。

【図8】図8(a)は、本実施形態に関するパワーモジュールの上方斜視図であり、図8(b)は、パワーモジュールの上面図である。

【図9】本実施形態に関するパワーモジュール300の直流端子の分解斜視図であり、(a)は、パワーモジュールの構成部品である金属ベースおよび3つの上下アーム直列回路のうち1つを抜き出した図であり、(b)は、金属ベース、回路配線パターンおよび絶縁基板の分解斜視図である。

10

20

30

40

50

【図 10】(a)は、直流バスバーの構造を分かりやすくするため、パワーモジュールケースを一部透明にした断面図であり、(b)は、その要部を示す拡大図である。

【図 11】(a)は、上下アーム直列回路を説明するための図であり、(b)は、パワーモジュールの電流経路を説明するための図である。

【図 12】半導体モジュール部を除いたパワーモジュールを示す図であり、(a)は斜視図であり、(b)は(a)のD-D断面図である。

【図 13】ボルトのボルト頭と嵌合する金属ベースの凹部を説明するための図である。

【図 14】コンデンサモジュールの外観構成を示す斜視図である。

【図 15】樹脂などの充填材 522 を充填する前のコンデンサモジュールの状態を示す斜視図である。

10

【図 16】コンデンサセルの構成を説明するための図である。

【図 17】(a)は、本実施形態に係る電力変換装置 200 において、コンデンサモジュール、直流側導体板、および 2 つのパワーモジュール 300 のみを抜き出した斜視図であり、(b)は、直流側導体板の分解斜視図である。

【図 18】図 17 に示すパワーモジュールと直流側導体板の接続箇所の拡大図を示している。

【図 19】パワーモジュールを冷却ジャケットに固定するボルトのボルト頭の変形例を説明するための図である。

【図 20】パワーモジュールを冷却ジャケットに固定するボルトの固定方法の変形例を説明するための図である。(a)はパワーモジュールの平面図であり、(b)は、(a)のE-E断面図である。

20

【図 21】金属ベース 304 の四隅、中間点全てにおいて、締結ボルトを回り止めし、冷却ジャケットの裏面からナットでパワーモジュールを締結する締結構造を説明するための図であり、(a)はパワーモジュールの平面図であり、(b)は、(a)のF-F断面図である。

【図 22】金属ベースにボルト孔 304 c を設けたパワーモジュールを説明するための図であり、(a)はパワーモジュールの平面図であり、(b)は、(a)のG-G断面図である。

【符号の説明】

【0144】

30

9・・・冷却部、10・・・上部ケース、11・・・金属ベース板、
12・・・筐体、13・・・冷却水入口配管、14・・・冷却水出口
配管、16・・・下部ケース、17・・・交流ターミナルケース、18・・・
交流ターミナル、19・・・冷却水流路、20・・・制御回路基板
、21・・・コネクタ、22・・・駆動回路基板、23・・・基板間
コネクタ、43・・・補機用インバータ装置、110・・・ハイブリッド電
気自動車、112・・・前輪、114・・・前輪車軸、116・・・
前輪側DEF、118・・・変速機、120・・・エンジン、122・・・
動力分配機構、123～130・・・歯車、136・・・バッテリー、
138・・・直流コネクタ、140、142・・・インバータ装置、144
・・・インバータ回路、150・・・上下アームの直列回路、153・・・
上アームのコレクタ電極、154・・・上アームのゲート電極端子、155
・・・上アームの信号用エミッタ電極端子、156・・・上アームのダイオ
ード、157・・・正極(P)端子、158・・・負極(N)端子、159
・・・交流端子、163・・・下アームのコレクタ電極、164・・・
下アームのゲート電極端子、165・・・下アームの信号用エミッタ電極端子、
166・・・下アームのダイオード、169・・・中間電極、170・・・
制御部、172・・・制御回路、174・・・ドライバ回路、176
・・・信号線、180・・・検出部、182・・・信号線、186・・・
交流電力線、188・・・交流コネクタ、192・・・モータジ

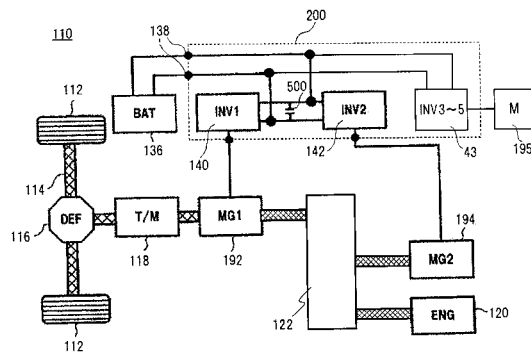
40

50

エネレータ、 1 9 4 モータジェネレータ、 1 9 5 モータ(補機
 用=エアコン、オイルポンプ、冷却ポンプ)、 2 0 0 電力変換装置、 3 0 0
 パワーモジュール(半導体モジュール)、 3 0 2 パワーモジュ
 ールケース、 3 0 4 金属ベース、 3 0 5 フィン、 3 0 6 . . .
 . . . 交流バスバー、 3 0 8 U相交流バスバー、 3 1 0 V相交
 流バスバー、 3 1 2 W相交流バスバー、 3 1 4 直流正極端子、
 3 1 5 正極導体板、 3 1 6 直流負極端子、 3 1 7
 負極導体板、 3 1 8 絶縁紙、 3 2 0 パワーモジュール制御端子
 、 3 2 2 チップ保護用レジンまたはシリコンゲル、 3 2 4 交流
 バスバー保持用(位置決め)ピン、 3 2 6 I G B T、 3 2 8 上 10
 アーム用 I G B T、 3 2 9 導体、 3 3 0 下アーム用 I G B T、
 3 3 1 導体、 3 3 3 導体、 3 3 4 絶縁基板、 3 3
 5 インダクタンス成分(等価回路)、 3 3 7 導体、 3 3 8 . .
 . . . 電流の流れ、 3 3 9 接合部(直流正極バスバー用)、 3 4 0 . . .
 . . . 渦電流、 3 4 1 接合部(直流負極バスバー用)、 3 5 0 , 3 6 0 , 3
 7 0 ボルト、 3 5 1 , 3 6 1 ボルト頭、 3 8 0 ナ
 ット、 3 9 0 パイプ、 4 0 0 開口部、 4 0 1 入口
 孔、 4 0 2 開口部、 4 0 3 出口孔、 4 0 4 開口部
 、 4 0 6 貫通穴、 4 0 8 隔壁、 4 1 0 支持部、 4
 1 2 ボルト孔(パワージェジュール固定用)、 4 1 4 ボルト孔(パワ 20
 ージェジュール固定用)、 4 1 6 ボルト孔(水路カバー固定用)、 4 1 8
 . . 冷媒の流れ(流入方向)、 4 2 0 カバー、 4 2 1 冷媒の流
 れ(Uターン部)、 4 2 2 冷媒の流れ(流出方向)、 5 0 0 コ
 ンデンサモジュール、 5 0 2 コンデンサケース、 5 0 4 負極側
 コンデンサ端子、 5 0 5 負極導体板、 5 0 6 正極側コンデンサ
 端子、 5 0 7 正極導体板、 5 0 8 導電材、 5 0 9
 開口部(端子固定用)、 5 1 0 直流(バッテリー)負極側接続端子部、 5 1 1
 開口部(端子固定用)、 5 1 2 直流(バッテリー)正極側接続端
 子部、 5 1 4 コンデンサセル、 5 1 5 フィルムコンデンサ、 5
 1 6 端子、 5 1 7 絶縁シート、 5 1 8 端子、 5 2 30
 0 端子カバー、 5 2 2 充填材、 5 3 2 補機用正極
 端子、 5 3 4 補機用負極端子、 6 0 0 コレクタ電流、 6 0 2 .
 ターンオン時ゲート電圧波形、 6 0 4 ターンオン時コレクタ電圧
 波形、 6 0 6 ターンオン時コレクタ電流波形、 6 0 8 ダイオー
 ド、 6 1 0 インダクタンス負荷、 6 1 2 還流、 6 1 4
 . . 電流ピーク、 6 1 6 ミラー期間、 6 1 8 電流の流れ(正極
 側)、 6 2 0 電流の流れ(負極側)、 6 2 2 ターンオフ時ゲー
 ト電圧波形、 6 2 4 ターンオフ時コレクタ電流波形、 6 2 6 タ
 ーンオフ時コレクタ電圧波形、 6 2 8 電圧ピーク、 7 0 0 積層
 導体板、 7 0 2 正極側導体板、 7 0 4 負極側導体板、 8 0 0 , 40
 8 0 2 Oリング

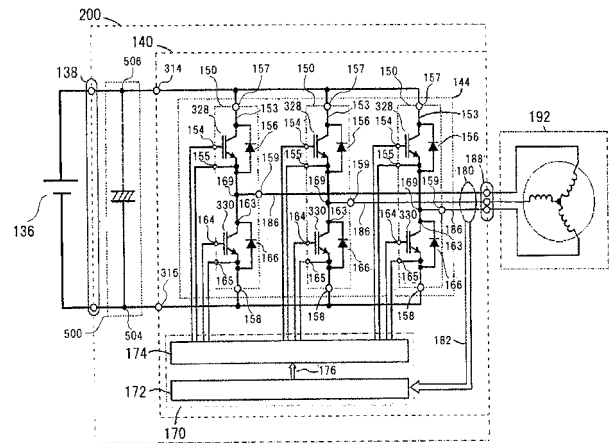
【図 1】

【図1】



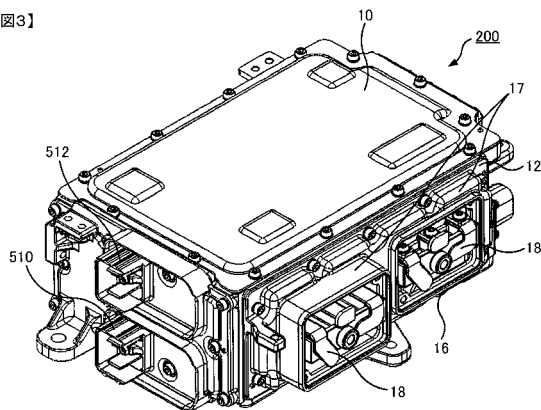
【図 2】

【図2】



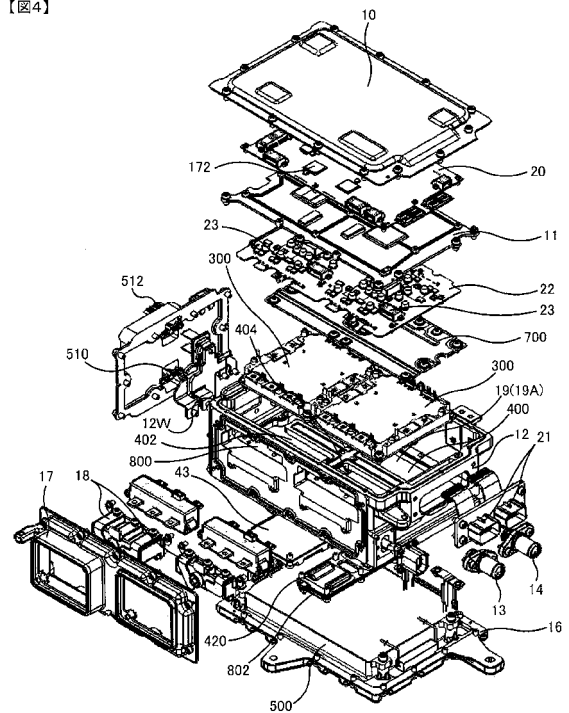
【図 3】

【図3】

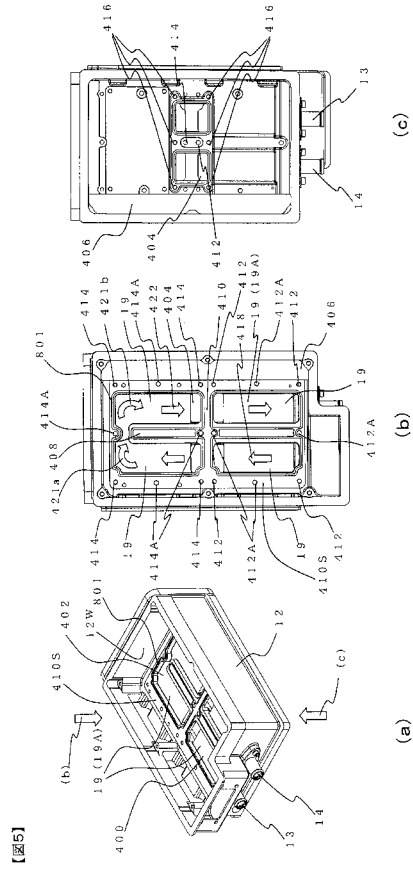


【図 4】

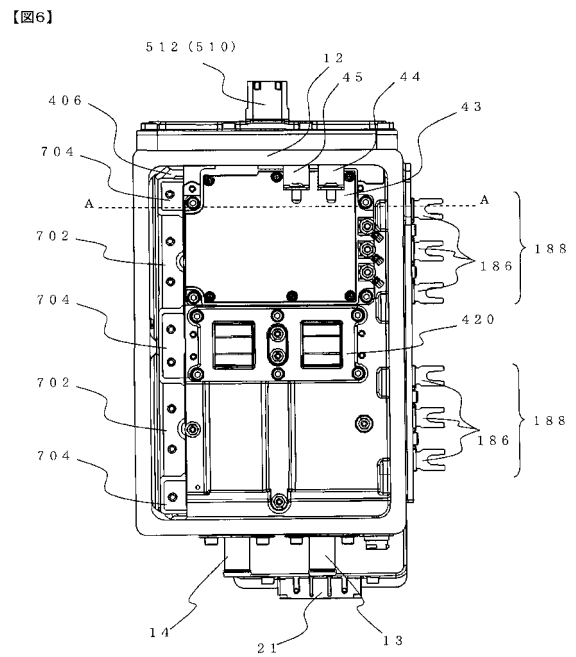
【図4】



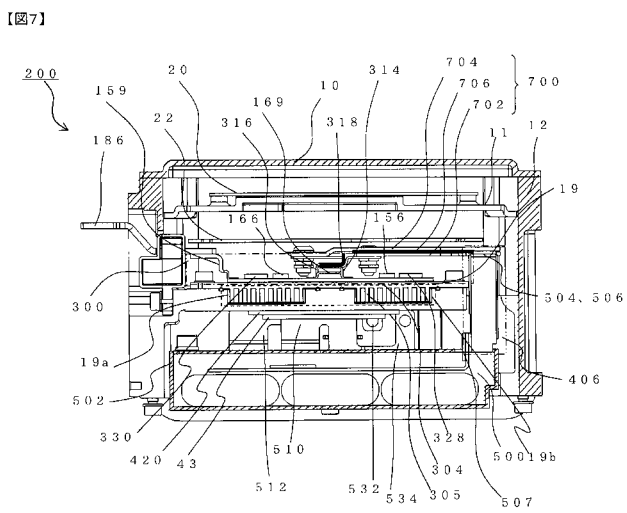
【図 5】



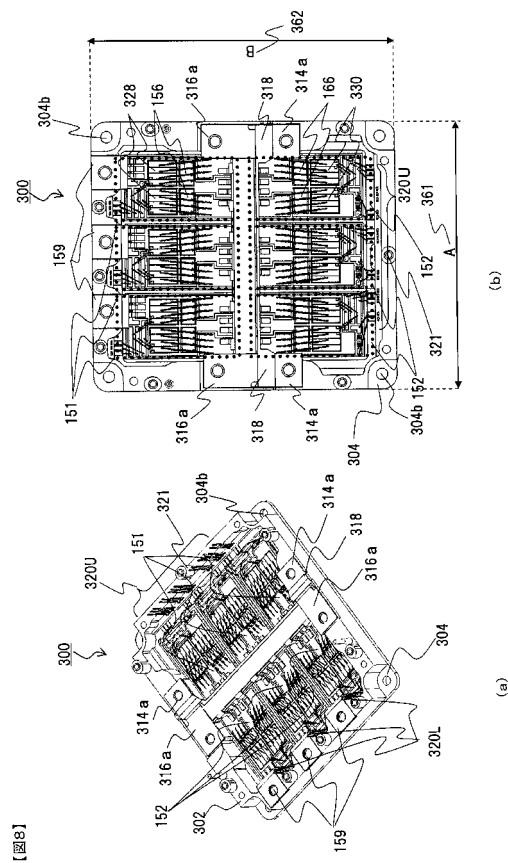
【図 6】



【図 7】

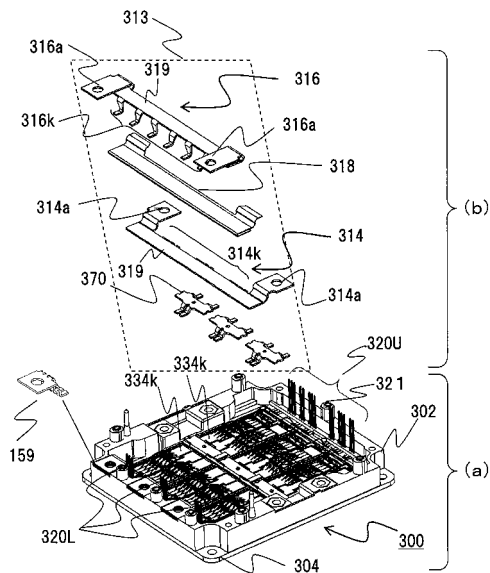


【図 8】

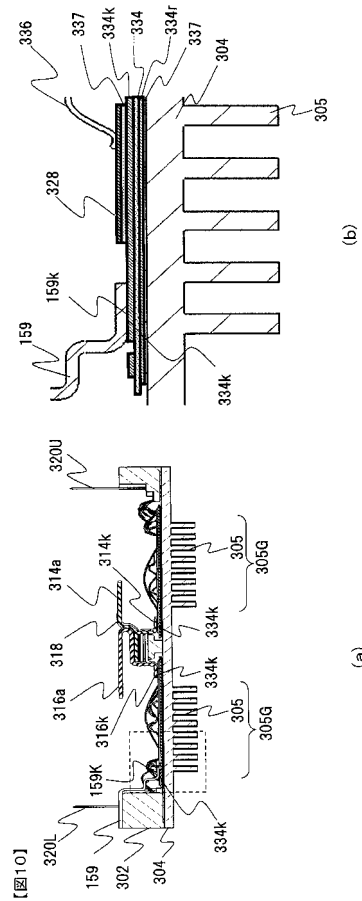


【図 9】

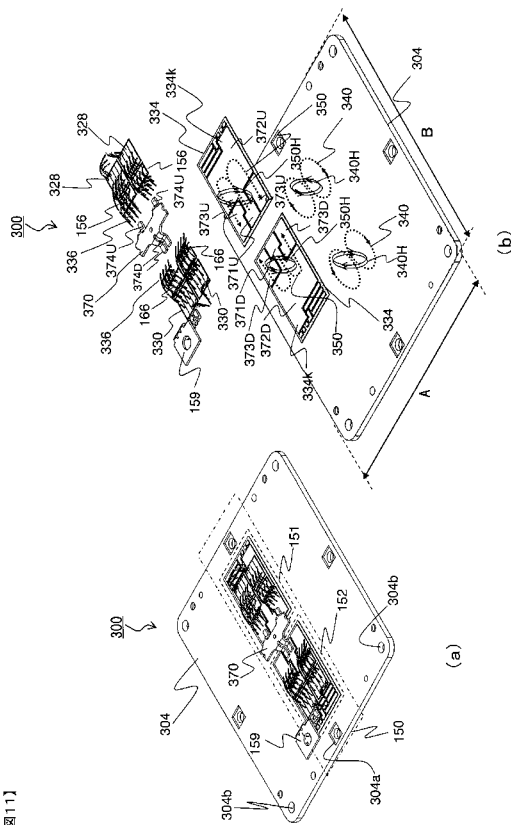
【図9】



【図 10】

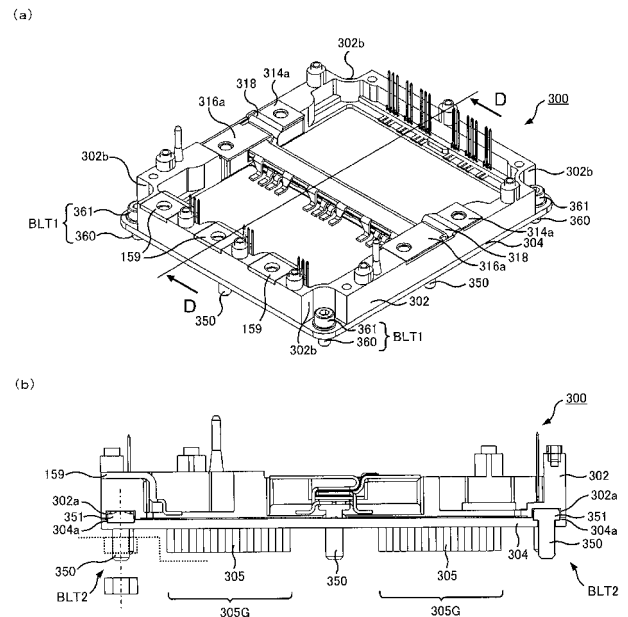


【図 11】



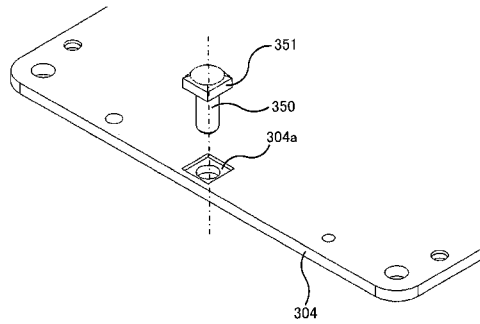
【図 12】

【図12】



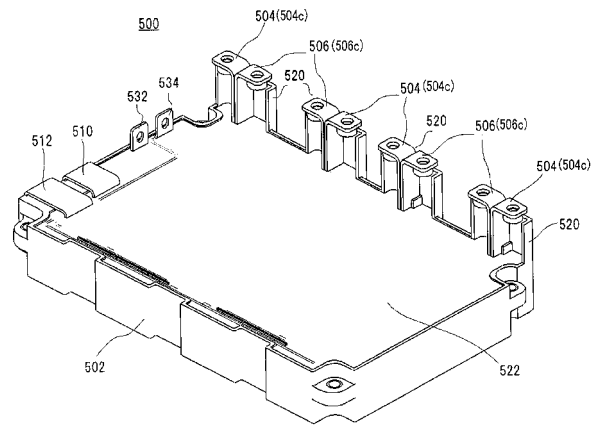
【図 13】

【図13】



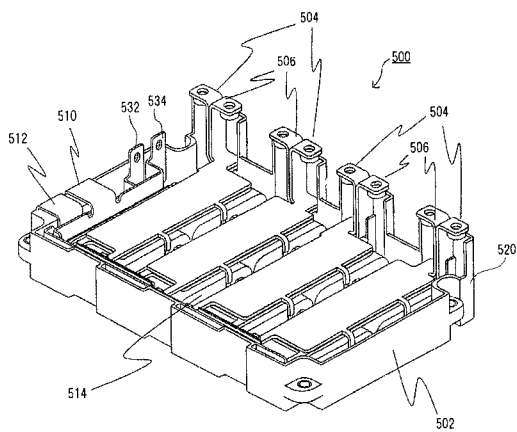
【図 14】

【図14】



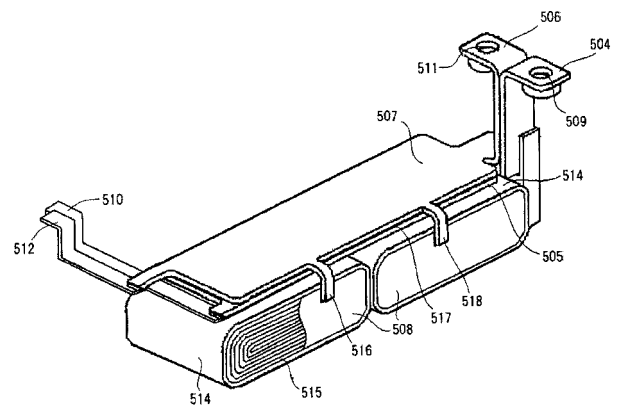
【図 15】

【図15】

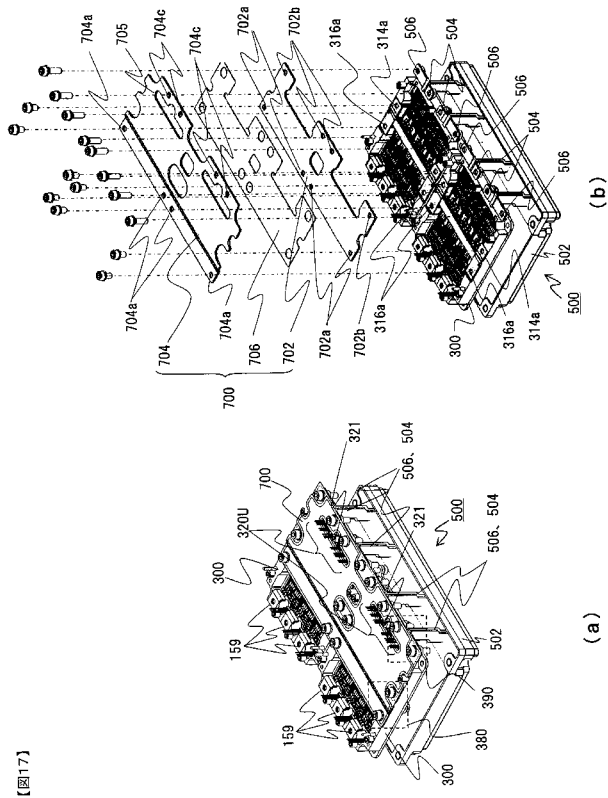


【図 16】

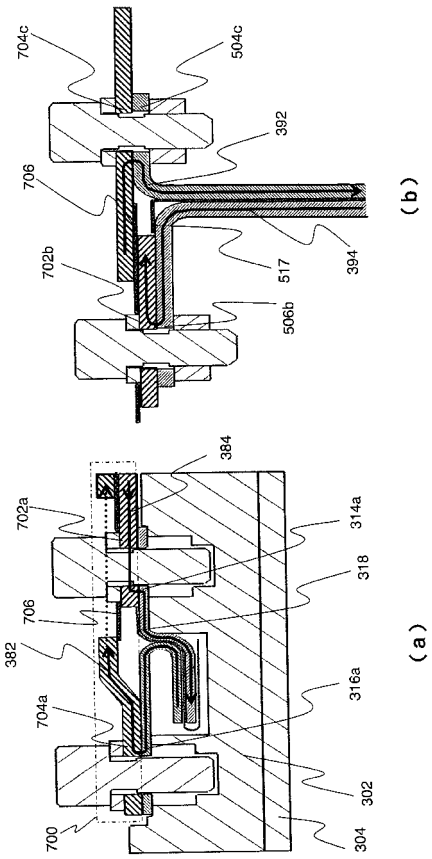
【図16】



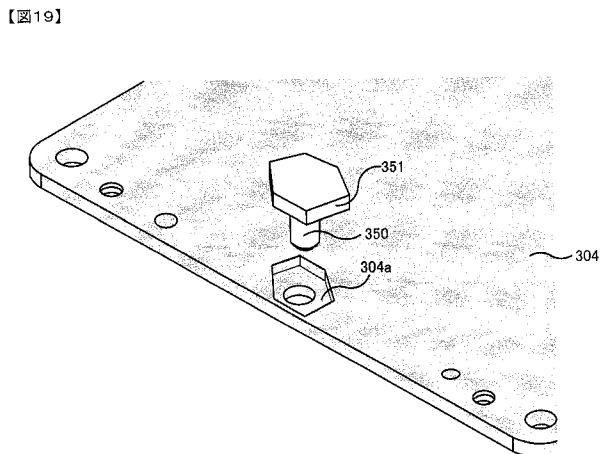
【 図 1 7 】



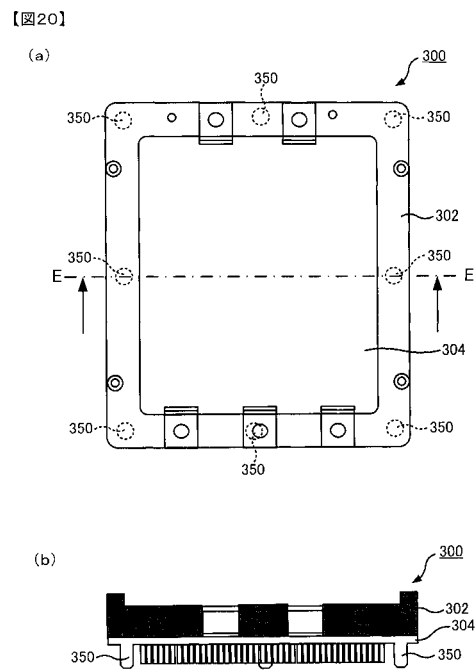
【 図 1 8 】



【 図 1 9 】

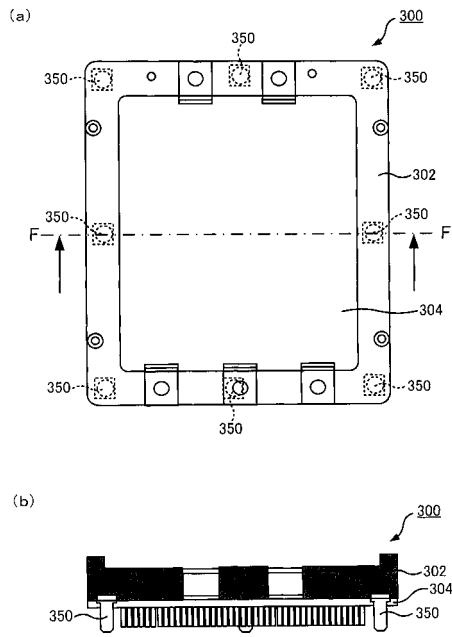


【 図 2 0 】



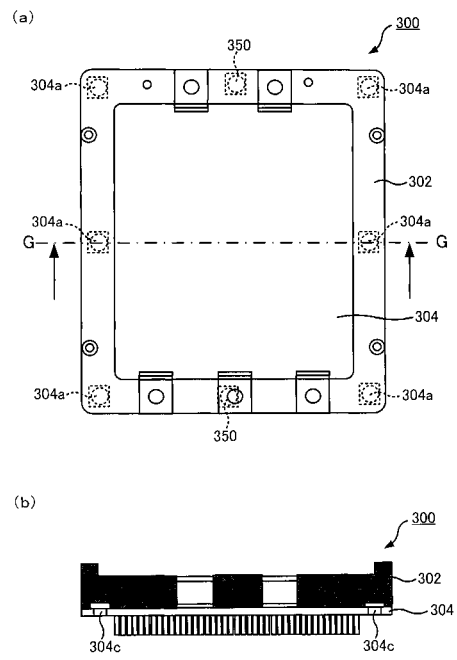
【図 21】

【図21】



【図 22】

【図22】



フロントページの続き

(72)発明者 錦見 総徳

茨城県ひたちなか市大字高場 2 5 2 0 番地 株式会社日立製作所オートモティブシステムグループ
内

(72)発明者 雪田 篤

茨城県ひたちなか市大字高場 2 5 2 0 番地 株式会社日立製作所オートモティブシステムグループ
内

F ターム(参考) 5H007 AA07 BB06 CA01 CB05 DC02 HA03 HA04 HA06

5H115 PA00 PC06 PG04 PI16 PI24 PI29 P006 P017 PU11 PU24

PU28 PU29 PV09 PV23 QI04 QN03 RB22 RB26 UI30 UI40