

(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2010-35347

(P2010-35347A)

(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	ZHVZ 3D038
B60L 9/18 (2006.01)	B60L 9/18	L 5F136
B60L 11/14 (2006.01)	B60L 11/14	5H007
H01L 23/34 (2006.01)	H01L 23/34	A 5H115
B60K 11/02 (2006.01)	B60K 11/02	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 44 頁)

(21) 出願番号 特願2008-195341 (P2008-195341)
 (22) 出願日 平成20年7月29日 (2008.7.29)

(71) 出願人 000005108
 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 中津 欣也
 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 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

最終頁に続く

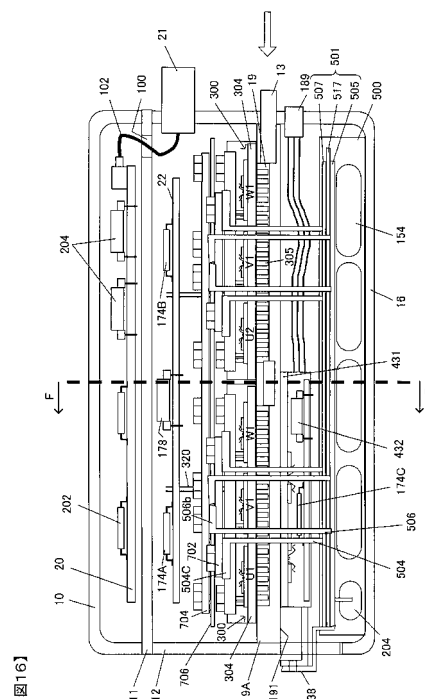
(54) 【発明の名称】 電力変換装置および電動車両

(57) 【要約】

【課題】パワーモジュールやコンデンサや配線基板を冷却しながらも、コンデンサとパワーモジュールを接続する配線のインダクタンスを低減できる電力変換装置の提供。

【解決手段】金属ケースは側壁部を構成する筐体12、上部ケース10および下部ケース16を有し、側壁部内周に設けられた冷却ジャケット19Aと下部ケース16との間に第1領域S1を形成し、金属ベース板11により、冷却ジャケット19Aと上部ケース10との間の領域を下側の第2領域S2と上側の第3領域S3とに分割し、第1および第2のパワーモジュール300を冷却ジャケット19Aの上面410Sに固定し、コンデンサモジュール500を第1領域S1に設け、各パワーモジュール300のインバータ回路144、145をそれぞれ駆動する駆動回路174A、174Bを第2領域S2に設け、ドライバ回路174A、174Bを制御する制御回路172を第3領域S3に設けた。

【選択図】 図16



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

側壁部、上蓋および下蓋を有する金属ケースと、
冷却水路を有し、前記側壁部に設けられて前記下蓋との間に第 1 領域を形成する冷却ジャケットと、

前記側壁部に固定され、前記冷却ジャケットと前記上蓋との間の領域を下側の第 2 領域と上側の第 3 領域とに分割する金属板と、

前記冷却ジャケットの前記第 2 領域側の面に固定され、インバータ回路を内蔵する第 1 および第 2 のパワーモジュールと、

前記第 1 領域に設けられ、複数のコンデンサを有するコンデンサユニットと、

10

前記第 2 領域に設けられ、前記第 1 および第 2 のパワーモジュールのインバータ回路をそれぞれ駆動する第 1 および第 2 の駆動回路が実装された第 1 基板と、

前記第 3 領域に設けられ、前記第 1 および第 2 の駆動回路を制御する制御回路が実装された第 2 基板とを備えた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の前記第 1 領域側の面に固定され、3 相出力型インバータ回路を内蔵する第 3 のパワーモジュールと、

前記第 1 領域に設けられ、前記第 3 のパワーモジュールのインバータ回路を駆動する第 3 の駆動回路が実装された第 3 基板とを備え、

20

前記制御回路は前記第 1、第 2 および第 3 の駆動回路をそれぞれ制御す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、

前記下蓋を前記冷却ジャケットに固着させ、

前記コンデンサユニットを前記下蓋に固定したことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の電力変換装置において、

前記第 1 基板を前記金属板の前記第 2 領域側の面に固定し、前記第 2 基板を前記金属板の前記第 3 領域側の面に固定したことを特徴とする電力変換装置。

30

【請求項 5】

請求項 4 に記載の電力変換装置において、

前記第 1 基板および前記第 2 基板の少なくとも一方と前記金属板との間に、放熱部材を介在させたことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 6】

請求項 4 または 5 に記載の電力変換装置において、

前記第 2 の駆動回路に含まれる電源回路部品および駆動用半導体素子の、前記第 1 基板における実装位置が、前記金属板を介して、前記制御回路に含まれる電源回路部品および演算用半導体素子の前記第 2 基板上における実装位置と対向しないように、各電源回路部品、駆動用半導体素子および演算用半導体素子の実装位置を設定したことを特徴とする電力変換装置。

40

【請求項 7】

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の電力変換装置において、

前記冷却ジャケットに熱的に接触している放熱板を、前記第 1 および第 2 のパワーモジュールと前記第 1 基板との間に配置し、

前記放熱板と前記第 1 基板との間に放熱部材を介在させたことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の電力変換装置において、

前記第 1 領域を囲む前記側壁部の外周面に、前記コンデンサユニットへの電力入力端子

50

と前記第 3 のパワーモジュールの出力端子とを備え、

前記第 2 領域を囲む前記側壁部の外周面に、前記冷却水路の冷却水入口および冷却水出口と、前記第 1 および第 2 のパワーモジュールの出力端子とを備えたことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の電力変換装置において、

前記第 2 基板と前記側壁部に設けられた接続部との間を接続する信号線を備え、

前記信号線が通過する開口と、

前記金属板から側壁部の内周面近傍まで延在し、前記第 3 領域から前記開口に挿入された前記信号線を前記接続部方向へ誘導する誘導部と、を前記金属板に設けたことを特徴とする電力変換装置。

10

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の電力変換装置において、

前記第 2 領域を囲む前記側壁部の外周面に設けられる結合部と、該結合部に保持されるとともに、前記金属板に形成された開口を貫通して前記第 3 領域へ突出するように上方に折れ曲がった複数のリード端子とを有し、装置外部からの電気信号および電源を前記第 2 基板に供給するコネクタと、

前記第 2 基板に設けられ、該第 2 基板が前記金属板に固定されると前記複数のリード端子がそれぞれ挿入されて嵌合する複数の嵌合部と、を備えたことを特徴とする電力変換装置。

20

【請求項 11】

請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の電力変換装置において、

前記基板に固定され、該基板に装置外部から電気信号および電源を供給するコネクタを備え、

前記コネクタは、

一端が前記基板に半田付けされるとともに、前記金属板の開口を貫通して前記第 2 領域に突出したのちに前記側壁部方向に L 字形状に折れ曲がった複数のリード端子と、

前記複数のリード端子の他端を保持するとともに、前記側壁部の外周面に配置される結合部とを備えることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 12】

30

請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載の電力変換装置において、

前記上蓋の外縁部と前記側壁部の上端とに互いに対向するフランジをそれぞれ形成し、

前記上蓋のフランジと前記側壁部のフランジとで前記金属板の外縁を挟持するように、前記一对のフランジを締結することを特徴とする電力変換装置。

【請求項 13】

請求項 1 ~ 12 のいずれか一項に記載の電力変換装置において、

前記上蓋および下蓋と筐体との接合部に液状シール材を配置するとともに、前記接合部から前記第 1 ~ 3 領域に流れ出た前記液状シール材が前記第 1 ~ 3 領域に内蔵された部品に付着するのを阻止する阻止部を設けたことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 14】

40

請求項 1 ~ 13 のいずれか一項に記載の電力変換装置において、

前記金属板および第 2 基板の互いに対向する領域に開口をそれぞれ形成し、

前記第 1 基板に実装された部品の一部を、前記金属板および第 2 基板に形成された前記開口を貫通して前記第 3 領域に突出させたことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 15】

請求項 1 ~ 14 のいずれか一項に記載の電力変換装置と、

前記第 1 のパワーモジュールにより駆動される第 1 のモータジェネレータと、

前記第 2 のパワーモジュールにより駆動される第 2 のモータジェネレータとを備えたことを特徴とする電動車両。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、インバータ回路を内蔵するパワーモジュールを備えた電力変換装置、および、その電力変換装置を備えた電動車両に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の電力変換装置において、2つのパワーモジュールを備え、それらの上部にコンデンサモジュールおよびパワーモジュールの制御基板を積層配置する構造が知られている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

10

【特許文献1】特開2008-29117号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の電力変換装置では、パワーモジュールの上部に実装されるコンデンサ、バスバー及びパワーモジュールの制御基板は各々発熱するため、冷却する構造が必要であった。そのためには、各階層に冷却板を設け、各部品からの発熱をケースに伝え冷却する必要があり、パワーモジュール上方部の高さが増大したり、組立が複雑になったりして、電力変換装置のサイズやコストを上昇させていた。

【課題を解決するための手段】

20

【0005】

本発明に係る電力変換装置は、側壁部、上蓋および下蓋を有する金属ケースと、冷却水路を有し、側壁部内周に設けられて下蓋との間に第1領域を形成する冷却ジャケットと、側壁部に固定され、冷却ジャケットと上蓋との間の領域を下側の第2領域と上側の第3領域とに分割する金属板と、冷却ジャケットの第2領域側の面に固定され、インバータ回路を内蔵する第1および第2のパワーモジュールと、第1領域に設けられ、複数のコンデンサを有するコンデンサユニットと、第2領域に設けられ、第1および第2のパワーモジュールのインバータ回路をそれぞれ駆動する第1および第2の駆動回路が実装された第1基板と、第3領域に設けられ、第1および第2の駆動回路を制御する制御回路が実装された第2基板とを備えたことを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、パワーモジュールやコンデンサや配線基板を冷却しながらも、コンデンサとパワーモジュールを接続する配線のインダクタンスを低減できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

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。ここでは、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。

40

【0008】

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、搭載環境や動作的环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或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、運転モードに応じて車両駆動用電動機の発生する交流電

50

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。

【 0 0 0 9 】

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に対しても適用可能である。例えば、電車や船舶、航空機などの電力変換装置や、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。

【 0 0 1 0 】

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。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 1 1 0 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 1 1 0 の駆動源および H E V 1 1 0 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 1 】

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。

【 0 0 1 2 】

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。

【 0 0 1 3 】

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 との間において電力の授受が可能である。

【 0 0 1 4 】

本実施形態では、H E V 1 1 0 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状況において、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

10

20

30

40

50

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、同様の状況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１２０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。

【００１５】

また、本実施形態では、バッテリー１３６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１９２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１２０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１３６の充電ができる。

10

【００１６】

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があり、バッテリー１３６からインバータ装置４３に供給された直流電力はインバータ装置４３で交流の電力に変換され、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の最大変換電力はインバータ装置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。

20

【００１７】

インバータ装置１４０、１４２および４３とコンデンサモジュール５００とは、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作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２００は、インバータ装置１４０、１４２および４３とコンデンサモジュール５００とを電力変換装置２００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。

30

【００１８】

また、インバータ装置１４０、１４２および４３とコンデンサモジュール５００と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において効果がある。また、コンデンサモジュール５００とインバータ装置１４０、１４２および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。

【００１９】

次に、図２を用いて電力変換装置２００の回路構成について説明する。図１に示したように、電力変換装置２００は、インバータ装置１４０、１４２と、補記用のインバータ装置４３と、コンデンサモジュール５００とを備えている。各インバータ装置１４０、１４２、４３は同様の構成および機能を有している。

40

【００２０】

インバータ装置１４０にはインバータ回路１４４と直流端子３１３とを備えたパワーモジュール３００が、インバータ装置１４２にはインバータ回路１４５と直流端子３１３とを備えたパワーモジュール３００が、インバータ装置４３にはインバータ回路１４６を備えたパワーモジュールがそれぞれ設けられている。後述するように、各パワーモジュールは、インバータ回路とそれに付随する配線や放熱ベース等を備えている。

【００２１】

各インバータ回路１４４、１４５、１４６は、制御部１７０に設けられたドライバ回路

50

174A, 174Bおよび174Cによって駆動制御される。図2では、ドライバ回路174Aとドライバ回路174Bとを合わせてドライバ回路174と表示している。各ドライバ回路174A~174Cは制御回路172により制御される。制御回路172、スイッチング用パワー半導体素子のスイッチングタイミングを制御するためのスイッチング信号を生成する。

【0022】

インバータ回路144は3相ブリッジ回路により構成されており、U相(符号U1で示す)、V相(符号V1で示す)、W相(符号W1で示す)のそれぞれに対して、正極側に接続される正極側半導体スイッチ部と、負極側に接続される負極側半導体スイッチ部とを備えている。正極側半導体スイッチ部と負極側半導体スイッチ部とで上下アーム直列回路構成される。正極側半導体スイッチ部は、スイッチング用パワー半導体素子である上アーム用IGBT328(絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ)とダイオード156とを備えている。負極側半導体スイッチ部は、下アーム用IGBT330とダイオード166とを備えている。

【0023】

各上下アーム直列回路は、直流端子313の直流正極端子314と直流負極端子316との間に、電氣的に並列接続されている。直流正極端子314および直流負極端子316は、2つのパワーモジュール300の並列配置の方向(図示上下方向)に幅広の導電性基材で構成されている。直流端子313は、直流正極端子314および直流負極端子316の間に絶縁紙318(不図示)を挟持した、3層構造の積層配線板を構成している。

【0024】

IGBT328, 330は、ドライバ回路174A(174)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。なお、V相およびW相については、符号328, 330, 156, 166の表示を省略した。インバータ装置142のパワーモジュール300は、インバータ装置140の場合と同様の構成であり、また、インバータ装置43のインバータ回路146はインバータ回路144と同様の構成を有しており、ここでは説明を省略する。

【0025】

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IGBT328, 330を用いて例示している。IGBT328, 330は、コレクタ電極、エミッタ電極(信号用エミッタ電極端子)、ゲート電極(ゲート電極端子)を備えている。IGBT328, 330のコレクタ電極とエミッタ電極との間にはダイオード156, 166が図示するように電氣的に接続されている。ダイオード156, 166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、IGBT328, 330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IGBT328, 330のコレクタ電極に、アノード電極がIGBT328, 330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MOSFET(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156やダイオード166は不要となる。

【0026】

制御回路172は、車両側の制御装置やセンサ(例えば、電流センサ180)などからの入力情報に基づいて、IGBT328, 330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。ドライバ回路174は、制御回路172から出力されたタイミング信号に基づいて、IGBT328, 330をスイッチング動作させるための駆動信号を生成する。

【0027】

制御回路172は、IGBT328, 330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、モータジェネレータ192に対して要求される目標トルク値、上下アーム直列回路

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、入力情報として入力される。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。

【0028】

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する。さらにマイコンは、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。

【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、これをドライブ信号として、対応する下アームの IGBT 330 のゲート電極に出力する。一方、上アームを駆動する場合には、ドライバ回路 174 は、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。

【0030】

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を過温度或いは過電圧から保護する。

【0031】

インバータ装置 140 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。なお、本実施形態の電力変換装置 200 では、インバータ装置 140 の各相に 1 つの上下アーム直列回路を設けたが、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】

各インバータ装置 140, 142 に設けられた直流端子 313 は、共通の積層導体板 700 に接続されている。積層導体板 700 は、パワーモジュール配列方向に幅広な導電性板材から成る正極側導体板 702 と負極側導体板 704 とで絶縁シート 706（不図示）を挟持した、3 層構造の積層配線板を構成している。積層導体板 700 の正極側導体板 7

10

20

30

40

50

02および負極側導体板704は、コンデンサモジュール500に設けられた積層配線板501の正極導体板507および負極導体板505にそれぞれ接続されている。正極導体板507および負極導体板505もパワーモジュール配列方向に幅広な導電性板材から成り、絶縁シート517（不図示）を挟持した3層構造の積層配線板を構成している。

【0033】

コンデンサモジュール500には複数のコンデンサセル514が並列接続されており、コンデンサセル514の正極側が正極導体板507に接続され、負極側が負極導体板505に接続されている。コンデンサモジュール500は、IGBT328, 330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ための平滑回路を構成している。

【0034】

コンデンサモジュール500の積層配線板501は、電力変換装置200の直流コネクタ138に接続された入力積層配線板230に接続されている。入力積層配線板230には、補機用インバータ装置43のインバータ回路146も接続されている。入力積層配線板230と積層配線板501との間には、ノイズフィルタ204が設けられている。ノイズフィルタ204には、筐体12の接地端子と各直流電力ラインとを接続する2つコンデンサを備えていて、コモンモードノイズ対策用のYコンデンサを構成している。

【0035】

19Aは冷却水流路が形成された冷却ジャケットであって、冷却水入口配管13から流入した冷却水は、矢印で示すようにU字形状に流れて往復し、冷却水出口配管14から流出する。インバータ回路144, 145は、冷却水の往復経路上に配置されており、いずれのインバータ回路においても、上アーム側のIGBTおよびダイオードは冷却水路の往路側に配置され、下アーム側のIGBTおよびダイオードは冷却水路の復路側に配置されている。

【0036】

図3～図6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、19は冷却水流路、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、一方のパワーモジュール300にはインバータ回路144が内蔵され、他方のパワーモジュール300にはインバータ回路145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。

【0037】

図3は、本発明の実施形態に係る電力変換装置200の外観斜視図を示す。本実施形態に係る電力変換装置200の外観部品としては、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、前記筐体12の下部開口を塞ぐための下部ケース16とを備えている。筐体12の底面側あるいは上面側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。

【0038】

電力変換装置200の長辺側の外周には、各モータジェネレータ192, 194との接続に用いる2組の交流ターミナルケース17が設けられている。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。

【0039】

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

10

20

30

40

50

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。

10

【0040】

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。

【0041】

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 の上部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 9 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 はそれぞれ冷却ジャケット 19A の開口 400，402 から冷却水流路 19 中に突出している。

20

【0042】

冷却ジャケット 19A の下面にはアルミ鋳造を行いやすくするための開口 404 が形成されており、開口 404 は下カバー 420 で塞がれている。また冷却ジャケット 19A の下面には補機用のインバータ装置 43 が取り付けられている。補機用のインバータ装置 43 は、図 2 に示したようにインバータ回路 146 を構成す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 43 は、内蔵しているパワーモジュールの放熱金属面が冷却ジャケット 19A の下面に対向するようにして、冷却ジャケット 19A の下面に固定されている。また、パワーモジュール 300 と筐体 12 との間には、シールをするためのリング 800 が設けられ、さらに下カバー 420 と筐体 12 との間にもリング 802 が設けられる。本実施形態ではシール材をリングとしているが、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 200 の組立性を向上させることができる。

30

【0043】

さらに冷却ジャケット 19A の下方には、下部ケース 16 が設けられ、下部ケース 16 にはコンデンサモジュール 500 が設けられている。コンデンサモジュール 500 は、その金属製ケースの放熱面が下部ケース 16 の底板内面に接するように、下部ケース 16 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 19A の上面と下面とを利用して、パワーモジュール 300 およびインバータ装置 43 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。

40

【0044】

冷却水入出口配管 13，14 からの冷却水が冷却水流路 19 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 300 が有する放熱面（放熱フィン）が冷却され、2 個のパワーモジュール 300 全体が冷却される。冷却ジャケット 19A の下面に設けられた補機用のインバータ装置 43 も同様に冷却される。

【0045】

さらに冷却ジャケット 19A が設けられている筐体 12 が冷却されることにより、筐体 12 の下部に設けられた下部ケース 16 が冷却される。その結果、コンデンサモジュール 500 の熱が下部ケース 16 および筐体 12 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 500 が冷却される。

50

【 0 0 4 6 】

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 の並列配置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 の正極導体板 5 0 7 と接続される正極側導体板 7 0 2 (図 1 3 参照) と、コンデンサモジュール 5 0 0 の負極導体板 5 0 5 と接続される負極側導体板 7 0 4 (図 1 3 参照) と、導体板 7 0 2 , 7 0 4 間に配置される絶縁シート 7 0 6 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。

10

【 0 0 4 7 】

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 (1 7 4 A , 1 7 4 B) が搭載され、制御回路基板 2 0 には図 2 に示す C P U 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。このように筐体 1 2 の中央部に冷却ジャケット 1 9 A を設け、その一方の側にモータジェネレータ 1 9 2 , 1 9 4 駆動用のパワーモジュール 3 0 0 を配置し、また他方の側に補機用のインバータ装置 (パワーモジュール) 4 3 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 1 9 A を、筐体 1 2 と一体にアルミ鋳造で作ることにより、冷却ジャケット 1 9 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 1 2 と冷却ジャケット 1 9 A とを一体成形構造としたので熱伝導が良くなり、冷却ジャケット 1 9 A から遠い位置にある駆動回路基板 2 2 , 制御回路基板 2 0 およびコンデンサモジュール 5 0 0 に対する冷却効率が向上する。

20

30

【 0 0 4 8 】

駆動回路基板 2 2 には、金属ベース板 1 1 を通り抜けて、制御回路基板 2 0 の回路群との接続を行う基板間コネクタ 2 3 が設けられている。また、制御回路基板 2 0 には外部との電氣的接続を行うコネクタ 2 1 が設けられている。コネクタ 2 1 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 1 3 6 、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 2 0 に送られてくる。図 2 に示す信号線 1 7 6 (図 4 では不図示) が基板間コネクタ 2 3 に結線され、制御回路基板 2 0 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 2 2 に伝達され、駆動回路基板 2 2 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。

40

【 0 0 4 9 】

筐体 1 2 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 1 0 と下部ケース 1 6 を、例えばネジやボルト等の締結部品で筐体 1 2 に固定することにより塞がれる。筐体 1 2 の高さ方向のほぼ中央には、内部に冷却水流路 1 9 が設けられる冷却ジャケット 1 9 A が形成されている。冷却ジャケット 1 9 A の上面開口をパワーモジュール 3 0 0 で覆い、下面開口を下カバー 4 2 0 で覆うことにより、冷却ジャケット 1 9 A の内部に冷却水流路 1 9 が形成される。組み立て途中に冷却水流路 1 9 の水漏れ試験を行う。そして、水漏れ試験に合格した後に、筐体 1 2 の上部と下部の開口から基板やコンデンサモジュール 5 0 0 を取り付ける作業を行うことになる。このように筐体 1 2 の中央に冷却ジャケット 1 9 A を配置し、次に筐体 1 2 の上端部と下端部の開口から必要な

50

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。

【0050】

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。

10

【0051】

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。

20

【0052】

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、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 と開口 402 と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一方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方のパワーモジュール 300 が固定される。図 5 (b) に示す螺子穴 412 は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。また螺子穴 414 は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、145 を金属ベース 304 (図 8 参照) 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。

30

【0053】

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。

40

【0054】

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

50

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有る。

【0055】

図 5 (c) は冷却ジャケット 19A 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。

【0056】

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。

【0057】

筐体 12 は、冷却ジャケット 19A 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。

【0058】

冷却ジャケット 19A の上面開口にパワーモジュール 300 を固定し、さらに裏面開口に下カバー 420 を固定した状態を図 6 に示す。筐体 12 の長方形の一方の長辺側において、筐体 12 の外に交流電力線 186 および交流コネクタ 188 が突出している。

【0059】

図 6 において、筐体 12 の長方形の他方の長辺側内部に貫通孔 406 が形成されており、貫通孔 406 を通してパワーモジュール 300 と接続される積層導体板 700 の一部が見えている。補機用インバータ装置 43 は、直流正極側接続端子部 512 が接続された筐体 12 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 43 の下方 (冷却水流路 19 がある側とは反対側) にコンデンサモジュール 500 が配置される。補機用正極端子 44 と補機用負極端子 45 は、下方向 (コンデンサモジュール 500 が配置された方向) に突出し、コンデンサモジュール 500 側の補機用正極端子 532 と補機用負極端子 534 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 500 から補機用インバータ装置 43 までの配線距離が短くなるので、コンデンサモジュール 500 側の補機用正極端子 532 および補機用負極端子 534 から金属製の筐体 12 を介して制御回路基板 20 に侵入するノイズを低減することができる。

【0060】

また、補機用インバータ装置 43 は冷却水流路 19 とコンデンサモジュール 500 との隙間に配置され、さらに補機用インバータ装置 43 の高さは下カバー 420 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 43 を冷却するとともに電力変換装置 200 の高さの増加を抑えることができる。

【0061】

また図 6 には冷却水入口配管 13 と冷却水出口配管 14 が螺子により固定されている。図 6 の状態で冷却水流路 19 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 43 が取り付けられ、さらにコンデンサモジュール 500 が取り付けられる。

【0062】

図 7 (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 7 (b) は、当該パワーモジュール 300 の上面図である。図 8 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 9 は、パワーモジュール 300 の断面図である。図 10 (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 と、3つの上下アーム直列回路のうちの1つとを示す図である。図 110 (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。

【0063】

10

20

30

40

50

図7(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、314aは直流正極端子接続部、316aは直流負極端子接続部、318は絶縁紙(図8参照)、320U/320L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、をそれぞれ表す。

【0064】

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320U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8参照)とを有している。

【0065】

半導体モジュール部は、絶縁基板334の上に上下アームのIGBT328, 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、さらに薄い絶縁シートであってもよい。

【0066】

図7(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7(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。

【0067】

図8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8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とを電気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。

【0068】

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、ピンホ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。

【0069】

直流正極端子314および直流負極端子316は、絶縁基板334上の回路配線パターン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 3 1 4 k、3 1 6 k と回路配線パターン 3 3 4 k とは、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。

【0070】

パワーモジュール 3 0 0、特に金属ベース 3 0 4 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 3 1 4 k、3 1 6 k と回路配線パターン 3 3 4 k 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 3 0 0 では、図 9 に示すように、直流正極端子 3 1 4 と直流負極端子 3 1 6 が積層されることにより形成される積層平面部 3 1 9 が、絶縁基板 3 3 4 を搭載した側の金属ベース 3 0 4 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 3 1 9 は、前述の膨張および収縮により発生する金属ベース 3 0 4 の反り返りに対応した反り返し動作が可能となる。そのため、積層平面部 3 1 9 に一体に形成された接続端 3 1 4 k、3 1 6 k の剛性は、金属ベース 3 0 4 の反り返しに対して、小さくすることができる。したがって、接続端 3 1 4 k、3 1 6 k と回路配線パターン 3 3 4 k 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

【0071】

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しに対応して反り返し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、反り返し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。

20

【0072】

図 9 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 の他方の面には、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 をビッカース硬度 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 9 (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 の周囲の金属面は、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。

30

【0073】

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フィンであってもよい。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。

40

【0074】

金属ベース 3 0 4 の一方の面（図示上側の面）には、絶縁基板 3 3 4 が固定され、絶縁基板 3 3 4 上には、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、はんだ 3 3 7 により固定される。絶縁基板 3 3 4 の裏面には、すなわち回路配線パターン面とは反対側の面には、回路パターンが形成されていないベタパターン 3 3 4 r が形成されている。この絶縁基板 3 3 4 の裏面のベタパターン 3 3 4 r と、金属ベース 3 0 4 とが、は

50

んだ 3 3 7 で接合されている。

【 0 0 7 5 】

図 1 0 (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 0 (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 7 6 】

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。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 およびダイオード 1 6 6 とを備えている。

【 0 0 7 7 】

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 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、I G B T 3 2 8 とダイオード 1 5 6 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 1 9 2 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 1 9 2 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。

【 0 0 7 8 】

図 1 0 (b) を用いてパワーモジュール 3 0 0 の電流経路を説明する。パワーモジュール 3 0 0 の上アーム回路 1 5 1 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 3 1 4 から接続導体部 3 7 1 U、(2) 接続導体部 3 7 1 U から素子側接続導体部 3 7 2 U を介して上アーム用 I G B T 3 2 8 および上アーム用ダイオード 1 5 6 の一方側電極 (素子側接続導体部 3 7 2 U と接続された側の電極)、(3) 上アーム用 I G B T 3 2 8 および上アーム用ダイオード 1 5 6 の他方側電極からワイヤ 3 3 6 を介して接続導体部 3 7 3 U、(4) 接続導体部 3 7 3 U から結線端子 3 7 0 の接続部 3 7 4 U、3 7 4 D を介して接続導体部 3 7 1 D、のように流れる。なお、前述のように上アームは、I G B T 3 2 8 とダイオード 1 5 6 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 3 7 2 U 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。

【 0 0 7 9 】

パワーモジュール 3 0 0 の下アーム回路 1 5 2 に流れる電流経路を以下に示す。

(1) 接続導体部 3 7 1 D から素子側接続導体部 3 7 2 D を介して下アーム用 I G B T 3 3 0 および下アーム用ダイオード 1 6 6 の一方側電極 (素子側接続導体部 3 7 2 D と接続された側の電極)、(2) 下アーム用 I G B T 3 3 0 および下アーム用ダイオード 1 6 6 の他方側電極からワイヤ 3 3 6 を介して接続導体部 3 7 3 D、(3) 接続導体部 3 7 3 D から不図示の直流負極端子 3 1 6、のように流れる。なお、上アームと同様に下アームは、I G B T 3 3 0 とダイオード 1 6 6 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 3 7 1 D 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。

【 0 0 8 0 】

ここで、上アーム回路の I G B T 3 2 8 (およびダイオード 1 5 6) と不図示の直流正極端子 3 1 4 とを接続するための接続導体部 3 7 1 U は、絶縁基板 3 3 4 の一辺の略中央部付近に配置される。そして、I G B T 3 2 8 (およびダイオード 1 5 6) は、接続導体部 3 7 1 U が配設された絶縁基板 3 3 4 の一辺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 3 7 3 U は、前述の接続導体

10

20

30

40

50

部 3 7 1 U を挟んで、かつ絶縁基板 3 3 4 の一辺側に一列に配置される。

【 0 0 8 1 】

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 3 3 4 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 (3 7 1 U) の両側に、2 つの配線パターン (3 7 3 U) とし、接続端 3 7 1 U、3 7 3 U から端子を実装することで、I G B T 3 2 8 のスイッチング時の過渡的な電流経路は、図 1 0 (b) の矢印 3 5 0 (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 1 0 (b) の矢印 3 5 0 H 方向 (実線) の磁界 3 5 0 H が発生する。この磁界 3 5 0 H によって、絶縁基板 3 3 4 の下方に配置された金属ベース 3 0 4 に、誘導電流、いわゆる渦電流 3 4 0 が誘導される。この渦電流 3 4 0 は、前述の磁界 3 5 0 H を打ち消す方向の磁界 3 4 0 H 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。

10

【 0 0 8 2 】

上述の 2 つの小ループ電流は、絶縁基板 3 3 4 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 1 0 (b) の磁界 3 5 0 H に示すように、パワーモジュール 3 0 0 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。

20

【 0 0 8 3 】

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 I G B T 3 3 0 (およびダイオード 1 6 6) と不図示の直流負極端子 3 1 6 とを接続するための接続導体部 3 7 1 D は、絶縁基板 3 3 4 の一辺の略中央部付近に配置される。そして、I G B T 3 3 0 (およびダイオード 1 6 6) は、接続導体部 3 7 1 D が配設された絶縁基板 3 3 4 の一辺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 3 7 3 D は、前述の接続導体部 3 7 1 D を挟んで、かつ絶縁基板 3 3 4 の一辺側に一列に配置される。

【 0 0 8 4 】

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 3 7 3 U に挟まれた接続導体部 3 7 1 U となり、一方、電流経路の出口は、2 つの接続導体部 3 7 3 U 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。

30

【 0 0 8 5 】

本実施形態のコンデンサモジュール 5 0 0 の詳細構造について、図 1 1 および 1 2 を参照しながら以下説明する。図 1 1 は本実施形態に関するコンデンサモジュール 5 0 0 の外觀構成を示す斜視図である。図 1 2 は、図 1 1 に示すコンデンサモジュール 5 0 0 の内部構造の一部を示す図である。

40

【 0 0 8 6 】

コンデンサケース 5 0 2 内には、複数のコンデンサセル 5 1 4 と積層配線板 5 0 1 とが設けられ、さらに、樹脂などの充填材 5 2 2 が充填されている。図 1 1 では、充填材 5 2 2 に埋め込まれた積層配線板 5 0 1 を二点鎖線で示した。複数のコンデンサセル 5 1 4 はこの積層配線板 5 0 1 の下側に設けられ、それぞれ積層配線板 5 0 1 に並列接続されている。図 1 2 に示すように、コンデンサモジュール 5 0 0 の蓄電部の単位構造体であるコンデンサセル 5 1 4 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 5 1 5 で構成する。巻回した積層体の軸端面がそれぞれ正および負の電極 5 0 8 となり、それらは、スズなど

50

の導電体 508 を吹き付けて製造される。

【0087】

図 12 に示されるように、積層配線板 501 は、薄板状の幅広導体で構成される負極導体板 505 と正極導体板 507 とを絶縁シート 517 を介して積層したものである。このような構成としたことにより、積層配線板 501 の寄生インダクタンスが低減される。なお、負極導体板 505 と正極導体板 507 との間の絶縁層としては絶縁シート 517 に限らず、例えば、負極導体板 505 と正極導体板 507 との間の絶縁層が形成されるように、それらを樹脂や合成ゴム等の絶縁材料でモールドしたものであっても良い。

【0088】

積層配線板 501 の負極導体板 505 および正極導体板 507 には、コンデンサセル 514 の正負の電極 508 と接続するための端子 516、518 が各コンデンサセル 514 に対応して設けられている。なお、負極側の端子 518 は、正極側の端子 516 が接続される電極 508 とは反対側の電極 508 に接続されており、図 12 では図示されていない。端子 516、518 は、半田あるいは溶接により電極 508 に接続されている。

【0089】

また、負極導体板 505 および正極導体板 507 には、その薄板状の幅広導体の端部を上方に屈曲させて形成された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 が複数設けられている。これら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、積層導体板 700 と接続される。また、図 11 に示すように、負極導体板 50 および正極導体板 507 には、バッテリー電力を受電する端子に接続される直流負極側接続端子 510、直流正極側接続端子 512、および、補機用インバータ 43 のパワーモジュールに給電するための補機用正負極端子 532、534 が設けられている。4 対のコンデンサ端子 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。

【0090】

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 には、コンデンサセル 514 の位置決めのための仕切りが設けられる。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が用いられ、上述した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。

【0091】

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（充填材 522）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 514 の電極 508 と端子 516、518 を直接接続するため、コンデンサセル 514 の発熱が負極、正極導体板 505、507 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、コンデンサケース 502 から筐体 12、さらには冷却水流路 19 へ熱が良好に伝わり、放熱性を確保できる。

【0092】

本実施形態では、全てのコンデンサセル 514 を幅広導体板である積層配線板 501 に接続する構成としているので、配線部材の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。

【0093】

図 1 3 (a) は、本実施形態に係る電力変換装置 2 0 0 において、コンデンサモジュール 5 0 0、積層導体板 7 0 0、および 2 つのパワーモジュール 3 0 0 のみを抜き出した斜視図である。図 1 3 (b) は、積層導体板 7 0 0 の分解斜視図である。

【 0 0 9 4 】

図 1 3 (a) に示されるように、2 つのパワーモジュール 3 0 0 は、各々の交流端子 1 5 9 を一側にそろえて、並設される。これら交流端子 1 5 9 と反対側に、2 つのパワーモジュール 3 0 0 とコンデンサモジュール 5 0 0 との電氣的な接続部が設けられている。この 2 つのパワーモジュール 3 0 0 とコンデンサモジュール 5 0 0 との電氣的な接続は、平板上の積層導体板 7 0 0 によって行われる。

【 0 0 9 5 】

下部ケース 1 6 上に固定されたコンデンサケース 5 0 2 内には、多数のコンデンサセル 5 1 4 (不図示) が収納され、コンデンサモジュール 5 0 0 の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、コンデンサケース 5 0 2 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 5 0 4 および負極側コンデンサ端子 5 0 6 の上端部の正極接続部および負極接続部 5 0 4 c , 5 0 6 b は、コンデンサセル 5 1 4 の上面より突き出た位置に配置されている。

【 0 0 9 6 】

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 は、2 つのパワーモジュール 3 0 0 を覆うように配置される。そして、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、コンデンサケース 5 0 2 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 5 0 4 および負極側コンデンサ端子 5 0 6 の上端部の正極接続部 5 0 6 b および負極接続部 5 0 4 c が、電力変換装置 2 0 0 の組み立て時において、積層導体板 7 0 0 に直接に当接してボルトで接続されることとなる。

【 0 0 9 7 】

図 1 3 (b) に示されるように、この積層導体板 7 0 0 は、平板状の正極側導体板 7 0 2 および負極側導体板 7 0 4 と、これら正極側導体板 7 0 2 と負極側導体板 7 0 4 に挟まれる絶縁シート 7 0 6 により構成されている。すなわち積層導体板 7 0 0 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 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。

【 0 0 9 8 】

図 1 3 (a) および図 7 (b) に示すように、複数の上アーム制御端子 3 2 0 U は、パワーモジュール 3 0 0 の A 辺側 (図 7 (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 3 0 0 の A 辺側の中央部付近に一行に上アーム制御端子 3 2 0 U が配置されている。そして、積層導体板 7 0 0 は、この複数の上アーム制御端子 3 2 0 U を貫通するための透孔 7 0 5 を有し、この透孔 7 0 5 の両脇においても、正極側導体板 7 0 2 と負極側導体板 7 0 4 とが積層されている。これらの構成により、負極側導体板 7 0 4 と正極側導体板 7 0 2 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 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。

【 0 0 9 9 】

図 7 (b) に示すパワーモジュール 3 0 0 の A 辺側の中央部付近、すなわち上アーム制御端子 3 2 0 U 付近にボス 3 2 1 を配置する。このボス 3 2 1 に、ドライバ回路 1 7 4 が実装された駆動回路基板 2 2 を固定するとともに、上アーム制御端子 3 2 0 U を駆動回路基板 2 2 に形成された孔に貫通させる。その後、駆動回路基板 2 2 上の端子とアーム制御端子 3 2 0 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 3 2 0 U と駆動回路基板 2 2 上の端子との接合部が、ボス 3 2 1 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。

【 0 1 0 0 】

駆動回路基板 2 2 は積層導体板 7 0 0 の上方に配置される。そこで、図 1 3 (b) に示す

10

20

30

40

50

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。

【0101】

図 13(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 300 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、生産性を向上させることができる。

【0102】

図 7 に示すように、パワーモジュール 300 は、正極側接続部 314a と負極側接続部 316a 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 314a、316a が配置され、その反対側の辺に他の一組の接続部 314a、316a が配置される。積層導体板 700 は、これら二組の接続部 314a、316a の上方にまたがって配置され、さらに各接続部 314a、316a 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 314a、316a 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 314a、316a 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。

【0103】

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。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。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。

【0104】

積層導体板 700 を構成する正極側導体板 702 と負極側導体板 704 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 700 に、パワーモジュール 300 とコンデンサモジュール 500 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ふ。

【0105】

そこで、本実施形態に係るパワーモジュール 300 の正極側接続部 314a、負極側接続部 316a、およびコンデンサモジュール 500 の正極側接続部 504c、負極側接続部 506b 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 700 を用いることができるため、正極側導体板 702 と負極側導体板 704 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。

【0106】

図 14(a) は、図 13 に示すパワーモジュール 300 と積層導体板 700 の接続箇所 380 (図 13(a) 参照) の拡大図を示している。

10

20

30

40

50

【0107】

図14(a)に示されるように、負極側接続部316aおよび正極側接続部314aは、直流正極端子314および直流負極端子316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316aおよび正極側接続部314aに対して、積層した積層導体板700の負極導体板704、正極導体板702をそれぞれ接続する。これにより、IGBT328、330のスイッチング時に瞬時に流れる負極側の電流は、図14(a)に示す電流経路382のようになるため、負極導体板の接続部704aと負極側接続部316a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704の接続部704aの周りに発生する磁束と負極側接続部316a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

【0108】

一方、正極導体板の接続部702aの電流は、図14(a)に示されるような電流経路384を通る。この正極導体板の接続部702aの上方には負極導体板704が配置されているため、正極導体板の接続部702aの電流方向と、負極導体板704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702aの寄生インダクタンスを低減することができる。

【0109】

また、図14(a)に示されるように、絶縁紙318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を負極側接続部316aおよび正極側接続部314aに固定した場合に、絶縁紙318と絶縁シート706は、積層導体板700と正極側接続部314aによって挟まれることがない領域、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314aと負極導体板704との絶縁を確保することができる。

20

【0110】

図14(b)は、積層導体板700の接続箇所390の拡大図(図13(a)参照)を示す。図14(b)に示されるように、コンデンサモジュール500の正極側接続部506bおよび負極側接続部504c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700の正極導体板702および負極導体板704をそれぞれ接続する。これにより、IGBT328、330のスイッチング時に瞬時に流れる負極側の電流は、図14(b)に示す電流経路392のようになるため、負極導体板704の接続部704cとコンデンサモジュール500の負極側接続部504cとの間でUターン電流が形成される。したがって、負極導体板704の接続部704aの周りに発生する磁束と負極側接続部504c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。

30

【0111】

同様に、IGBT328、330のスイッチング時に瞬時に流れる正極側の電流は、図14(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702bとコンデンサモジュール500の正極側接続部506b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702bの周りに発生する磁束と正極側接続部506b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。

40

【0112】

また、図14(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506bおよび負極側接続部504c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506bによって挟まれることがない領域、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506bと負極導体板704との絶縁を確保することができる。

50

【 0 1 1 3 】

図 1 5 は電力変換装置 2 0 0 の概観を模式的に示す図である。長手方向（図示左右方向）の一方の側面には、冷却水入口配管 1 3、冷却水出口配管 1 4、外部との信号送受信を行うコネクタ 2 1、および、補機用インバータ装置 4 3 の交流コネクタ 1 8 9 が設けられている。長手方向他方の側面には、直流コネクタ 1 3 8 が配置されている。また、手前側の側面にはインバータ装置 1 4 0、1 4 2 の交流コネクタ 1 8 8 がそれぞれ配置されている。後述するように、電力変換装置 2 0 0 の筐体 1 2 内は、3 階構成となっており、直流コネクタ 1 3 8 および補機用の交流コネクタ 1 8 9 は 1 階部分の側面に配置され、配管 1 3、1 4、コネクタ 2 1 および一対の交流コネクタ 1 8 8 は 2 階部分の側面に配置されている。

10

【 0 1 1 4 】

図 1 6 および図 1 7 は電力変換装置 2 0 0 の断面を示す図である。図 1 6 は図 1 5 の E - E 断面を示す図であって、冷却水流の往路部分に沿って断面したものである。図 1 7 は図 1 6 の F - F 断面を示す図であり、並列配置された 2 つのパワーモジュール 3 0 0 のほぼ中間位置を、冷却水流方向に対して垂直に断面したものである。図 1 6、1 7 において、筐体 1 2 の中ほどに設けられた冷却ジャケット 1 9 A の下側が 1 階部分であって、冷却ジャケット 1 9 A の部分および冷却ジャケット 1 9 A と金属ベース板 1 1 とで挟まれた部分が 2 階部分である。そして、金属ベース板 1 1 を含み、それよりも上側の上部ケース 1 0 の部分が 3 階部分である。

【 0 1 1 5 】

なお、前述した図 4、5 に示す例では、金属ベース板 1 1 を、筐体 1 2 の内部に設けられたボス 4 1 9 上に載置してボルト固定する構造であったが、図 1 6、1 7 に示す例では、金属ベース板 1 1 を筐体 1 2 の上端と上部ケース 1 0 との間に挟んでボルト固定する構造としている点異なる。

20

【 0 1 1 6 】

1 階部分においては、下部ケース 1 6 に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、前述したように複数のコンデンサセル 5 1 4 と積層配線板 5 0 1 とを備えている。また、積層配線板 5 0 1 の下側には、図 2 に示したフィルタ 2 0 4 が設けられている。積層配線板 5 0 1 の負極導体板 5 0 5 および正極側導体板 5 0 7 に設けられた 4 組のコンデンサ端子 5 0 4、5 0 6 は、積層配線板 5 0 1 から垂直に立ち上がり、冷却ジャケット 1 9 A と筐体 1 2 の側壁との隙間（図 5 の貫通穴 4 0 6）を通過して、2 階部分まで延在している。なお、図 1 6 に示す例では積層配線板 5 0 1 をコンデンサセル 5 1 4 の上方に配置しているが、下方に配置しても良い。

30

【 0 1 1 7 】

また、冷却ジャケット 1 9 A の底面 1 9 1 には、補機用インバータ装置 4 3 を構成するパワーモジュールが固定されている。冷却ジャケット 1 9 A は筐体 1 2 と一体にアルミ鋳造で形成されているので、冷却水が流れることにより冷却ジャケット 1 9 A 全体が冷却されている。そのため、冷却ジャケット 1 9 A の底面 1 9 1 も冷却面として利用することができる。パワーモジュールは、インバータ用の半導体素子（IGBT、ダイオード）が搭載された放熱用の金属ベース 4 3 1 を上側にし、その金属ベース 4 3 1 が冷却ジャケット 1 9 A の底面 1 9 1 に密着するように固定される。インバータ装置 4 3 のドライバ回路 1 7 4 C やドライブ電源 4 3 2 が搭載されている駆動回路基板 4 3 3 は、スイッチング半導体素子の下側に設けられている。

40

【 0 1 1 8 】

インバータ装置 1 4 0、1 4 2 の各パワーモジュール 3 0 0 は、冷却ジャケット 1 9 A の上面側、すなわち、筐体 1 2 の 2 階部分に配置されている。各パワーモジュール 3 0 0 は、冷却水の水流方向、すなわち、図 1 6 の左右方向に並んで配置されている。図示左側がインバータ装置 1 4 0 のパワーモジュール 3 0 0 で、右側がインバータ装置 1 4 2 のパワーモジュール 3 0 0 である。各パワーモジュール 3 0 0 に設けられた金属ベース 3 0 4 は冷却ジャケット 1 9 A の上面側に固定され、金属ベース 3 0 4 の底面に形成された複数

50

のフィン（ピンフィン）３０５は冷却水流路１９内に突出している。各金属ベース３０４上には、図２の縦方向に並んだ上アーム側のＵ，Ｖ，Ｗ相の素子が、図示左右方向に絶縁基板３３４を介して搭載されている。

【０１１９】

筐体１２の断面における上下方向の中央部には筐体１２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１９Ａが設けられ、冷却ジャケット１９Ａの上面側に形成された開口にパワーモジュール３００が設置されている。図示左側が冷却水の往路１９ａであり、右側が水路の折り返し側の復路１９ｂである。往路１９ａおよび復路１９ｂ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３００の放熱のための金属ベース３０４により往路１９ａおよび復路１９ｂの両方に跨るように塞がれ、金属ベース３０４に設けられた放熱用フィン３０５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１９の下面側には補機用のインバータ装置４３が固定されている。

10

【０１２０】

略中央が屈曲した板状の交流電力線１８６は、その一端がパワーモジュール３００の交流端子１５９と接続され、その他端が、電力変換装置２００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５０４および負極側コンデンサ端子５０６は、貫通孔４０６を介して、正極側導体板７０２および負極側導体板７０４にそれぞれ電気的および機械的に接続される。筐体１２に設けた冷却水流路１９内の冷却水の流れ方向と略垂直の方向に、交流コネクタ１８８と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２００の小型化に繋がっている。積層導体板７００の正極側導体板７０２、負極側導体板７０４、および交流側電力線１８６がパワーモジュール３００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。

20

【０１２１】

さらに貫通孔４０６は冷却水流路１９とは筐体１２内部の枠体で隔絶しており、かつ正極側導体板７０２および負極側導体板７０４と正極側コンデンサ端子５０６および負極側コンデンサ端子５０４との接続部が貫通孔４０６内に存在するため、信頼性が向上する。

【０１２２】

図１７において、矢印を付したラインは電力の流れを示したものである。電力変換装置２００に入力された直流電力は、コンデンサモジュール５００、コンデンサ端子５０４，５０６および積層導体板７００を介して２階部分に設けられた各パワーモジュール３００に入力される。直流電力はパワーモジュール３００で交流電力に変換され、交流コネクタ１８８から出力される。

30

【０１２３】

このように、冷却ジャケット１９Ａの側方を通るようにコンデンサ端子５０４，５０６を設けて、コンデンサモジュール５００と積層導体板７００とを接続するようにしたので、冷却ジャケット１９を囲むような電力配線を形成でき電力ラインが最短となるような配線構成とすることができる。また、電力配線に積層構造を採用した。その結果、すれ委鮭と１９Ａを挟むような位置にコンデンサモジュール５００とパワーモジュール３００を配置した場合でも、インピーダンスを小さくすることができる。さらに冷却ジャケット１９Ａの近くにコンデンサモジュール５００を配置しているので、コンデンサモジュール５００の冷却効率が向上する。

40

【０１２４】

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３００を冷却ジャケット１９Ａの一方の面に固定し、パワーモジュール３００のフィン３０５を冷却水流路１９内に突出させて、パワーモジュール３００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４３を冷却ジャケット１９Ａ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５００を筐体１２および下部ケース１６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

50

ると共に、電力変換装置 200 をより小型化することができる。

【0125】

さらに補機用インバータ装置 43 を、冷却ジャケット 19A のコンデンサモジュール 500 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 43 の平滑用コンデンサとしてコンデンサモジュール 500 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。

【0126】

パワーモジュール 300 の上方には、ドライバ回路 174 を実装した駆動回路基板 22 が配置され、さらに駆動回路基板 22 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 11 を隔てて制御回路基板 20 が配置されている。駆動回路基板 22 は、
10
パワーモジュールケース 302 に形成された基板固定部 302a に固定されている。また、制御回路基板 20 は金属ベース板 11 に設けられた支柱 810 にビス固定されている。制御回路基板 20 で発生した熱は、支柱 810 を介して金属ベース板 11 へ伝達される。制御回路基板 20 には制御回路 172 を構成する CPU 212 や制御電源 214 等が搭載されている。金属ベース板 11 には開口部 100 が形成されており、制御回路基板 20 の信号端子からの信号ケーブル 102 は、この開口部 100 を通って 2 階部分の筐体側壁に設けられたコネクタ 21 に接続されている。上部ケース 10 を筐体 12 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 200 が構成される。

【0127】

上述のように、制御回路基板 20 とパワーモジュール 300 との間に駆動回路基板 22
20
を配置しているので、制御回路基板 20 からインバータ回路の動作タイミングが駆動回路基板 22 に伝えられ、それに基づいて駆動回路基板 22 でゲート信号が作られ、パワーモジュール 300 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 20 や駆動回路基板 22 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 200 の小型化に繋がる。また、駆動回路基板 22 は、制御回路基板 20 に対して、パワーモジュール 300 やコンデンサモジュール 500 よりも近い距離に配置される。そのため駆動回路基板 22 から駆動回路基板 20 までの配線距離は、他の部品（パワーモジュール 300 等）と制御回路基板 20 との配線距離よりも短くなる。よって直流正極側
30
接続端子部 512 から伝わる電磁ノイズや IGBT 328、330 のスイッチング動作による電磁ノイズが、駆動回路基板 22 から制御回路基板 20 までの配線に侵入することを抑えることができる。

【0128】

冷却ジャケット 19A の一方の面にパワーモジュール 300 を固定し、他方の面に補機用インバータ装置 43 を固定することで、冷却水流路 19 を流れる冷却水でパワーモジュール 300 と補機用インバータ装置 43 を同時に冷却する。この場合、パワーモジュール 300 は放熱のためのフィンが冷却水流路 19 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 19 を流れる冷却水で筐体 12 を冷却するとともに、筐体 12 に固定した下部ケース 16 および金属ベース板 11 を冷却する。下部ケース 16 にはコンデンサモジュール 500 の金属ケースが固定されるので、下部ケース 16 と筐体 12 を介してコンデンサモジュール 500 が冷却水で冷却される。さらに金属ベース板 11 を介して制御回路基板 20 や駆動回路基板 22 を冷却する。下部ケース 16 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 500 からの発熱を受け、筐体 12 に熱を伝導し、伝熱された熱は冷却水流路 19 の冷却水に放熱される。また、冷却ジャケット 19A 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 19A を設け、冷却ジャケット 19A 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
40
50

能となる。

【0129】

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。

【0130】

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19A）、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。

10

【0131】

図18は、上述した実施形態の変形例を示す図であり、図2と同様の回路ブロック図である。図18では、パワーモジュール300におけるインバータ回路144、145の配置が図2に示す場合と異なっている。図2に示した例では、インバータ回路144、145の上アーム側の半導体スイッチ部（IGBT328、ダイオード156）が往路側の冷却水流路19上に配置され、下アーム側の半導体スイッチ部（IGBT330、ダイオード166）が復路側の冷却水流路19上に配置されるようにした。一方、図18に示す例では、インバータ回路144、145内における各半導体スイッチ部の配置を、図2に示す配置に対して90度回転している。

20

【0132】

図19は、筐体12内にインバータ装置140、142を配置した場合を示す。走行駆動に用いられるモータジェネレータ192、194を駆動制御するインバータ装置140、142は、補機用のインバータ装置43に比べて発熱が大きいので、冷却水ジャケット19Aが設けられた筐体12内に配置している。一方、発熱が比較的少ない補機用インバータ装置43は、図示していないが筐体12の外部に配置するようにした。なお、この場合にいても、図2に示したように、上アーム側半導体スイッチ部（IGBT328、ダイオード156）を冷却水流路19の往路側に配置し、下アーム側半導体スイッチ部（IGBT330、ダイオード166）を復路側に配置するようにしても良い。

30

【0133】

図20は、図18に示した構成において積層配線板の形態を変えた変形例を示す。図21は変形例における電力変換装置200の断面図であり、図17の場合と同様の方向から見た断面を示したものである。なお、この変形例は、図2に示す構成にも同様に適用することができる。図18では、コンデンサモジュール500の積層配線板501に積層導体板700を接続し、その積層導体板700にパワーモジュール300内蔵の直流端子313を接続するような構成としている。一方、図20に示す例では、積層導体板700を2つの積層導体板710に分割し、分割された各積層配線板710の一部を各パワーモジュール300に内蔵する構成とした。

40

【0134】

積層導体板710は絶縁シート713を挟んで正極導体板711と負極導体板712とが設けられており、積層導体板710とコンデンサ端子504、506との接続構造は、積層導体板700の場合と同様である。コンデンサ端子504、506に対してほぼ直角に固定された積層導体板710は、上アームと下アームとの中間位置で直角に折れ曲がってパワーモジュール300内に導入され、パワーモジュール300の回路配線パターン334k（図9参照）に接続される。パワーモジュール300の各上下アーム直列回路は、

50

正極導体板 7 1 1 と負極導体板 7 1 2 との間にそれぞれ並列接続されている。

【 0 1 3 5 】

図 1 8 に示した例の場合、図 1 7 に示すように積層導体板 7 0 0 を、パワーモジュール 3 0 0 に内蔵されている配線部材（直流正極端子接続部 3 1 4 a、直流負極端子接続部 3 1 6 a）にボルト等で接続する必要がある。一方、図 2 1 に示す例の場合、積層導体板 7 0 0 の正極導体板 7 1 1 および負極導体板 7 1 2 を、パワーモジュール 3 0 0 の端子に接触するように直接接続しているので、部品点数の削減が行えると共に、組み立て作業の効率化を図ることができる。図 2 0 に示す変形例においても、F - F 断面に関して積層配線板 5 0 1 および積層導体板 7 1 0 を対称に構成しているので、並列配置された 2 つのパワーモジュール 3 0 0 に関して等インピーダンス化を図ることができる。

10

【 0 1 3 6 】

図 2 2 に示す変形例は、図 1 8 に示す構成に、平滑コンデンサであるコンデンサモジュール 5 0 0 のエネルギーを放電するための放電回路 5 5 0 を付加した。放電回路 5 5 0 は補機用インバータ装置 4 3 内に設けられ、直流ライン 4 3 2 の正極部と負極部との間に接続されている。放電回路 5 5 0 には、直列接続された放電抵抗 5 5 1 とスイッチング素子 5 5 2 とが設けられている。放電抵抗 5 5 1 には環流用のダイオード 5 5 3 が並列接続されている。スイッチング素子 5 5 2 およびダイオード 5 5 3 はパワーモジュールに内蔵されており、例えば、放熱ベース 4 3 1 上に実装されている。一方、放電抵抗 5 5 1 はインバータ装置 4 3 のパワーモジュールの外側に設けられており、冷却水ジャケット 1 9 A の底面 1 9 1（例えば、冷却ジャケット 1 9 A の底面に形成された開口 4 0 4 を塞いでいるカバー 4 2 0）に固定されている。スイッチング素子 5 5 2 のオンオフはインバータ装置 4 3 のドライバ回路 1 7 4 C によって駆動制御される。なお、内蔵可能であれば、放電抵抗 5 5 1 をインバータ装置 4 3 内に設けても構わない。

20

【 0 1 3 7 】

通常（非放電時）は、スイッチング素子 5 5 2 はオフ状態とされている。車両のイグニッションがオフされ、コンデンサモジュール 5 0 0 に蓄積された電荷を放電する場合には、スイッチング素子 5 5 2 をオンする。スイッチング素子 5 5 2 のオン動作により放電抵抗 5 5 1 に電流が流れ、コンデンサモジュール 5 0 0 が放電される。コンデンサモジュール 5 0 0 に蓄えられたエネルギーは、放電抵抗 5 5 1 によって熱エネルギーに変換され、発生した熱は冷却水ジャケット 1 9 A へ放熱される。すなわち、パワーモジュール用の冷却装置（冷却水ジャケット 1 9 A）を、放電抵抗 5 5 1 の冷却装置として兼用することで、放電抵抗 5 5 1 専用の冷却装置を設ける必要がなく、小型化を図ることができる。また、補機用インバータ装置 4 3 の配線 4 3 2 を利用しているため、放電のための配線を省略できる。なお、上述した例では放電抵抗 5 5 1 を冷却ジャケット 1 9 A の底面に固定したが、放電抵抗 5 5 1 をインバータ装置 4 3 のパワーモジュール内に設けても構わない。また、この放電回路 5 5 0 は、図 2 , 1 8 ~ 2 0 に示す構成にも適用することができる。

30

【 0 1 3 8 】

図 2 3 は、洩れ電流対策のための変形例を示す図である。図 2 3 に示す電力変換装置では、補機（モータ 1 9 5）用の交流コネクタ 1 8 9 は、主機（モータジェネレータ 1 9 2 , 1 9 4）用の交流コネクタ 1 8 8 から離れた位置の 1 階部分に設けられている。実線で示す矢印ラインは主機の洩れ電流のルートを示し、破線で示す矢印ラインは補機の洩れ電流のルートを示す。

40

【 0 1 3 9 】

図 2 3 では、直流電力の入力ターミナルである直流コネクタ 1 3 8 とコンデンサモジュール 5 0 0 の積層配線板 5 0 1 とを接続する直流ラインに対して、直流コネクタ 1 3 8 側からインバータ装置 4 3 のパワーモジュール、ノイズフィルタ 2 0 4 の順に接続するような構成としている。各接続点の位置をこのように配置することにより、主機の洩れ電流のルートと、補機の洩れ電流のルートとを分離することができる。主機からの洩れ電流は、実線の矢印ラインで示すように筐体 1 2 のノイズフィルタ 2 0 4 が接続されている点から、ノイズフィルタ 2 0 4 を通過して積層配線板 5 0 1 へ流れる。一方、補機からの洩れ電

50

流は、破線の矢印ラインで示すように筐体 12 からノイズフィルタ 204 および入力積層配線板 230 を通過してインバータ装置 43 のパワーモジュールへと流れ込む。

【0140】

走行駆動用に用いられるモータジェネレータ 192, 194 で発生するノイズは、補機用モータ 195 に比べると大きい。そのため、モータジェネレータ 192, 194 で発生したノイズが、補機用インバータ回路 1446 の入力に重畳されないようにすることが重要となる。その点、図 23 の構成では、ノイズフィルタ 204 を積層配線板 501 の接続点とインバータ 43 の入力ラインの接続点との間に設けたので、主機の漏れ電流ルートと補機の漏れ電流ルートが分離され、モータジェネレータ 192, 194 のノイズの影響を防止することができる。その結果、ノイズ低減を図ることができる。

10

【0141】

なお、図 2、18, 19, 20, 22 において、符号 F を付した破線は、図 16 における F - F 断面と同様の断面の位置を示したものである。また、図 23 では、図示の都合上、積層配線板 501 を積層導電体 700 に対して図示上方にずらして記載しているが、図 2 の場合と同様に、積層配線板 501, 積層導電体 700 および直流端子 313 は F - F 断面に関して対称に配置されている。

【0142】

(3 階構成に関する説明)

図 16, 17 で説明したように、本実施の形態では、電力変換装置 200 のケーシング内を 3 階構成としている。電力変換装置 200 は種々の部品の集合体であるが、制御回路 172 (CPU 212) は発熱量は小さいがノイズに弱く、パワーモジュール 300 はノイズおよび熱の発生が多く、コンデンサモジュール 500 からパワーモジュール 300 までの配線部材は放射ノイズが大きいという問題があった。また、パワーモジュール 300 は締結用のビスの本数が多くて組み立て性が悪いという課題もあった。

20

【0143】

そこで、本実施の形態では、金属ベース板 11 を設けてパワーモジュール 300 の上方領域を第 2 領域 S1 と第 3 領域 S2 とに分割し、ノイズを大量に発生するパワーモジュール 300 や配線部材 (積層導電体板 700 や積層配線板 501) は、金属ベース板 11 より下側の第 2 領域 S2 または第 1 領域 S1 に配置し、ノイズに弱い制御回路 172 が実装されている制御回路基板 22 は、第 3 領域 S3 に配置した。図 16, 17 に示す例では、制御回路基板 22 を金属ベース板 11 に固定している。その結果、パワーモジュール 300 や配線部材からのノイズは金属ベース板 11 で遮蔽され、制御回路 172 へのノイズの影響を低減することができる。また、ドライバ回路 174 はノイズに比較的強いので、駆動回路基板 22 は第 2 領域に配置されている。

30

【0144】

コンデンサモジュール 500 は、1 階部分の第 1 領域 S1 (冷却ジャケット 19 と下部ケース 16 との間の領域) に配置した。コンデンサモジュール 500 は下部ケース 16 に固定されており、前述したように、コンデンサモジュール 500 で発生した熱を、下部ケース 16 を介して冷却ジャケット 19A へ伝達するようにした。また、発熱密度の高いパワーモジュール 300 を冷却ジャケット 19A に固定することで、パワーモジュール 300 を効果的に行うことができる。

40

【0145】

図 16, 17 に示すように、コンデンサ端子 504, 506 と積層導電体板 700 との接続、積層導電体板 700 と直流端子 313 との接続は、ボルト等で締結されるため、コンデンサモジュール 500 を 1 階領域に配設することで、締結作業が行いやすくなる。例えば、コンデンサモジュール 500 をパワーモジュール 300 の上部に配置するような積層構造とした場合には、パワーモジュール 300 が邪魔になって締結作業がし難くなる。

【0146】

このように、電力変換装置 200 のケーシングの構造を 3 階構造とし、上述したように制御回路 172, パワーモジュール 300 およびコンデンサモジュール 500 を各階に配

50

置することにより、熱的な問題とノイズの問題の両方を解決することができる。

【0147】

また、補機用のパワーモジュール43を冷却ジャケット19Aの底面191に固定することで、パワーモジュール43を効果的に冷却することができる。冷却ジャケット19Aは、冷却水流路19が形成された上面だけではなく、底面191も冷却面として利用することができる。3階構成としたことで底面191の側に第1領域S1が形成され、パワーモジュール43を底面191に固定することが可能となった。その結果、冷却ジャケット19Aの上下の面を冷却面として利用することができ、冷却ジャケット19Aが小型化でき、装置の小型化を図ることができる。

【0148】

図24は、制御回路基板20および駆動回路基板22の取り付け構造の変形例を示す図である。制御回路基板20は、図16, 17に示した場合と同様に、金属ベース板11に設けられた支柱810にビス固定されている。一方、駆動回路基板22は、金属ベース板11の下面側に設けられた支柱811にビス固定されている。基板20, 22と金属ベース板11の間には、放熱部材812が挟持されるように設けられている。なお、ここでは、基板20の上下の両方に放熱部材812を設けているが、もちろんどちらか一方だけに設けるようにしても構わない。図14に示す例では、CPU212, 制御電源(電源トランス)204, 178, ドライバ回路174, 174B等の発熱部品が配置されている領域に、放熱部材812が設けられている。もちろん、基板面全体に広がるように放熱部材812を配置しても良い。放熱部材812には、放熱シートやゲルや樹脂等が用いられる。基板20, 22で発生した熱は、矢印ラインで示すように、放熱部材812を介して金属ベース板11に伝達され、その後、筐体12, 冷却ジャケット19Aを通して最終的には冷却水へと放熱される。このように、基板20, 22と金属ベース板11との間に放熱部材812を設けることにより、基板20, 22から金属ベース板11への熱伝達効率を向上させることができる。

【0149】

なお、熱伝達性能を向上させるためには、放熱部品(CPU212, 制御電源204, 178, ドライバ回路174, 174B)を、図25に示すような配置で基板20, 22上に実装するのが好ましい。図25は上部ケース10側から見た、CPU212, 制御電源204, 178, ドライバ回路174, 174Bの実装位置を示したものである。図25に示すように、制御回路基板20上の発熱部品(CPU212, 制御電源204)と駆動回路基板22上の発熱部品(制御電源178, ドライバ回路174, 174B)とが、上下方向に重ならないような位置にそれぞれの部品と配置する。

【0150】

基板20, 22に実装されている発熱部品の位置が上下方向に重なっていると、その部分が局所的に温度上昇しやすく、金属ベース板11に対する実質的な熱伝達面積も狭くなる。一方、図25のように発熱部品を上下に重ならないように配置すると、発熱部品の位置が金属ベース板11全体に分散され、金属ベース板11に対する実質的な熱伝達面積が大きくなり放熱性能が向上する。

【0151】

図26は、金属ベース板11の固定方法に関する変形例を示す図である。図24に示す例では、上部ケース10と筐体12の縁部分を突き合わせるように対向させ、その間に金属ベース板11を挟んで、ボルト等により上部ケース10と筐体12とを締結するようにした。そのため、金属ベース板11と筐体12との接触面積を大きく取れないという欠点がある。一方、図26に示す変形例では、上部ケース10と筐体12との両方にフランジ部10F, 12Fを形成し、それらのフランジ部10F, 12F間に金属ベース板11の縁部分を挟み、ボルト814で締結するようにした。図27は、電力変換装置200のケーシングを上方から見た図である。

【0152】

このような共締め構造とすることにより、金属ベース板11と筐体12との接触面積が

10

20

30

40

50

大きくなり、金属ベース板 1 1 から筐体 1 2 への熱伝達性能が向上する。また、組み立て作業性も向上する。特に、図 5 に示したような筐体 1 2 内のボス 4 1 9 にボルト固定する構造と比べた場合、接触圧が高まり熱伝達性能も良く、共締め構造なのでボルト本数を削減することができる。

【 0 1 5 3 】

図 2 8 , 2 9 は駆動回路基板 2 2 の放熱構造に関する他の例を示す図であり、それぞれ、図 1 6 , 1 7 と同様の断面を示したものである。ここでは、駆動回路基板 2 2 は、パワーモジュールケース 3 0 2 に固定されている。駆動回路基板 2 2 の下側には、金属製の放熱板 8 1 8 が 2 つのパワーモジュール 3 0 0 上に架け渡されるように設けられている。放熱板 8 1 8 は、冷却ジャケット 1 9 A に設けられた支持壁 8 1 6 上に固定されている。支持壁 8 1 6 は冷却ジャケット 1 9 A に一体に形成されていても、また、別体に形成されていても良い。放熱板 8 1 8 と駆動回路基板 2 2 との間には、放熱部材 8 1 2 が挟持されるように設けられている。

10

【 0 1 5 4 】

駆動回路基板 2 2 で発生した熱は、矢印ラインのように放熱部材 8 1 2 , 放熱板 8 1 8 , 支持壁 8 1 6 と冷却ジャケット 1 9 A と伝達され、最終的には冷却水へと放熱される。図 2 8 , 2 9 に示す構造の場合、図 2 6 に示した場合と比べて冷却ジャケット 1 9 A までの伝達経路の距離が短くなり、放熱性能の向上を図ることができる。

【 0 1 5 5 】

図 3 0 , 3 1 は、コネクタ 2 1 の取り付け構造の変形例を示す図である。図 3 0 に示す第 1 の変形例では、装置外部から電気信号および電源を供給するコネクタ 2 1 は、2 階部分の筐体外周面にボルト 8 2 4 によって固定されている。コネクタ 2 1 にはリード端子 2 1 a が複数設けられている。各リード端子 2 1 a は L 字形状に折れ曲がっていて、その垂直部分は金属ベース板 1 1 に設けられた開口 1 1 b を通って 3 階部分の第 3 領域 S 3 に突出している。また、制御回路基板 2 0 と駆動回路基板 2 2 との間に設けられる信号ケーブル 8 2 0 は、金属ベース板 1 1 の開口 1 1 a を介して接続される。

20

【 0 1 5 6 】

装置を組み立てる際には、コネクタ 2 1 は予め筐体 1 2 に固定され、その後、制御回路基板 2 0 が固定された金属ベース板 1 1 を筐体 1 2 上に載置すると、リード端子 2 1 a が制御回路基板 2 0 に設けられたソケット 8 2 2 の各嵌合部に挿入され、電氣的に接続されることになる。そのため、筐体 1 2 に設けられたコネクタ 2 1 と制御回路基板 2 0 との接続を簡単に行うことができ、作業性が向上する。

30

【 0 1 5 7 】

図 3 0 に示した第 1 の変形例では、コネクタ 2 1 は筐体 1 2 側に予め固定されていたが、図 3 1 に示す第 2 の変形例では制御回路基板 2 0 側に予め固定されている。コネクタ 2 1 のリード端子 2 1 a は図 3 0 の場合と同様に L 字形状に折れ曲がっている。コネクタ 2 1 のリード端子 2 1 a は、その垂直部分が制御回路基板 2 0 の裏面側から基板端子部分を貫通し、半田付けされている。そして、コネクタ 2 1 が半田付けされた制御回路基板 2 0 を、金属ベース板 1 1 の支柱 8 1 0 にビス止めする。その際、金属ベース板 1 1 に設けられた開口 1 1 b を通して、コネクタ 2 1 のソケット部分を金属ベース板 1 の下側に配置させる。第 2 の変形例の場合には、コネクタ 2 1 を制御回路基板 2 0 側に予め半田付けするようにしているので、コネクタ 2 1 の制御回路基板 2 0 への組み付け作業が容易となる。

40

【 0 1 5 8 】

図 3 2 は、信号線 8 3 0 の接続を容易にする誘導板 1 1 d を説明する図である。パワーモジュール 3 0 0 の出力端子である交流コネクタ 1 8 8 は、筐体 1 2 の 2 階部分から外部に突出している。筐体 1 2 には、交流コネクタ 1 8 8 を囲むように電流センサ 1 8 0 が設けられている。電流センサ 1 8 0 のコネクタ 1 8 0 C には信号ケーブル 8 3 0 が接続され、電流センサ 1 8 0 からの電気信号は、信号ケーブル 8 3 0 により 3 階部分の第 3 空間 S 3 に設けられた制御回路基板 2 0 に伝達される。金属ベース板 1 1 には信号ケーブル 8 3 0 を通すための開口 1 1 e が設けられており、金属ベース板 1 1 の下面の開口 1 1 e の近

50

傍には誘導板 11d が形成されている。一方、筐体 12 の電流センサ近傍には、開口 834 が形成されている。

【0159】

誘導板 11d は金属ベース板下面から斜め下方に延びて、開口 834 の下側の筐体内周面近くまで達している。そのため、信号ケーブル 830 の先端を上方から金属ベース板 11 の開口 11e に差し込むと、その先端は、誘導板 11d に当接して右下側に導かれ、筐体側壁の開口 834 から電流センサ側に容易にとり出すことができる。そのため、信号ケーブル 830 の接続作業が容易となる。なお、ここでは電流センサ 180 の信号ケーブルを例に説明したが、コネクタ 21 の信号ケーブル 102 (図 16 参照) を筐体側壁側から制御回路基板 20 が設けられた第 3 領域に引き出す場合にも、同様の誘導板を設けることで、ケーブル 832 の接続を容易に行うことができる。

10

【0160】

図 33 は、金属ベース板 11 および上部ケース 10 を筐体 12 に固定したときの、液状シール材の拡がりを防止する構造を説明する図である。電力変化装置 200 を車両に搭載する場合には、例えば、エンジンルーム等の環境条件悪い雰囲気には搭載される。そのため、ケーシング内の部品を周囲環境から保護するために、上部ケース 10 や下部ケース 16 と筐体 12 との接合部には、密封のための液状シール材 838 が施される。

【0161】

例えば、金属ベース板 11 および上部ケース 10 を筐体 12 に固定する場合には、筐体 12 の上端および金属ベース板の上面のシール部に、液状シール部材 838 がディスペンサ等を用いて塗布される。その後、筐体 12 に金属ベース板 11 および上部ケース 10 が順に重ねられ、ボルト等によって締結される。その締結の際に、余分な液状シール材 838 がケース内周側および外周側にはみ出す場合が多い。金属ベース板 11 上面の液状シール材 838 が内側にはみ出して制御回路基板 20 や実装部品に付着すると、故障等の不都合が生じるおそれがある。

20

【0162】

そこで、図 33 に示す例では、金属ベース板 11 のシール部の内周側に防御壁 836 を設けた。内周側にはみ出した液状シール部材 838 は、防御壁 836 により基板側への移動が阻止される。その結果、液状シール材 838 が制御回路基板 20 に付着するのを防止することができる。

30

【0163】

図 34 は、第 2 領域 S2 に液状シール材用の防御壁 840 を設けた場合の図である。防御壁 840 の上端には、凹部 842 が形成されている。筐体 12 の内周面にはみ出した液状シール材 838 はこの凹部 842 に溜まり、防御壁 840 の内側に配設されたパワーモジュール 300 や駆動回路基板 22 への液状シール材 838 の付着を防止することができる。なお、防御壁 836, 840 は全周に亘って設けるのが好ましいが、液状シール材 838 の付着を嫌う部品がある領域のみに設けても構わない。

【0164】

なお、ここでは、上部ケース 10 と筐体 12 との接合部における液状シール材 838 のはみ出しについて説明したが、下部ケース 16 と筐体 12 との接合部においても同様の防御壁を設けて、はみ出した液状シール材 838 の内蔵部品への影響を防止することができる。

40

【0165】

ところで、駆動回路基板 22 に背の高い部品を実装しなければならない場合、その部品の高さに合わせて駆動回路基板 22 と金属ベース板 11 と距離を設定すると、ケーシング全体の高さまで大きくなり、装置全体が大型化してしまう。そのような場合には、図 35 に示すような構造とすることで、装置高さを極力低くすることが可能となる。図 35 の場合、駆動回路基板 22 上に背の高い電源トランス 850 が実装されている。ここでは、電源トランス 850 を駆動回路基板 22 の中央に配置し、電源トランス 850 の左側に、左側のパワーモジュール 30 を駆動するドライバ回路 174A を実装し、電源トランス 85

50

0の右側に、右側のパワーモジュール30を駆動するドライバ回路174Bを実装した。金属ベース板11および制御回路基板20には開口852, 854がそれぞれ形成されており、電源トランス850は開口852, 854を貫通して3階側の第3領域に突出している。このような構成とすることで、ケース高さ寸法を、図16に示す場合とほぼ同程度に抑えることができる。なお、図35に示す例では、背の高い電源トランス850を駆動回路基板22の中央に配したが、中央でなくても構わない。

【0166】

以上説明した本実施の形態においては、以下のような作用効果を奏する。

(1) 図16, 17に示すように、金属ケースは側壁部を構成する筐体12、上部ケース10および下部ケース16を有し、側壁部内周に設けられた冷却ジャケット19Aと下部ケース16との間に第1領域S1を形成し、金属ベース板11により、冷却ジャケット19Aと上部ケース10との間の領域を下側の第2領域S2と上側の第3領域S3とに分割し、第1および第2のパワーモジュール300を冷却ジャケット19Aの上面410Sに固定し、コンデンサモジュール500を第1領域S1に設け、各パワーモジュール300のインバータ回路144, 145をそれぞれ駆動する駆動回路174A, 174Bを第2領域S2に設け、ドライバ回路174A, 174Bを制御する制御回路172を第3領域S3に設けた。このような構造としたことにより、パワーモジュール300や配線部材からのノイズは金属ベース板11で遮蔽され、制御回路172へのノイズの影響を低減することができる。また、発熱密度の高いパワーモジュール300を冷却ジャケット19Aに固定することで、パワーモジュール300を効果的に行うことができる。その結果、熱的な問題とノイズの問題の両方を解決することができる。さらに、3階構成としたことで、パワーモジュールやコンデンサや配線基板を冷却しながらも、コンデンサとパワーモジュールを接続する配線のインダクタンスを低減できる。

【0167】

(2) さらに、図16, 17に示すように、補機用パワーモジュール(43)を冷却ジャケット19Aの下面191に固定し、補機用パワーモジュールのインバータ回路146を駆動するドライバ回路174Cを第1領域S1に設ける。冷却ジャケット19Aの下側に第1領域S1を形成したことにより、パワーモジュール43を底面191に固定することが可能となった。その結果、冷却ジャケット19Aの上下の面を冷却面として利用することができ、冷却ジャケット19Aが小型化でき、装置の小型化を図ることができる。

【0168】

(3) さらに、図16において下部ケース16を冷却ジャケット19Aに固着させ、コンデンサモジュール500を下部ケース16に固定することにより、冷却ジャケット19Aによるコンデンサモジュール500の冷却を効果的に行うことができる。

【0169】

(4) 駆動回路基板22を金属ベース板11の第2領域S2側の面に固定し、制御回路基板20を金属ベース板11の第3領域S3側の面に固定し、基板20, 22で発生する熱を金属ベース板11へ放熱することで、放熱性能の向上を図ることができる。

【0170】

(5) さらに、駆動回路基板22および制御回路基板20の少なくとも一方と金属ベース板11との間に、放熱部材812を介在させたことで、金属ベース板11への放熱性能をより高めることができる。

【0171】

(6) ドライバ回路174A, 174Bに含まれるせい制御電源178およびドライバ回路174A, 174Bの、駆動回路基板22における実装位置が、金属ベース板11を介して、制御回路172に含まれる制御電源214およびCPU212の制御回路基板20上における実装位置と対向しないように、制御電源178, 214, ドライバ回路174A, 174BおよびCPU212の実装位置を設定した。このように、発熱部品を上下に重ならないように配置すると、発熱部品の位置が金属ベース板11全体に分散され、金属ベース板11に対する実質的な熱伝達面積が大きくなり放熱性能が向上する。

【0172】

(7) 冷却ジャケット19Aに熱的に接触している放熱板818を、2つのパワーモジュール300と駆動回路基板22との間に配置し、放熱板818と駆動回路基板22との間に放熱部材812を介在させたことにより、駆動回路基板22から冷却ジャケット19Aまでの熱パスが短くなり、放熱性能が向上する。

【0173】

(8) 信号線830が通過する開口11eと、金属ベース板11から筐体12の内周面近傍まで延在し、第3領域S3から開口834に挿入された信号線830を接続部方向へ誘導する誘導部11dとを金属ベース板11に設けたので、配線接続作業が簡略化される。

【0174】

(9) 図32のように、制御回路基板20と筐体12に設けられたコネクタ180Cとの間を接続する信号ケーブル830を備え、信号ケーブル830が通過する開口11eと、金属ベース板11から筐体12の内周面近傍まで延在し、領域S3から開口11eに挿入された信号ケーブル830をコネクタ180C方向へ誘導する誘導板11dと設けたことにより、信号ケーブル830の先端が誘導板11dに当接して誘導され、コネクタ180Cとの接続作業が容易となる。

【0175】

(10) 図30に示すように、装置外部からの電気信号および電源を制御回路基板20に供給するコネクタ21は、領域S2を囲む筐体12の外周面に設けられ、金属ベース板11に形成された開口11bを貫通して領域S3へ突出するように上方に折れ曲がった複数のリード端子21aを有する。そして、制御回路基板20が金属ベース板11に固定されると、各リード端子21aは制御回路基板20に設けられたソケット822の各嵌合部に挿入される。そのため、多数のリード端子21aと制御回路基板20との接続作業が簡略化され、組み立て作業が簡素化される。

【0176】

(11) 図31に示すように、制御回路基板20に装置外部から電気信号および電源を供給するコネクタ21は、複数のリード端子21aが制御回路基板20に半田付けされている。リード端子21aはL字形状に折れ曲がっており、制御回路基板20を金属ベース板11に固定すると、リード端子21aに接続されたコネクタ21は、金属ベース板11の開口11bを貫通し、筐体12の外周面の所定位置に配置される。そのため、制御回路基板20を金属ベース板11に固定した後に、コネクタ21と制御回路基板20との間の面倒な配線作業を行わなくて済む。

【0177】

実施形態と変形例の一つ、もしくは複数の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。

【0178】

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。例えば、上述した実施形態では、インバータ装置43やパワーモジュール300のインバータ回路を3相出力型として説明したが、3相に限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【0179】

【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】電力変換装置200の回路構成を説明する図である。

【図3】本発明の実施形態に係る電力変換装置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。

10

20

30

40

50

【図 7】(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、(b) はパワーモジュールの上面図である。

【図 8】電圧位相補正導出部 10 の構成を示す図である。

【図 9】(a) はパワーモジュールの断面図、(b) は(a) の破線で囲んだ部分の拡大図である。

【図 10】(a) は上下アーム直列回路を説明する図であり、(b) はパワーモジュールの電流経路を説明する図である。

【図 11】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 12】コンデンサモジュールのモールド内部の一部を示す図である。

【図 13】(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 14】(a) はパワーモジュールと直流側導体板の接続箇所の拡大図、(b) は積層導体板 700 の接続箇所の拡大図である。

【図 15】電力変換装置 200 の外観を模式的に示す図である。

【図 16】図 15 の E - E 断面図である。

【図 17】図 16 の F - F 断面図である。

【図 18】変形例を示す図である。

【図 19】筐体 12 内にインバータ装置 140, 142 を配置した場合の変形例を示す図である。

【図 20】2 つの積層導体板 710 を用いた場合の変形例を示す図である。

【図 21】図 20 の F - F 断面図である。

【図 22】放電回路 550 を設けた場合の変形例を示す図である。

【図 23】ノイズフィルタ 204 の接続点と漏れ電流ルートの分離との関係を説明する図である。

【図 24】制御回路基板 20 および駆動回路基板 22 の取り付け構造の変形例を示す図である。

【図 25】上部ケース 10 側から見た、CPU 212, 制御電源 204、178、ドライバ回路 174, 174B の実装位置を示す図である。

【図 26】金属ベース板 11 の固定方法に関する変形例を示す図である。

【図 27】電力変換装置 200 のケーシングを上方から見た図である。

【図 28】駆動回路基板 22 の放熱構造に関する他の例を示す図であり、図 16 と同様の断面を示す。

【図 29】駆動回路基板 22 の放熱構造に関する他の例を示す図であり、図 17 と同様の断面を示す。

【図 30】コネクタ 21 の取り付け構造の第 1 の変形例を示す図である。

【図 31】コネクタ 21 の取り付け構造の第 2 の変形例を示す図である。

【図 32】信号線 830 の接続を容易にする誘導板 11d を説明する図である。

【図 33】金属ベース板 11 および上部ケース 10 を筐体 12 に固定したときの、液状シール材の拡がりを防止する構造を説明する図である。

【図 34】第 2 領域 S2 に液状シール材用の防御壁 840 を設けた場合を示す図である。

【図 35】駆動回路基板 22 上に背の高い電源トランス 850 を設けた場合の変形例を示す図である。

【符号の説明】

【0180】

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、19A 冷却ジャケット、20
制御回路基板、21 コネクタ、22 駆動回路基板、23

10

20

30

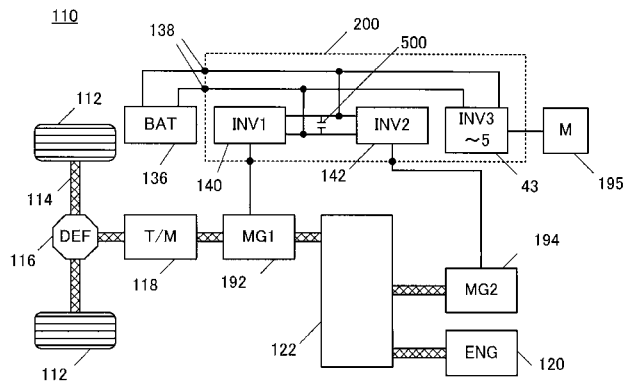
40

50

・ ・ ・ 基板間コネクタ、 4 3 ・ ・ ・ ・ ・ 補機用インバータ装置、 1 1 0 ・ ・ ・ ・ ・ ハ
 イブリッド電気自動車、 1 1 2 ・ ・ ・ ・ ・ 前輪、 1 1 4 ・ ・ ・ ・ ・ 前輪車軸、 1 1 6
 ・ ・ ・ ・ ・ 前輪側 D E F、 1 1 8 ・ ・ ・ ・ ・ 変速機、 1 2 0 ・ ・ ・ ・ ・ エンジン、
 1 2 2 ・ ・ ・ ・ ・ 動力分配機構、 1 2 3 ~ 1 3 0 ・ ・ ・ ・ ・ 歯車、 1 3 6 ・ ・ ・ ・ ・
 ・ バッテリ、 1 3 8 ・ ・ ・ ・ ・ 直流コネクタ、 1 4 0 , 1 4 2 ・ ・ ・ ・ ・ インバータ
 装置、 1 4 4 ~ 1 4 6 ・ ・ ・ ・ ・ インバータ回路、 1 5 0 ・ ・ ・ ・ ・ 上下アームの直
 列回路、 1 5 6 ・ ・ ・ ・ ・ 上アームのダイオード、 1 5 9 ・ ・ ・ ・ ・ 交流端子、 1 6
 6 ・ ・ ・ ・ ・ 下アームのダイオード、 1 7 0 ・ ・ ・ ・ ・ 制御部、 1 7 2 ・ ・ ・ ・ ・
 制御回路、 1 7 4、 1 7 4 A ~ 1 7 4 C ・ ・ ・ ・ ・ ドライバ回路、 1 7 6 ・ ・ ・ ・ ・
 信号線、 1 8 0 ・ ・ ・ ・ ・ 電流センサ、 1 8 2 ・ ・ ・ ・ ・ 信号線、 1 8 6 ・ ・ ・ ・ ・ 10
 ・ 交流電力線、 1 8 8 , 1 8 9 ・ ・ ・ ・ ・ 交流コネクタ、 1 9 1 ・ ・ ・ ・ ・ 底面、 1
 9 2 , 1 9 4 ・ ・ ・ ・ ・ モータジェネレータ、 1 9 5 ・ ・ ・ ・ ・ モータ、 2 0 0 ・ ・
 ・ ・ ・ 電力変換装置、 2 0 4 ・ ・ ・ ・ ・ ノイズフィルタ、 2 3 0 ・ ・ ・ ・ ・ 入力積
 層配線板、 3 0 0 ・ ・ ・ ・ ・ パワーモジュール、 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 1 3 ・ ・ ・ ・ ・
 ・ 直流端子、 3 1 5 ・ ・ ・ ・ ・ 正極導体板、 3 1 7 ・ ・ ・ ・ ・ 負極導体板、 3 1 8 ・
 ・ ・ ・ ・ ・ 絶縁紙、 3 2 8 ・ ・ ・ ・ ・ 上アーム用 I G B T、 3 3 0 ・ ・ ・ ・ ・ 下ア
 ーム用 I G B T、 3 3 4 ・ ・ ・ ・ ・ 絶縁基板、 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 ・ ・ ・ ・ ・ 20
 支持部、 4 1 0 S ・ ・ ・ ・ ・ 面、 4 2 0 ・ ・ ・ ・ ・ カバー、 5 0 0 ・ ・ ・ ・ ・ コン
 デンサモジュール、 5 0 1 ・ ・ ・ ・ ・ 積層配線板、 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 1 0 ・ ・ ・ ・ ・
 ・ 直流 (バッテリ) 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) 正極側接続端子部、 5 1 4 ・ ・ ・ ・ ・ コンデンサセル
 、 5 1 7 ・ ・ ・ ・ ・ 絶縁シート、 5 5 0 ・ ・ ・ ・ ・ 放電回路、 7 0 0 , 7 1 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 1 2 ・ ・ ・ ・ ・ 放熱部材、 8 3 6 , 8 4 0 ・ ・ ・ ・ ・ 防御壁、 S 1 ~ S 3 ・ ・ ・
 ・ ・ ・ 第 1 ~ 第 3 領域 30

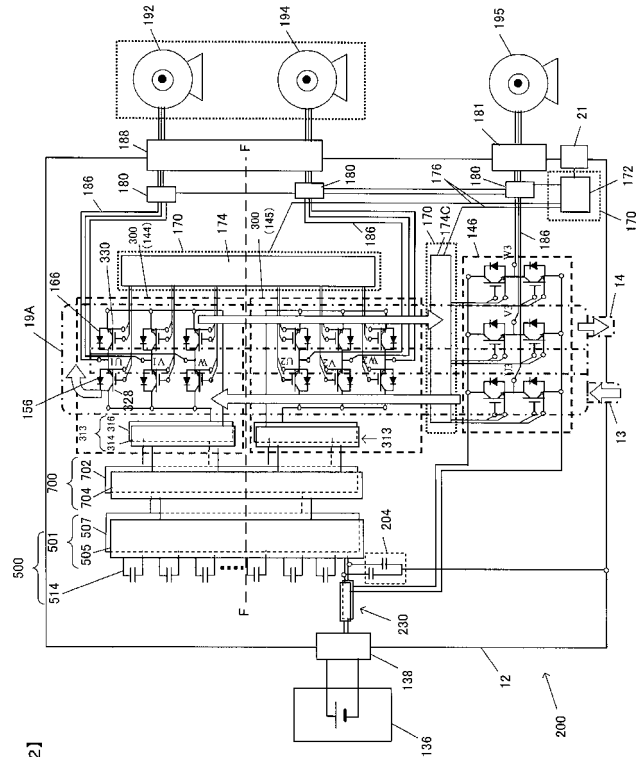
【図 1】

【図1】



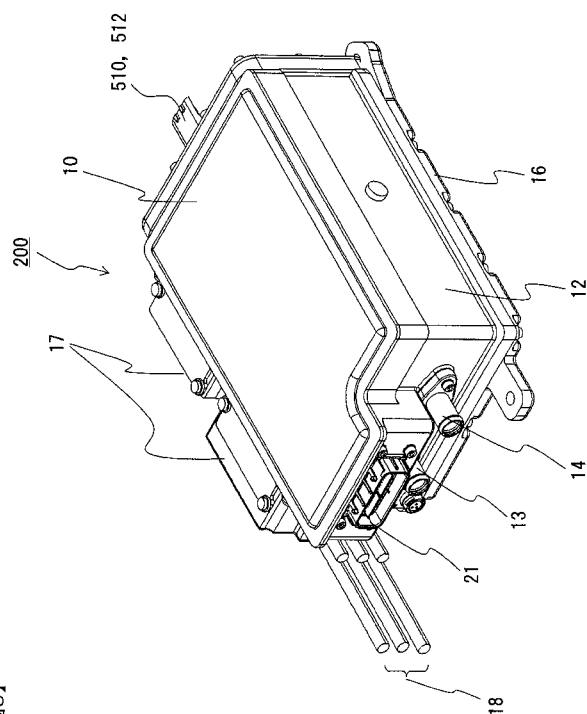
【図 2】

【図2】



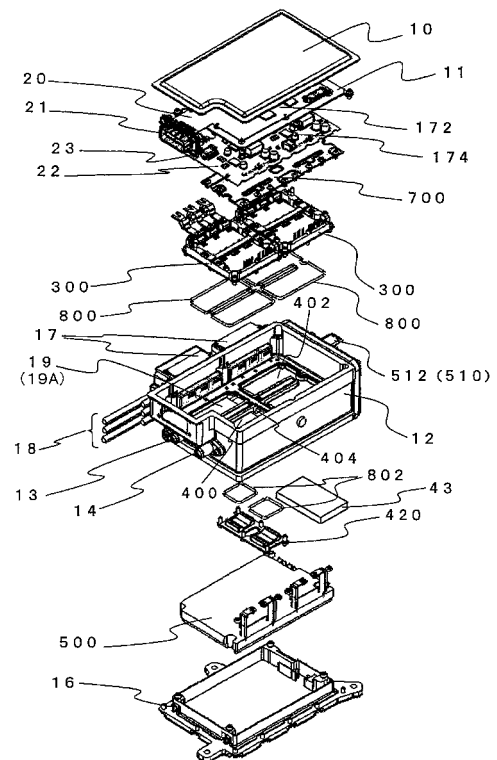
【図 3】

【図3】

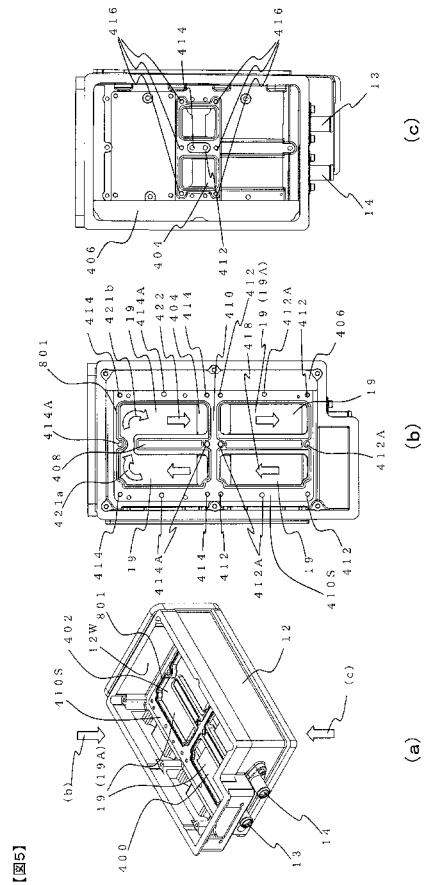


【図 4】

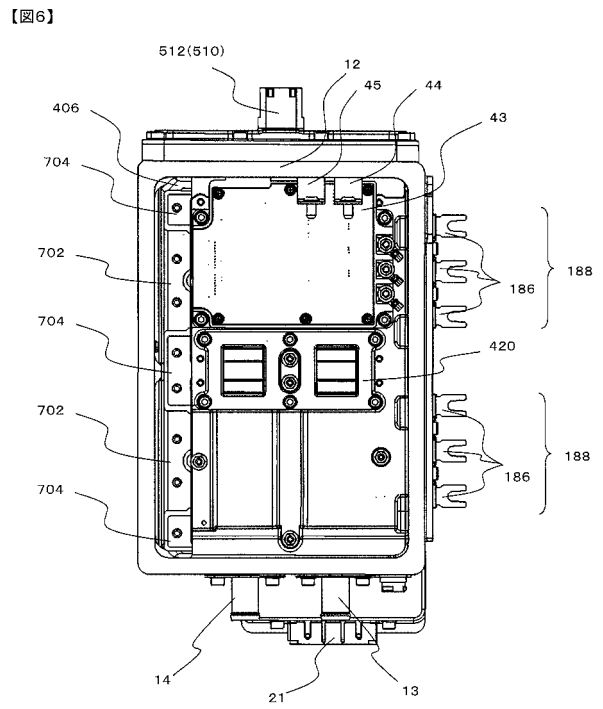
【図4】



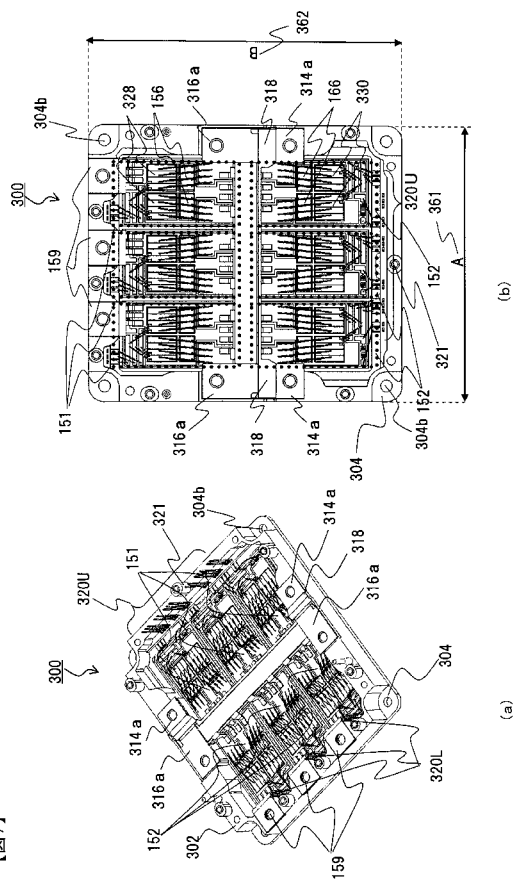
【図5】



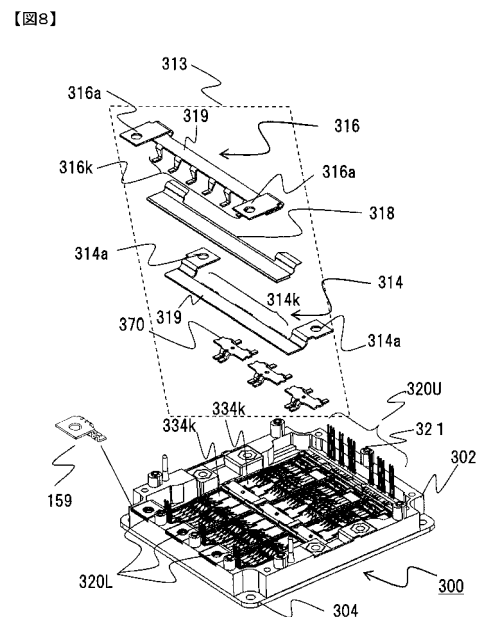
【図6】



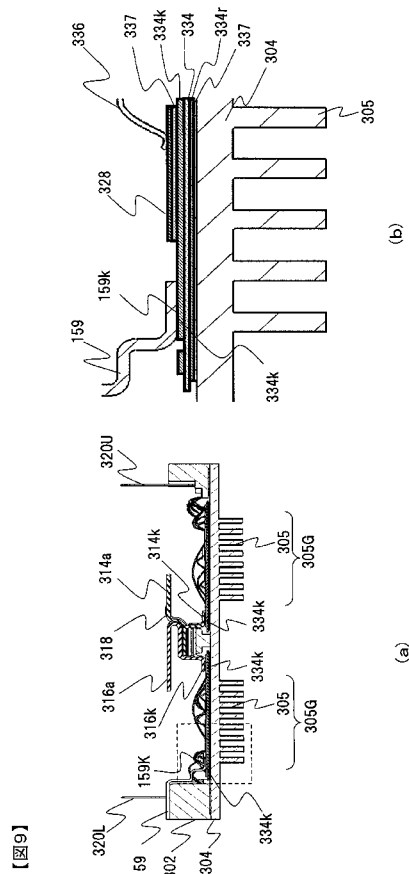
【図7】



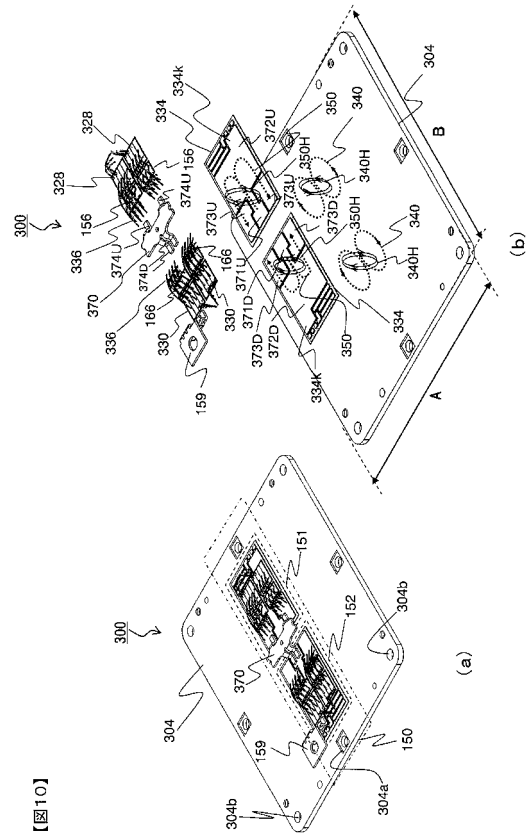
【図8】



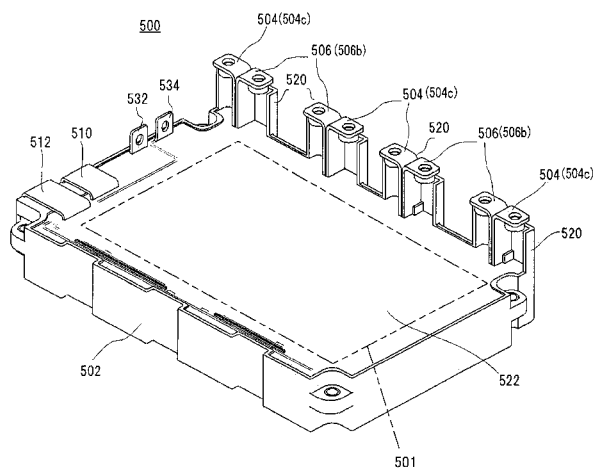
【図9】



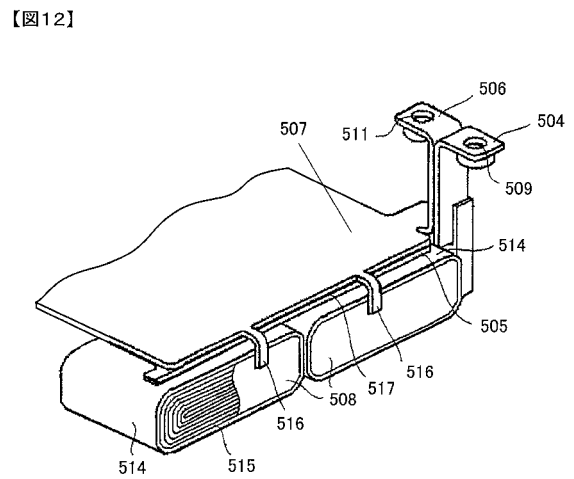
【図10】



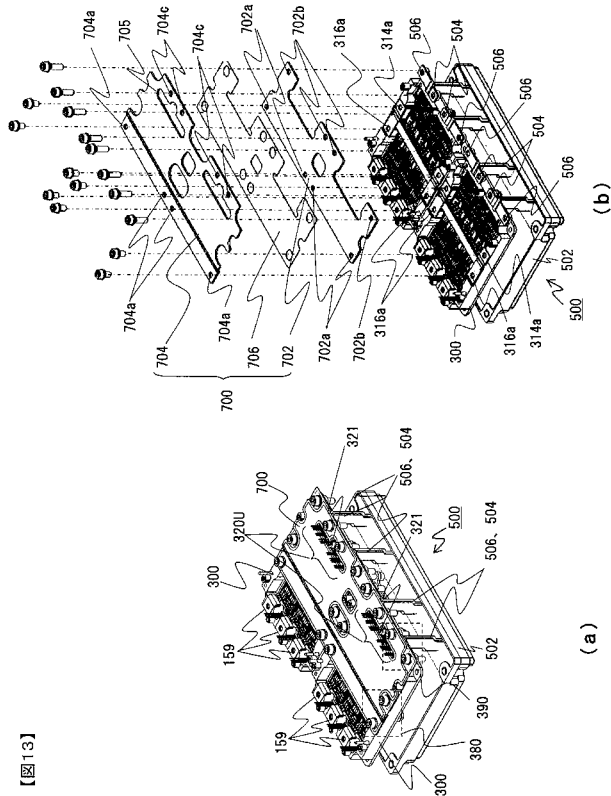
【図11】



【図12】

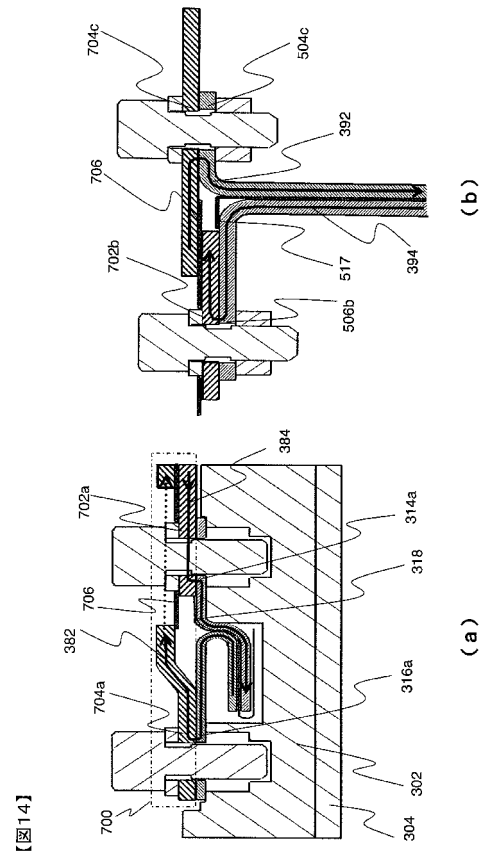


【図 13】



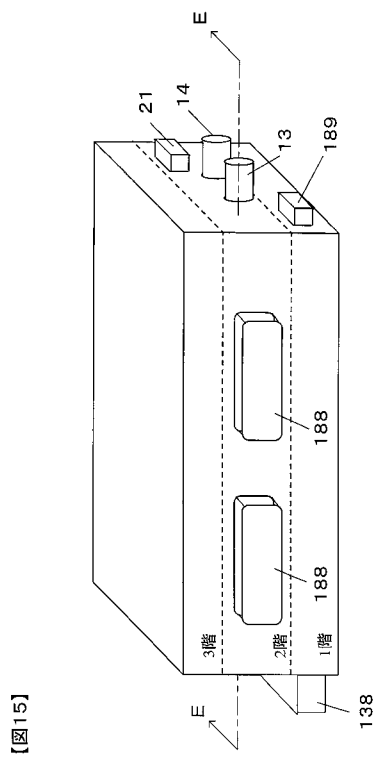
【図13】

【図 14】



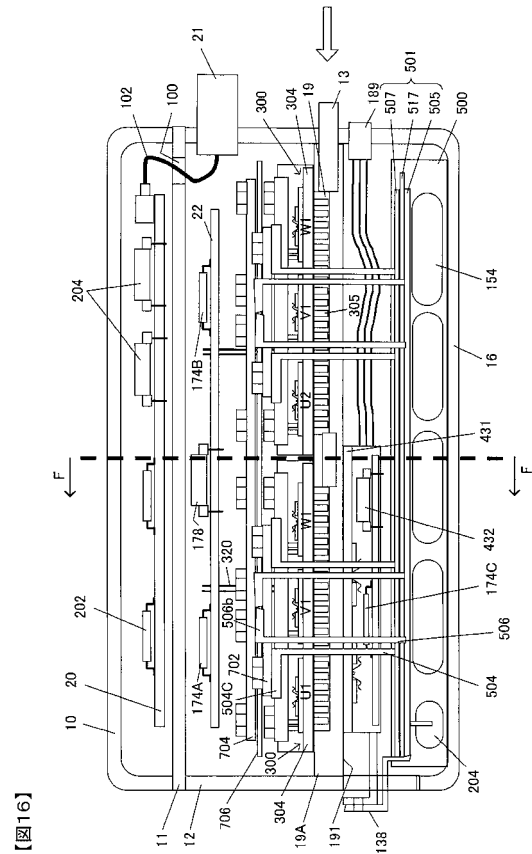
【図14】

【図 15】



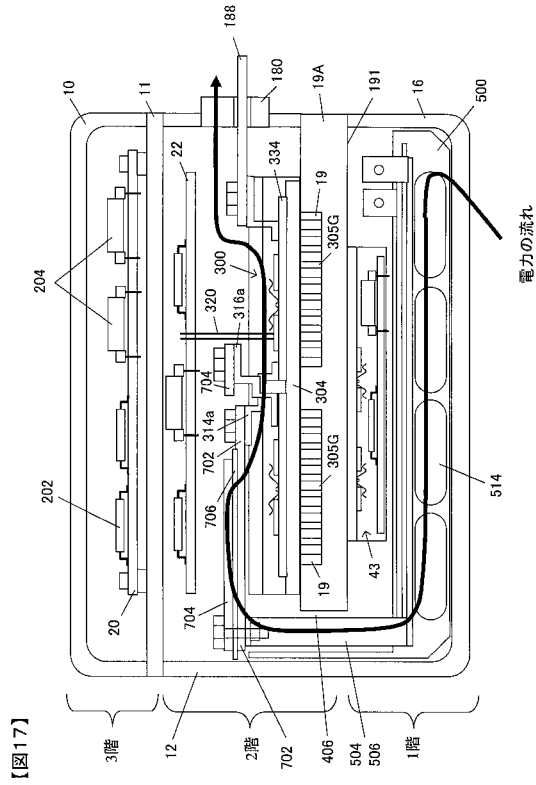
【図15】

【図 16】

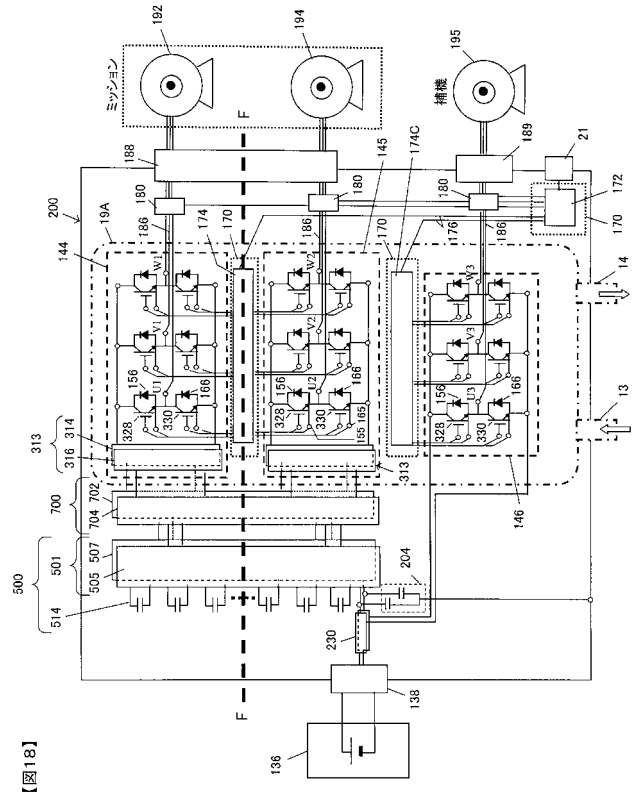


【図16】

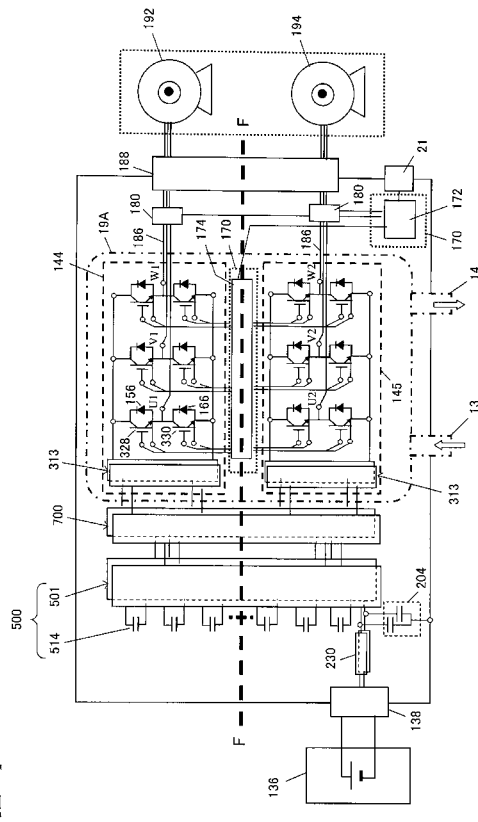
【 図 1 7 】



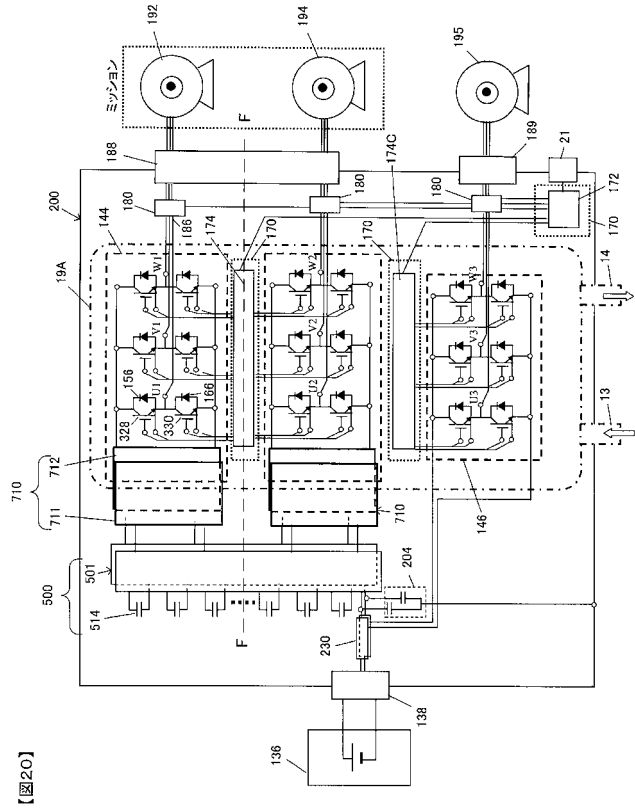
【 図 1 8 】



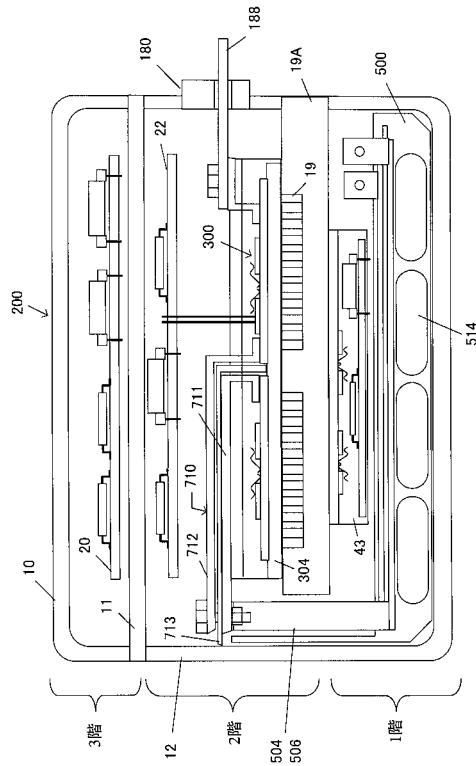
【 図 1 9 】



【 図 2 0 】

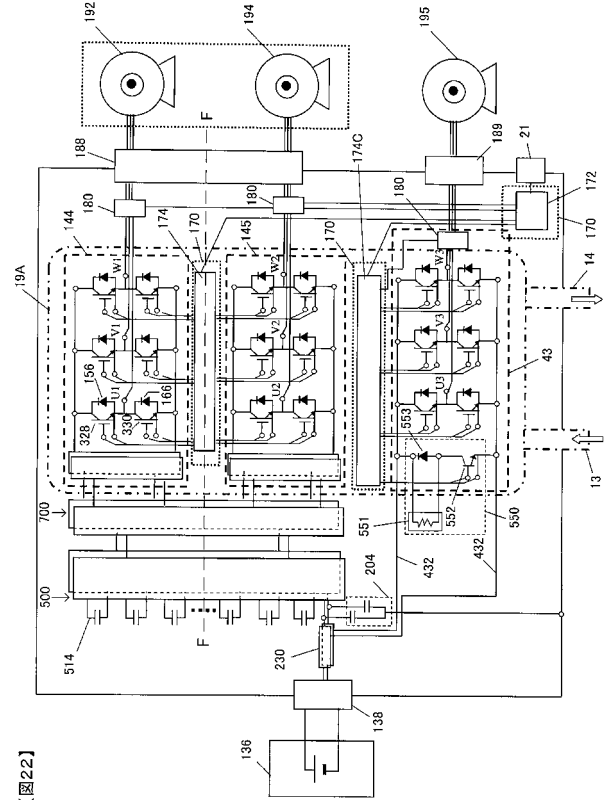


【図 2 1】



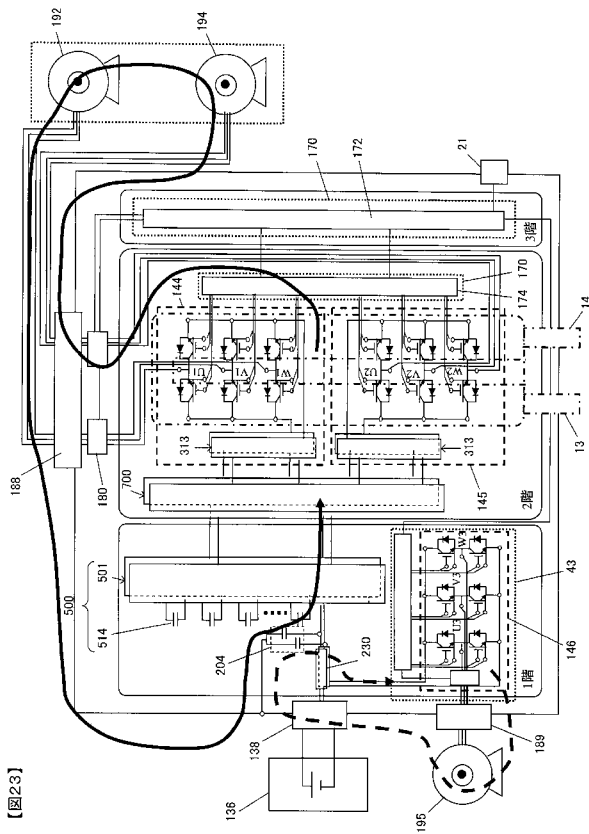
【図 21】

【図 2 2】



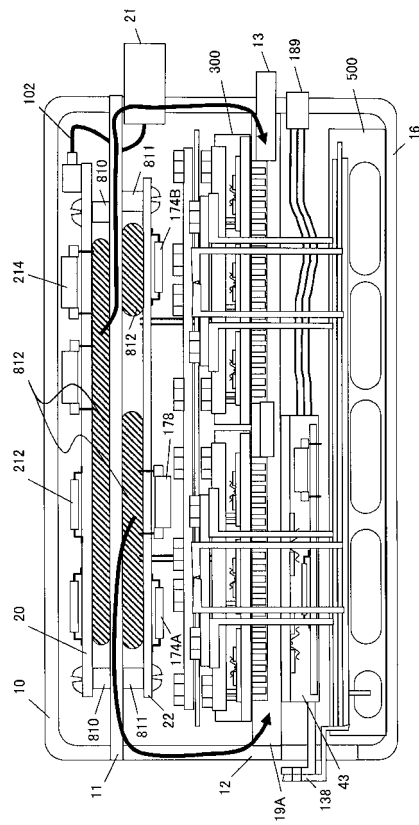
【図 22】

【図 2 3】



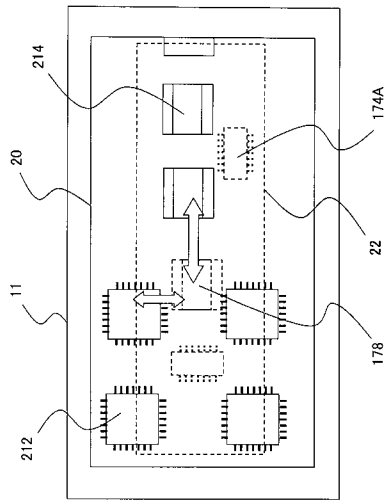
【図 23】

【図 2 4】



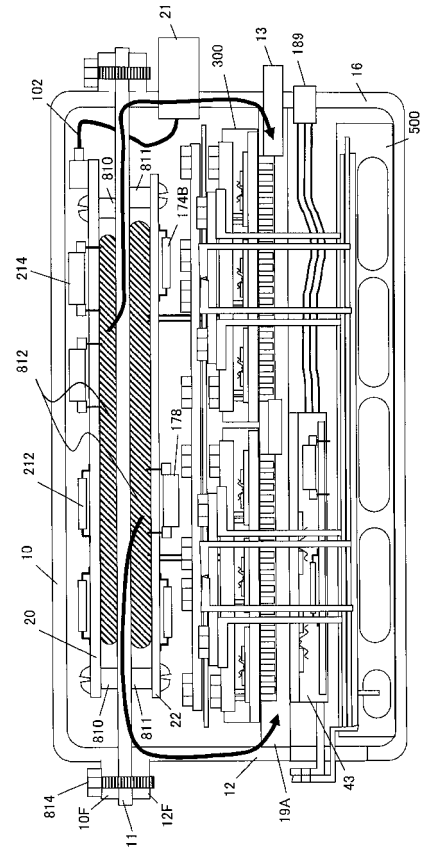
【図 24】

【図 25】



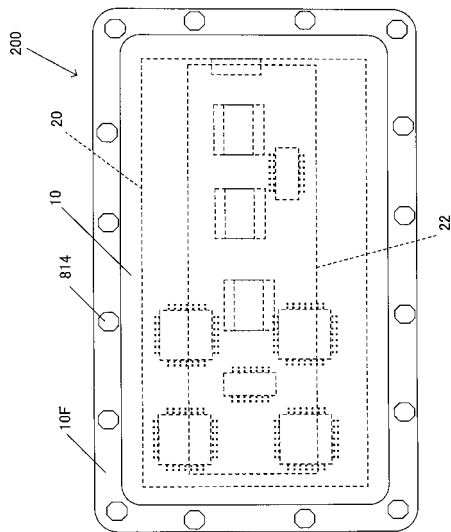
【図25】

【図 26】



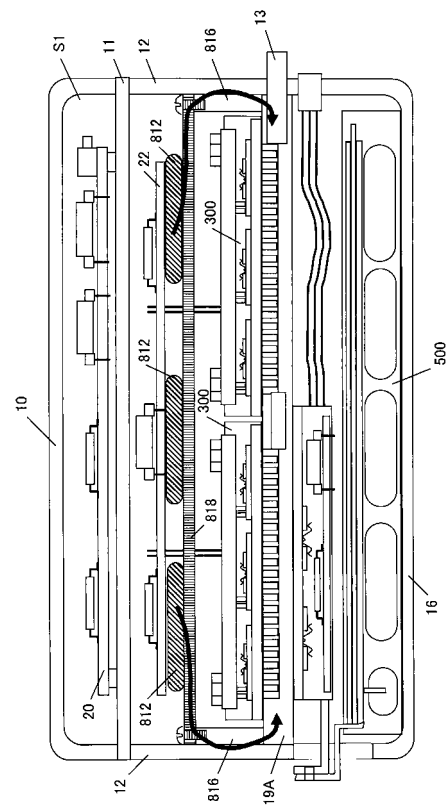
【図26】

【図 27】



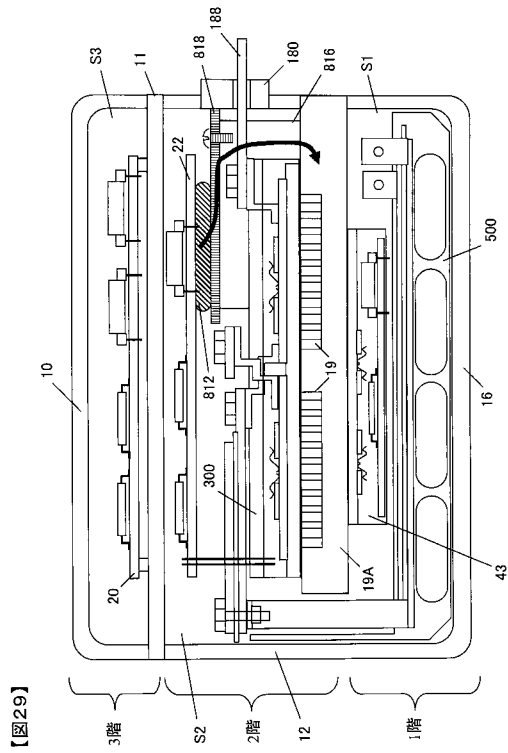
【図27】

【図 28】

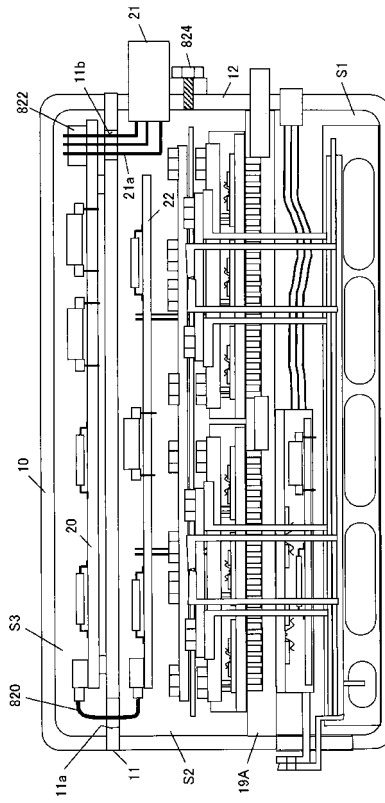


【図28】

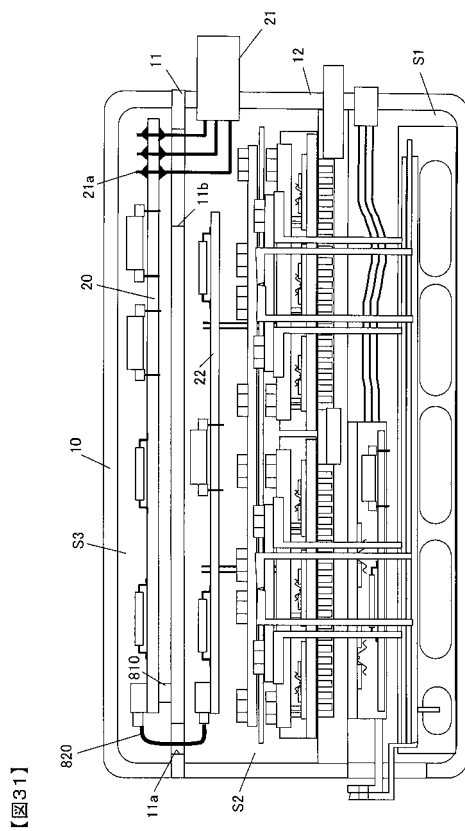
【図 29】



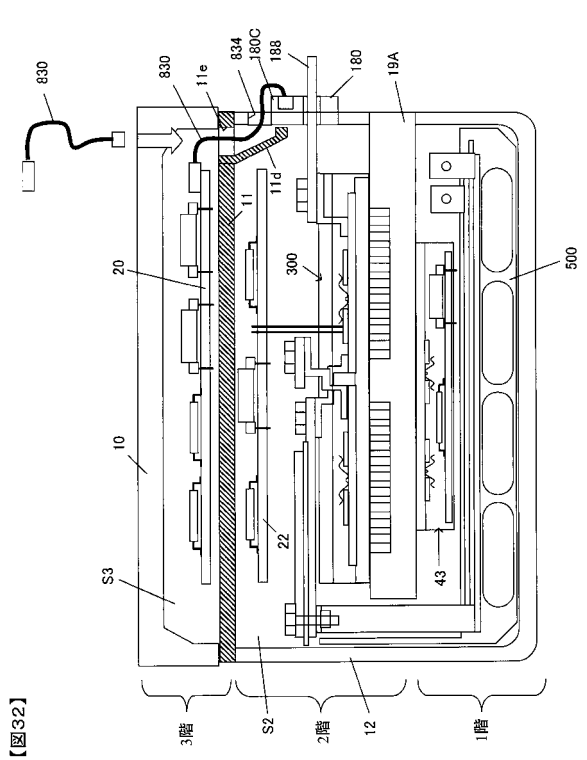
【図 30】



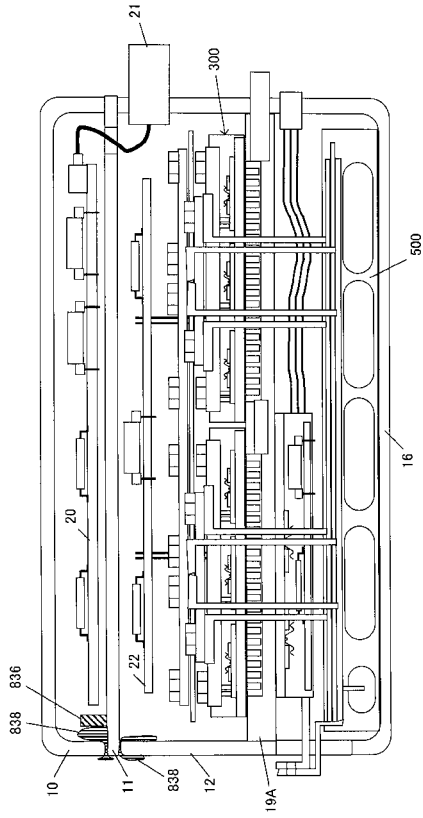
【図 31】



【図 32】

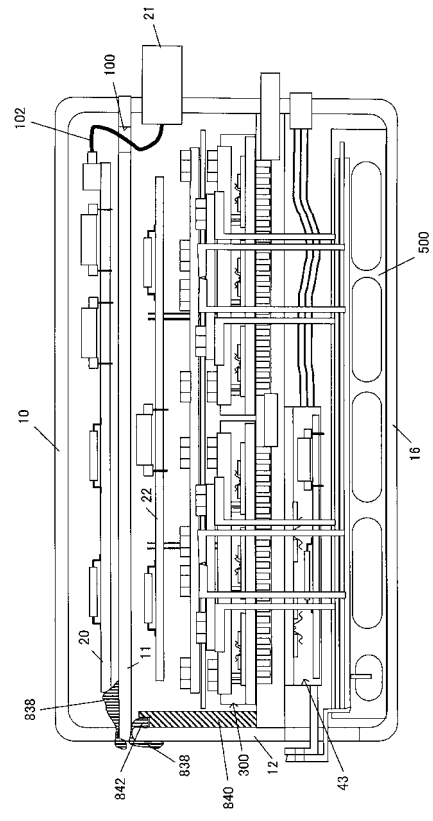


【図 3 3】



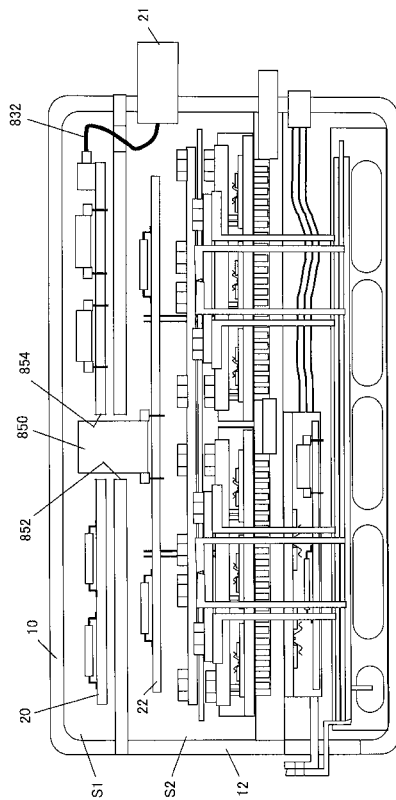
【図33】

【図 3 4】



【図34】

【図 3 5】



【図35】

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 松尾 壮志
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 佐藤 俊也
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) 3D038 AA10 AB01 AC04
5F136 CB06 DA27 EA66
5H007 AA01 AA06 BB06 CA01 CA02 CB02 CB05 CC23 DB01 DB07
DC02 DC08 EA02 FA01 FA03 HA03 HA04 HA06 HA07
5H115 PA15 PC06 PG04 PI16 PI24 PI29 P002 P006 P017 PU10
PU11 PU24 PU28 PV09 PV23 QA01 QI04 QN03 RB22 RB26
T005 T012 T030 TU02 TU05 TU12 UI30 UI40