

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6117362号
(P6117362)

(45) 発行日 平成29年4月19日(2017.4.19)

(24) 登録日 平成29年3月31日(2017.3.31)

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

請求項の数 11 (全 18 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2015-532746 (P2015-532746) (86) (22) 出願日 平成26年6月13日 (2014.6.13) (86) 国際出願番号 PCT/JP2014/065673 (87) 国際公開番号 W02015/025594 (87) 国際公開日 平成27年2月26日 (2015.2.26) 審査請求日 平成28年2月1日 (2016.2.1) (31) 優先権主張番号 特願2013-170047 (P2013-170047) (32) 優先日 平成25年8月20日 (2013.8.20) (33) 優先権主張国 日本国(JP)</p>	<p>(73) 特許権者 509186579 日立オートモティブシステムズ株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地 (74) 代理人 110002365 特許業務法人サンネクスト国際特許事務所 (74) 代理人 100084412 弁理士 永井 冬紀 (72) 発明者 錦見 総徳 日本国茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社 社内 審査官 麻生 哲朗</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力変換装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

直流電流を交流電流に変換するパワー半導体素子を有するパワー半導体モジュールと、
 流路空間を形成する流路形成体と、
 前記パワー半導体素子を駆動するドライバ回路基板と、
 前記ドライバ回路基板を制御する制御回路基板と、を備え、
 前記流路形成体は、第1面と、前記第1面の垂直方向と平行に形成された側面部と、を有し、

前記ドライバ回路基板は、前記第1面と対向する位置に配置され、
 前記制御回路基板は、前記流路形成体の前記側面部の垂直方向から投影した場合、当該
 制御回路基板の射影部が前記流路空間の射影部と重なるように、当該側面部に配置される
 電力変換装置。

10

【請求項2】

請求項1に記載された電力変換装置であって、
前記流路形成体は、前記パワー半導体モジュールを前記流路空間と対向させるように配
置させるための第1開口部を形成し、
前記ドライバ回路基板は、前記第1開口部が形成された前記流路形成体の第1面と対向
する位置に配置される電力変換装置。

【請求項3】

請求項2に記載された電力変換装置であって、

20

前記制御回路基板は、当該側面部から突出する突出部を介して、前記流路形成体の前記側面部に配置される電力変換装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載された電力変換装置であって、

前記流路形成体は、前記第 1 開口部が前記流路空間に繋がるように形成され、

前記パワー半導体モジュールは、前記パワー半導体素子と対向する第 1 放熱面と、当該パワー半導体素子を挟んで当該第 1 放熱面と対向する第 2 放熱面と、を有し、

さらに前記パワー半導体モジュールは、前記流路空間の内壁の一方と前記第 1 放熱面の間に第 1 流路空間を形成するようにつ前記流路空間の前記内壁の他方と前記第 2 放熱面の間に第 2 流路空間を形成するように、前記流路空間を配置され、

前記側面部は、前記第 1 流路空間を挟んで前記パワー半導体モジュールと対向するように形成される電力変換装置。

【請求項 5】

請求項 3 または 4 に記載されたいずれかの電力変換装置であって、

前記突出部は、前記流路形成体と同一材料により一体成形される電力変換装置。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 に記載されたいずれかの電力変換装置であって、

前記ドライバ回路基板と前記制御回路基板とを電気的に接続する配線と、

前記流路形成体を収納する筐体と、

前記流路形成体の前記側面部を覆うように前記筐体に固定されるカバーと、を備え、

前記筐体は、前記筐体の内壁と前記流路形成体の前記第 1 面との間に設けられる第 1 収納空間と、前記流路形成体の前記側面部と前記カバーとの間に設けられる第 2 収納空間と、当該第 1 収納空間と当該第 2 収納空間を仕切る壁と、当該壁に形成された第 2 開口部と、を形成し、

前記ドライバ回路基板は、前記第 1 収納空間に配置され、

前記制御回路基板は、前記第 2 収納空間に配置され、

前記配線は、前記第 2 開口部を介して、前記ドライバ回路基板と前記制御回路基板を接続する電力変換装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載された電力変換装置であって、

前記制御回路基板は、前記第 2 開口部の開口面と対向する第 1 領域を有し、

前記配線は、前記制御回路基板の前記第 1 領域と重なる位置に接続される電力変換装置

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 に記載されたいずれかの電力変換装置であって、

前記制御回路基板は、前記パワー半導体素子のスイッチング動作の演算を行うマイクロコンピュータを有し、

前記マイクロコンピュータは、前記マイクロコンピュータの射影部が前記流路空間の射影部と重なるように配置される電力変換装置。

【請求項 9】

請求項 1 ないし 8 に記載されたいずれかの電力変換装置であって、

直流電力を平滑化するコンデンサモジュールと、

前記流路形成体に配置される流路側放熱シートと、を備え、

前記コンデンサモジュールは、コンデンサ素子と、当該コンデンサ素子の電極と電気的に接続されるコンデンサ側導体部と、当該コンデンサ側導体部の一部及び当該コンデンサ素子を収納するコンデンサケースと、を備え、

前記コンデンサ側導体部は、前記コンデンサケースの開口部から突出してかつ前記流路側放熱シートと接触する導体放熱部を有する電力変換装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載された電力変換装置であって、

前記コンデンサケースは、当該コンデンサケースの前記開口部が前記パワー半導体モジュールと対向するように、前記流路形成体に配置され、

前記導体放熱部は、前記コンデンサケースと前記流路形成体の間の空間に配置されるように、当該コンデンサケースの外壁に沿って形成される電力変換装置。

【請求項 11】

請求項 1 ないし 5 に記載されたいずれかの電力変換装置であって、

直流電力を平滑化するコンデンサモジュールと、

前記流路形成体を収納する筐体と、

前記筐体に電気的かつ熱的に接触する金属製冷却ボードと、

前記金属製冷却ボードと接触するボード側放熱シートと、を備え、

前記コンデンサモジュールは、コンデンサ素子と、当該コンデンサ素子の電極と電気的に接続される第 1 コンデンサ側導体部と、当該コンデンサ素子よりも静電容量が小さいノイズ除去用コンデンサ素子と、当該ノイズ除去用コンデンサ素子と接続される接地用端子と、当該コンデンサ側導体部の一部及び当該コンデンサ素子を収納するコンデンサケースと、を備え、

前記コンデンサケースは、当該コンデンサケースの開口部が前記パワー半導体モジュールと対向するように、前記流路形成体に配置され、

前記第 1 コンデンサ側導体部は、前記コンデンサケースの開口部から突出してかつ前記ボード側放熱シートと接触し、さらに前記パワー半導体モジュールの配置方向に向かって形成され、

前記接地用端子は、前記コンデンサケースの開口部から突出してかつ前記金属製冷却ボードと接触する電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は直流電力を交流電力に変換する、或いは交流電力を直流電力に変換する電力変換装置に係り、特にハイブリッド自動車や電気自動車に用いられる電力変換装置である。

【背景技術】

【0002】

電力変換装置においては電力変換性能を向上や小型化を図るためには、電力変換装置の内部部品の冷却性の向上が重要である。電力変換装置の筐体に収容されている制御回路基板に実装される電子部品は熱的に弱いため、この電子部品を安価で性能を確保するためには、制御回路基板は冷却を効率的に行うことが求められる。

【0003】

特許文献 1 には、制御素子の熱が、当該制御素子を支持する熱伝導板と、当該熱伝導板を支持する棚受け部と、当該棚受け部を形成する筐体とを介して冷却器に伝達される構成が記載されている。しかしながら電力変換装置の小型化の要望に伴い、制御素子の熱を冷却器に伝達するまでの伝熱経路を短くして、制御素子の放熱性能を向上することが求められる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】WO 2000 / 17994

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の課題は、制御回路基板の冷却性を向上させることである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

10

20

30

40

50

本発明に係る電力変換装置は、直流電流を交流電流に変換するパワー半導体素子を有するパワー半導体モジュールと、流路空間を形成する流路形成体と、前記パワー半導体素子を駆動するドライバ回路基板と、前記ドライバ回路基板を制御する制御回路基板と、を備え、前記流路形成体は、第1面と、前記第1面の垂直方向と平行に形成された側面部と、を有し、前記ドライバ回路基板は、前記第1面と対向する位置に配置され、前記制御回路基板は、前記流路形成体の前記側面部の垂直方向から投影した場合、当該制御回路基板の射影部が前記流路空間の射影部と重なるように、当該側面部に配置される。

【発明の効果】

【0007】

本発明により、制御回路基板の冷却性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】ハイブリッド自動車のシステムを示すシステム図である。

【図2】図1に示す電気回路の構成を示す回路図である。

【図3】電力変換装置200の外観図である。

【図4】電力変換装置200の外観図である。

【図5】パワー半導体モジュール300aの全体斜視図である。

【図6】本実施形態のパワー半導体モジュール300aを断面Dで切断して方向Eから見たときの断面図である。

【図7】図3に示された平面Aで電力変換装置200を切断した断面図である。

【図8】図7の電力変換装置200を構成する部品を抜き取り、流路形成体400、上部カバー419、側部カバー422のみで構成した断面図である。

【図9】側面カバー422を取り除き、制御回路基板421を電力変換装置200から分解した分解斜視図である。

【図10】側面カバー422を取り除き、制御回路基板421が配置された側から見た側面図である。

【図11】コンデンサ端子が形成された側から見たコンデンサモジュール500の外観斜視図である。

【図12】図11に示されたコンデンサモジュール500のコンデンサケース501を取り除いた外観斜視図である。

【図13】コンデンサ端子が形成されていない側から見たコンデンサモジュール500の外観斜視図である。

【図14】図13に示されたコンデンサモジュール500のコンデンサケース501を取り除いた外観斜視図である。

【図15】図3の平面Bで切断した電力変換装置200の断面図である。

【図16】冷却ボード413を上側からみた全体斜視図である。

【図17】冷却ボード413を下側からみた全体斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

次に図面を使用して本発明に係る実施の形態を説明するが、図1は内燃機関と電動機の両方を使用して走行するいわゆるハイブリッド方式の自動車に本発明が対象とする電力変換装置を適用した場合のシステム図である。

【0010】

尚、本発明に係る電力変換装置はハイブリッド方式の自動車のみならず、電動機のみで走行するいわゆる電気自動車にも適用可能であり、また一般産業機械に使用されている電動機を駆動するための電力変換装置としても使用可能であるが、代表例としてハイブリッド方式の自動車に適用した電力変換装置について説明する。

【0011】

図1はハイブリッド方式の自動車の制御ブロックを示す図であり、内燃機関EGNおよび

10

20

30

40

50

びモータジェネレータMGは自動車の走行用トルクを発生する動力源である。また、モータジェネレータMGは回転トルクを発生するだけでなく、モータジェネレータMGに外部から加えられる機械エネルギー(回転力)を電力に変換する機能を有する。モータジェネレータMGは、例えば同期電動/発電機あるいは誘導電動/発電機であり、上述のごとく運転方法により電動機としても発電機としても動作する。

【0012】

内燃機関EGNの出力側は動力分配機構TSMを介してモータジェネレータMGに伝達され、動力分配機構TSMからの回転トルクあるいはモータジェネレータMGが発生する回転トルクは、トランスミッションTMおよびデファレンシャルギアDEFを介して車輪に伝達される。

10

【0013】

一方、回生制動の運転時には、車輪から回転トルクがモータジェネレータMGに伝達され、伝達されてきた回転トルクに基づいて交流電力を発生する。発生した交流電力は後述するように電力変換装置200により直流電力に変換され、高電圧用のバッテリー136を充電し、充電された電力は再び走行エネルギーとして使用される。

【0014】

次に電力変換装置200について説明する。インバータ回路部140はバッテリー136と直流コネクタ138を介して電氣的に接続されており、バッテリー136とインバータ回路部140との相互において電力の授受が行われる。

【0015】

モータジェネレータMGを電動機として動作させる場合には、インバータ回路部140は直流コネクタ138を介してバッテリー136から供給された直流電力に基づき交流電力を発生し、交流端子188を介してモータジェネレータMGに供給する。モータジェネレータMGとインバータ回路部140からなる構成は電動/発電ユニットとして動作する。

20

【0016】

電動/発電ユニットは、運転状態に応じて電動機として、或いは発電機として運転する場合、或いはこれらを使い分けて運転する場合がある。尚、本実施形態では、バッテリー136の電力によって電動/発電ユニットを電動ユニットとして作動させることにより、モータジェネレータMGの動力のみによって車両の駆動ができる。更に、本実施形態では、電動/発電ユニットを発電ユニットとして内燃機関EGNの動力或いは車輪からの動力によって作動させて発電させることにより、バッテリー136の充電ができるようになっている。

30

【0017】

電力変換装置200は、インバータ回路部140に供給される直流電力を平滑化するためのコンデンサモジュール500を備えている。

【0018】

電力変換装置200は上位の制御装置から指令を受け、あるいは上位の制御装置に状態を表すデータを送信したりするための通信用のコネクタ21を備えている。コネクタ21から入力される指令に基づいて制御回路部172でモータジェネレータMGの制御量を演算する。

40

【0019】

更に電動機として運転するか発電機として運転するかを演算し、演算結果に基づいて制御パルスが発生してドライバ回路174へ制御パルスを供給する。この制御パルスに基づいてドライバ回路174がインバータ回路部140を制御するための駆動パルスが発生する。

【0020】

次に、図2を用いてインバータ回路部140の回路構成を説明するが、半導体素子として絶縁ゲート型バイポーラトランジスタを使用しており、以下略してIGBTと表現している。

【0021】

50

インバータ回路部 140 は、上アームとして動作する IGBT328 及びダイオード 156 と、下アームとして動作する IGBT330 及びダイオード 166 と、からなる上下アームのパワー半導体モジュール 300a ないし 300c を、出力しようとする交流電力の U 相、V 相、W 相からなる 3 相に対応して備えている。

【0022】

これらの 3 相はこの実施の形態では、モータジェネレータ MG の電機子巻線の 3 相の各相巻線に対応している。3 相のそれぞれの上下アームのパワー半導体モジュール 300a ないし 300c は、パワー半導体モジュール 300a ないし 300c のそれぞれの IGBT328 とそれぞれの IGBT330 の中点部分である中間電極 169 から交流電流が出力され、この交流電流は交流端子 159 及び交流コネクタ 188 を通して、モータジェネレータ MG への交流電力線である交流バスバーと接続される。

10

【0023】

上アームの IGBT328 のコレクタ電極 153 は正極端子 157 を介してコンデンサモジュール 500 の正極側のコンデンサ端子 506 に、下アームの IGBT330 のエミッタ電極は負極端子 158 を介してコンデンサモジュール 500 の負極側のコンデンサ端子 504 にそれぞれ電氣的に接続されている。

【0024】

上述のように、制御回路部 172 は上位の制御装置からコネクタ 21 を介して制御指令を受け、これに基づいてインバータ回路部 140 を構成する各相のパワー半導体モジュール 300a ないし 300c の上アームあるいは下アームを構成する IGBT328 や IGBT330 を制御するための制御信号である制御パルスが発生し、ドライバ回路 174 に供給する。

20

【0025】

ドライバ回路 174 は制御パルスに基づき各相のパワー半導体モジュール 150 の上アームあるいは下アームを構成する IGBT328 や IGBT330 を制御するための駆動パルスを各相の IGBT328 や IGBT330 に供給する。

【0026】

IGBT328 や IGBT330 はドライバ回路 174 からの駆動パルスに基づき、導通あるいは遮断動作を行い、バッテリー 136 から供給された直流電力を三相交流電力に変換し、この変換された電力はモータジェネレータ MG1 に供給される。

30

【0027】

IGBT328 はコレクタ電極 153 と、信号用エミッタ電極 155 と、ゲート電極 154 を備えている。また、IGBT330 はコレクタ電極 163 と、信号用のエミッタ電極 165 と、ゲート電極 164 を備えている。

【0028】

ダイオード 156 がコレクタ電極 153 とエミッタ電極との間に電氣的に接続されている。また、ダイオード 166 がコレクタ電極 163 とエミッタ電極との間に電氣的に接続されている。

【0029】

スイッチング用パワー半導体素子としては金属酸化物半導体型電界効果トランジスタ（以下略して MOSFET と記す）を用いてもよい、この場合はダイオード 156 やダイオード 166 は不要となる。スイッチング用パワー半導体素子として IGBT は直流電圧が比較的高い場合に適していて、MOSFET は直流電圧が比較的低い場合に適している。

40

【0030】

コンデンサモジュール 500 は、複数の正極側コンデンサ端子 506 と複数の負極側コンデンサ端子 504 と、正極側電源端子 509 と負極側電源端子 508 とを備えている。バッテリー 136 からの高電圧の直流電力は直流コネクタ 138 を介して、正極側電源端子 509 や負極側電源端子 508 に供給され、コンデンサモジュール 500 の複数の正極側コンデンサ端子 506 や複数の負極側のコンデンサ端子 504 から、インバータ回路部 140 へ供給される。

50

【0031】

一方、交流電力からインバータ回路部140によって変換された直流電力は正極側コンデンサ端子506や負極側コンデンサ端子504からコンデンサモジュール500に供給され、正極側電源端子509や負極側電源端子508から直流コネクタ138を介してバッテリー136に供給されてバッテリー136に蓄積される。

【0032】

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

10

【0033】

目標トルク値は図示しない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り、電流値は電流センサによる検出信号に基づいて検出されたものである。磁極位置は、モータジェネレータMGに設けられたレゾルバなどの回転磁極センサ(図示せず)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。

【0034】

図3は電力変換装置200の外観図である。図4は、電力変換装置200の外観図である。

【0035】

筐体400は、金属製、例えばアルミニウム合金より構成され、一对の短辺壁部と長辺壁部とを有する箱状の直方体である。筐体400は、コンデンサモジュール500やパワー半導体モジュール300aないし300c、制御回路部172、及びドライバ回路174等を収納する。筐体400は、コンデンサモジュール500やパワー半導体モジュール300aないし300c等を挿入するための開口部を形成する第1長辺側壁部400Aと、下部カバー404が固定される第2長辺側壁部400Bと、側部カバー422が固定される第1短辺側壁部400Cと、第1短辺側壁部400Cと対向する第2短辺側壁部400Dと、を有する。パイプ406は、下部カバー404に設けられ、冷却媒体を流入又は流出させる。

20

【0036】

流路形成体440は、筐体400の底部に配置される。流路形成体440は、本実施形態においては、アルミ鋳造や樹脂成形等により、筐体400と一体に形成される。冷却媒体は、パイプ406に流入し、下部カバー404と流路形成体440との間に形成された流路空間を流れ、さらに流路形成体440内の流路空間(後述する)を通過して、パイプ406から流出する。

30

【0037】

コンデンサモジュール500は、流路形成体440の側部に設けられた収納部402に配置される。放熱シート407は、収納部402の低壁部とコンデンサモジュール500と間に配置される。放熱シート407は、筐体400や下部カバー404や流路形成体440にコンデンサモジュール500の熱を逃がす放熱機能と備え、さらに筐体400や下部カバー404や流路形成体440との絶縁機能を有する。

40

【0038】

開口部403は、流路形成体440の上面に、3つ形成される。開口部403は、流路形成体440内の流路空間(後述する)と繋がっている。

【0039】

パワー半導体モジュール300aないし300cのそれぞれは、3つの開口部403から流路空間に挿入される。したがって、パワー半導体モジュール300aないし300cは、自身で液密的な構成を備えており、流路形成体440との間でシールパッキン等によって流路空間内を封止している。よって、パワー半導体モジュール300aないし300cは、直接的に冷却媒体と接触することによって冷却される構成となっている。

50

【 0 0 4 0 】

直流側収納口 4 0 9 及び交流側収納口 4 1 0 は、流路形成体 4 4 0 の近くに設けられた側壁部 4 0 0 E に形成される。直流ターミナル 4 0 8 は、直流側収納口 4 0 9 に収納される。3 個の交流ターミナル 4 7 0 は、交流側収納口 4 1 0 に収納される。

【 0 0 4 1 】

3 個の交流接続バスバー 4 1 6 は、交流ターミナル 4 7 0 とそれぞれのパワー半導体モジュール 3 0 0 a ないし 3 0 0 c とを接続する。電流センサ 4 1 1 は、パワー半導体モジュール 3 0 0 a ないし 3 0 0 c と側壁部 4 0 0 E の間の空間に、配置される。

【 0 0 4 2 】

冷却ボード 4 1 3 は、コンデンサモジュール 5 0 0 やパワー半導体モジュール 3 0 0 a ないし 3 0 0 c や電流センサ 4 1 1 の上部を覆うように配置されている。冷却ボード 4 1 3 は、本実施形態においては、筐体 4 0 0 に固定され、この筐体 4 0 0 に熱を伝達する。なお、冷却ボード 4 1 3 は、流路形成体 4 4 0 に直接に固定されていても良い。これにより、冷却ボード 4 1 3 は、コンデンサモジュール 5 0 0 からの熱、及び交流接続バスバー 4 1 6 からの熱を流路形成体 4 4 0 に逃がすようにしている。放熱シート 4 1 5 は、コンデンサモジュール 5 0 0 と冷却ボード 4 1 3 の間に配置され、コンデンサモジュール 5 0 0 の熱を冷却ボード 4 1 3 に逃がす。

10

【 0 0 4 3 】

放熱シート 4 1 7 は、交流接続バスバー 4 1 6 と冷却ボード 4 1 3 の間に配置され、交流ターミナル 4 0 8 から流入してくる電動機の熱を交流接続バスバー 4 1 6、及び放熱シート 4 1 7 を介して冷却ボード 4 1 3 に逃がす。

20

【 0 0 4 4 】

ドライバ回路基板 4 1 8 は、冷却ボード 4 1 3 を挟んでパワー半導体モジュール 3 0 0 a ないし 3 0 0 c とは反対側に配置される。上部カバー 4 1 9 は、第 1 長辺側壁部 4 0 0 A の開口部を塞ぐように、筐固定ネジ 4 2 0 によって筐体 4 0 0 に固定されている。

【 0 0 4 5 】

制御回路基板 4 2 1 は、第 1 短辺側壁部 4 0 0 C に設けられた側面部 4 3 0 に配置される。

【 0 0 4 6 】

図 5 は、パワー半導体モジュール 3 0 0 a の全体斜視図である。図 6 は、本実施形態のパワー半導体モジュール 3 0 0 a を断面 D で切断して方向 E から見たときの断面図である。パワー半導体モジュール 3 0 0 a ~ 3 0 0 c はいずれも同じ構造であり、代表してパワー半導体モジュール 3 0 0 a の構造を説明する。なお、図 5 において信号端子 3 2 5 U は、図 2 に開示したゲート電極 1 5 4 および信号用エミッタ電極 1 5 5 に対応する。信号端子 3 2 5 L は、図 2 に開示したゲート電極 1 6 4 およびエミッタ電極 1 6 5 に対応する。また直流正極端子 3 1 5 B は、図 2 に開示した正極端子 1 5 7 と同一のものであり、直流負極端子 3 1 9 B は、図 2 に開示した負極端子 1 5 8 と同一のものである。また交流端子 3 2 0 B は、図 2 に開示した交流端子 1 5 9 と同じものである。

30

【 0 0 4 7 】

図 6 に示されるように、IGBT 3 2 8、IGBT 3 3 0、ダイオード 1 5 6 及びダイオード 1 6 6 は、導体板 3 4 1 と導体板 3 4 2 によって挟まれ、半田材を介して導体板 3 4 1 と導体板 3 4 2 と固着される。本実施例では、IGBT 3 2 8、IGBT 3 3 0、ダイオード 1 5 6 及びダイオード 1 6 6 は、パワー半導体素子として機能する。

40

【 0 0 4 8 】

図 6 に示されるように、モジュールケース 3 0 4 は、電気伝導性を有する部材、例えばアルミ合金材料 (Al , Al S i , Al S i C , Al - C 等) で構成される。挿入口 3 0 6 は、モジュールケース 3 0 4 の一面に形成され、挿入導体板 3 4 1 と導体板 3 4 2 等が挿入される。フランジ 3 0 4 B は、挿入口 3 0 6 の外周を囲むように形成される。第 1 放熱面 3 0 7 A は、IGBT 3 2 8 や IGBT 3 3 0 等を介して第 2 放熱面 3 0 7 B と対向する位置に配置される。

50

【 0 0 4 9 】

第1放熱部307A及び第2放熱面307Bは、モジュールケース304の他の面より広い面積を有し、放熱性を高めている。このような形状の金属製のモジュールケース304を用いることで、モジュールケース304を水や油などの冷媒が流れる冷媒流路19内に挿入しても、冷媒に対するシールをフランジ304Bにて確保できるため、冷却媒体がモジュールケース304の内部に侵入するのを簡易な構成で防ぐことができる。フィン305は、第1放熱部307Aと第2放熱部307Bのそれぞれに形成される。薄肉部304Aは、第1放熱面307A及び第2放熱面307Bの外周に形成され、第1放熱面307A及び第2放熱面307Bよりも極端に薄く形成されている。薄肉部304Aは、第1放熱部307Aや第2放熱部307Bを加圧することで簡単に変形する程度まで厚みを

10

【 0 0 5 0 】

導体板341と導体板342は、一部が露出した状態で第一封止樹脂348によって封止される。導体板341と導体板342の露出面は、絶縁シート333と熱圧着される。これにより、導体板315等とモジュールケース304の内壁の間の空隙を少なくすることができ、パワー半導体素子の発生熱を効率良くフィン305へ伝達できる。さらに絶縁シート333にある程度の厚みと柔軟性を持たせることにより、熱応力の発生を絶縁シート333で吸収することができ、温度変化の激しい車両用の電力変換装置に使用するのに

20

【 0 0 5 1 】

図5に示されるように、直流正極配線315Aおよび直流負極配線319Aは、挿入口306から突出し、コンデンサモジュール500と電気的に接続する。直流正極端子315B(157)は、直流正極配線315Aの先端に形成される。直流負極端子319B(158)は、直流負極配線319Aの先端に形成される。交流配線320Aは、挿入口306から突出し、モータジェネレータMG1あるいはMG2に交流電力を供給する。交流端子320B(159)は、交流配線320Aの先端に形成される。

【 0 0 5 2 】

信号配線324Uおよび信号配線324Lは、挿入口306から突出し、ドライバ回路174と電気的に接続する。信号端子325U(154, 155)と信号端子325L(164, 165)は、信号配線324Uおよび信号配線324Lの先端に形成される。図6に示されるように、配線絶縁部608は、直流正極配線315Aと直流負極配線319Aの間に配置される。これにより、パワー半導体素子のスイッチング動作時に瞬間的に流れる電流が、対向してかつ逆方向に流れる。これにより、電流が作る磁界が互いに相殺する作用をなし、この作用により低インダクタンス化が可能となる。なお、交流配線320Aや信号端子325U, 325Lも、直流正極配線315A及び直流負極配線319Aと同様の方向に向かって延びている。

30

【 0 0 5 3 】

図7は、図3に示された平面Aで電力変換装置200を切断した断面図である。図8は、図7の電力変換装置200を構成する部品を抜き取り、流路形成体400、上部カバー419、側部カバー422のみで構成した断面図である。

40

【 0 0 5 4 】

パワー半導体モジュール300a~300cは、開口部403から挿入され、流路形成体440の流路空間480に配置される。これにより、パワー半導体モジュールは、前記流路空間480と対向させるように配置させることができる。本実施形態においては、パワー半導体モジュール300a~300cを流路空間480内に配置するようにしたが、流路が内部に形成された流路配管を複数設け、流路配管がパワー半導体モジュール300a~300cを挟むように構成してもよい。

【 0 0 5 5 】

ドライバ回路基板418は、開口部403が形成された流路形成体440の面と対向す

50

る位置に配置される。流路形成体440は、パワー半導体モジュール300aとドライバ回路基板418の配列方向と平行に形成された側面部430を形成する。本実施形態においては、側面部430は流路形成体440と一体に形成されているが、側面部430が流路形成体440と別々に構成されて、流路形成体440と放熱シート等により熱的に接続されるように構成してもよい。

【0056】

突出部485Aは、側面部430に形成され、制御回路基板421が配置された方向に向かって突出する。突出部485Aは、その端部が制御回路基板421と熱的に接触する。例えば、放熱シートや放熱グリースが、突出部485Aと制御回路基板421との間に配置される。

10

【0057】

さらにパワー半導体モジュール300aは、第1流路空間481が図8に示される流路空間480の一方の内壁とパワー半導体モジュール300aの第1放熱部307Aの間に設けられるようにつ、第2流路空間482が流路空間480の他方の内壁と第2放熱部07Bの間に設けられるように、流路空間480に配置される。

【0058】

そして、側面部430は、第1流路空間481を挟んでパワー半導体モジュール300aと対向するように形成される。

【0059】

これにより、側面部430は、第1流路空間481を形成する流路空間480の一方の内壁によって効率良く冷却されることができ、制御回路基板421の冷却性を向上させることができる。

20

【0060】

図9は、側面カバー422を取り除き、制御回路基板421を電力変換装置200から分解した分解斜視図である。

【0061】

本実施形態においては、突出部485Bが、突出部485Aとは別に、側面部430に形成される。これにより、制御回路基板421の放熱性をさらに向上させているが、突出部485Aと突出部485Bのいずれか一方であってもよい。

【0062】

また、図7に示されるように、第1収納空間471は、流路形成体440の開口部403が形成された面と筐体400の内壁と上部カバー419との間に設けられる。ドライバ回路基板418は、第1収納空間470に配置される。第2収納空間472は、流路形成体440の側面部430と側面カバー422との間に設けられる。制御回路基板421は、第2収納空間472に配置される。

30

【0063】

壁473は、第1収納空間471と第2収納空間472を仕切る。図9に示されるように、開口部474は、第1収納空間471と第2収納空間472を繋ぐように、壁473に形成される。

【0064】

配線490は、開口部474を通過して、ドライバ回路基板418と制御回路基板421とを電氣的に接続する。これにより、ドライバ回路基板418は放射される電磁ノイズを壁473によって遮蔽することができ、制御回路基板421を電磁ノイズから保護することができる。

40

【0065】

図10は、側面カバー422を取り除き、制御回路基板421が配置された側から見た側面図である。

【0066】

射影部421Sは、側面部430の垂直方向から投影した場合における、制御回路基板421の射影部である。射影部480Sは、側面部430の垂直方向から投影した場合に

50

おける、流路空間 4 8 0 の射影部である。

【 0 0 6 7 】

制御回路基板 4 2 1 は、制御回路基板 4 2 1 の射影部 4 2 1 S が流路空間 4 8 0 の射影部 4 8 0 S と重なるように、側面部 4 3 0 から突出する突出部 4 8 5 A や突出部 4 8 5 B を介して側面部 4 3 0 に配置される。

【 0 0 6 8 】

これにより、制御回路基板 4 2 1 は冷却効率の良い空間に配置することができるため、制御回路基板 4 2 1 上の電子部品の信頼性を向上させることができる。

また、射影部 4 8 5 A S は、突出部 4 8 5 A の射影部である。射影部 4 8 5 B S は、突出部 4 8 5 B の射影部である。突出部 4 8 5 A 又は突出部 4 8 5 B は、これらの射影部 4 8 5 A S または射影部 4 8 5 B S が制御回路基板 4 2 1 の射影部 4 2 1 S 及び流路空間 4 8 0 の射影部 4 8 0 S と重なるように、形成される。これにより、さらに制御回路基板 4 2 1 の冷却効率を高めることができる。

10

【 0 0 6 9 】

さらに、制御回路基板 4 2 1 は、電力変換装置 2 0 0 の面において、ドライバ回路基板 4 1 8 は配置された面とは異なる面に配置される。これにより、制御回路基板 4 2 1 は、ドライバ回路基板 4 1 8 から発生する電磁ノイズから保護される。

【 0 0 7 0 】

また、電力変換装置 2 0 0 は、制御回路基板 4 2 1 とドライバ回路基板 4 1 8 との間に配置される電磁シールド用金属板等が不要になり、部品点数を低減することができ、小型化及び低コスト化を図ることができる。

20

【 0 0 7 1 】

図 8 に示されるように、突出部 4 8 5 A 及び突出部 4 8 5 B は、流路形成体 4 4 0 と同一材料により一体成形される。これにより突出部 4 8 5 A 及び突出部 4 8 5 B は、冷却冷媒によって冷却され、制御回路基板 4 2 1 の冷却性能をさらに向上させることができる。

【 0 0 7 2 】

また、図 1 0 に示されるように、制御回路基板 4 2 1 は、開口部 4 7 4 の開口面と対向する第 1 領域 4 7 5 を有する。さらに、制御回路基板 4 2 1 は、第 1 領域 4 7 5 と重なる位置に、配線 4 9 0 と接続される接続部 4 7 6 を設ける。これにより、制御回路基板 4 2 1 とドライバ回路基板 4 1 8 をつなぐ配線 4 9 0 を短くすることができ、配線 4 9 0 に外部からの電磁ノイズが乗り難くなる。また配線 4 9 0 が短くなることにより配線インピーダンスが低減される効果もある。

30

【 0 0 7 3 】

また、図 1 0 に示されるように、制御回路基板 4 2 1 は、パワー半導体素子のスイッチング動作の演算を行うマイクロコンピュータ 1 7 3 を有する。マイクロコンピュータ 1 7 3 は、このマイクロコンピュータ 1 7 3 の射影部 1 7 3 S が流路空間 4 8 0 の射影部 4 8 0 S と重なるように配置される。これにより、制御回路基板 4 2 1 に搭載されている回路部品の中でも比較的発熱量の大きいマイクロコンピュータ 1 7 3 を効率的に冷却することができる。

図 1 1 は、コンデンサ端子が形成された側から見たコンデンサモジュール 5 0 0 の外観斜視図である。図 1 2 は、図 1 1 に示されたコンデンサモジュール 5 0 0 のコンデンサケース 5 0 1 を取り除いた外観斜視図である。図 1 3 は、コンデンサ端子が形成されていない側から見たコンデンサモジュール 5 0 0 の外観斜視図である。図 1 4 は、図 1 3 に示されたコンデンサモジュール 5 0 0 のコンデンサケース 5 0 1 を取り除いた外観斜視図である。図 1 5 は、図 3 の平面 B で切断した電力変換装置 2 0 0 の断面図である。

40

【 0 0 7 4 】

コンデンサ素子 5 0 1 は、直流電力を平滑化し、パワー半導体モジュール 3 0 0 a ないし 3 0 0 c に直流電力を供給する。正極側コンデンサ導体板 5 0 2 は、コンデンサ素子 5 0 1 の正極側電極とリード端子 5 0 4 を介して接続される。負極側コンデンサ導体板 5 0 3 は、コンデンサ素子 5 0 1 の負極側電極とリード端子（不図示）を介して接続される。

50

【0075】

ノイズ除去用コンデンサ508は、コンデンサ素子501よりも小さい容量のコンデンサであり、ノイズによるリップル電流を平滑化する。コンデンサケース507は、コンデンサ素子501と正極側コンデンサ導体板502と負極側コンデンサ導体板503とノイズ除去用コンデンサ508を収納する。

【0076】

図11に示される封止材509は、コンデンサケース507の収納空間に充填される。コンデンサケース507は、一面に開口部510を形成する。導体突出部511は、開口部510から突出する。正極側コンデンサ端子505aないし505c及び負極側コンデンサ端子506aないし506cは、導体突出部511から分岐される。

10

【0077】

正極側コンデンサ端子505aは、パワー半導体モジュール300aの直流正極端子315Bと接続される。正極側コンデンサ端子505bは、パワー半導体モジュール300bの直流正極端子315Bと接続される。正極側コンデンサ端子505cは、パワー半導体モジュール300cの直流正極端子315Bと接続される。

【0078】

負極側コンデンサ端子506aは、パワー半導体モジュール300aの直流負極端子319Bと接続される。負極側コンデンサ端子506bは、パワー半導体モジュール300bの直流負極端子319Bと接続される。負極側コンデンサ端子506cは、パワー半導体モジュール300cの直流負極端子319Bと接続される。

20

【0079】

正極側電源端子512は、正極側コンデンサ導体板502と接続されるとともに、開口部510から突出する。負極側電源端子513は、負極側コンデンサ導体板503と接続されるとともに、開口部510から突出する。正極側コンデンサ導体板502は、開口部510から突出する導体放熱部514を有する。

【0080】

図15に示されるように、導体放熱部514は、パイプ406と繋がる流路空間を形成する流路形成体に、流路側の放熱シート407を介して熱的に接触する。これにより、正極側電源端子512や直流正極端子315Bから伝達される熱やコンデンサ素子501から伝達される熱を、効率的に放熱することができる。

30

【0081】

また、図15に示されるようにコンデンサケース507は、開口部510がパワー半導体モジュール300aないし300cと対向するように、流路形成体に配置される。導体放熱部514は、コンデンサケース507と流路形成体の間の空間に配置されるように、コンデンサケース507の外壁に沿って形成される。

【0082】

これにより、正極側コンデンサ端子505aないし505c及び負極側コンデンサ端子506aないし506cの長さを短くできるとともに、導体放熱部514の伝熱距離を短くことができ、コンデンサモジュール500の放熱性をさらに向上させることができる。

40

【0083】

図16は、冷却ボード413を上面側からみた全体斜視図である。図17は、冷却ボード413を下面側からみた全体斜視図である。

【0084】

冷却ボード413は、コンデンサモジュール500の導体突出部511と放熱シート415を介して熱的に接触する受熱面600を有する。導体突出部511は、一枚の板状で開口部510から突出し、その先端で正極側コンデンサ端子505aないし505cに分岐する。

【0085】

このように構成することにより、導体突出部511は、冷却ボード413の受熱面60

50

0と広い面積で接触することができ、冷却性能を向上させることができる。特に、導体突出部511は、複数のパワー半導体モジュール300aないし300cとの間のスイッチング時の還流電流が流れる部分であり、この部分を開口部510から突出させて、冷却ボード413と接触させることは、冷却性能の向上に大きく寄与する。

【0086】

また、図11に示される接地用端子520は、ノイズ除去用コンデンサ508と接続される。接地用端子520は、開口部510において、冷却ボード413に近い側から突出する。本実施形態では、接地用端子520は、導体突出部511と冷却ボード413との間に空間に配置されるように、開口部510から突出する。

【0087】

接地用接続部601が、冷却ボード413に形成され、接地用端子520と接続される。接地用接続部601は、接地用端子520と対向する位置に形成される。冷却ボード413は、金属製の筐体400と接続されている。これにより、ノイズ除去用コンデンサ508は、冷却ボード413を介して接地することができ、冷却ボード413は放熱機能と接地機能を有し、電力変換装置200の部品点数の削減や小型化に寄与する。

【符号の説明】

【0088】

140...インバータ回路部、156...ダイオード、166...ダイオード、172...制御回路部、173...マイコン、174...ドライバ回路、200...電力変換装置、300a~300c...パワー半導体モジュール、304...モジュールケース、304A...薄肉部、305...フィン、306...挿入口、307A...第1放熱部、307B...第2放熱部、315A...直流正極配線、315B...直流正極端子、319A...直流負極配線、319B...直流負極端子、324...信号導体、325U, 325L...信号端子、328...IGBT、330...IGBT、333...絶縁シート、341...導体板、342...導体板、348...第一封止樹脂、

400...筐体、400A...第1長辺側壁部、400B...第2長辺側壁部、400C...第1短辺側壁部、400D...第2短辺側壁部、400E...側壁部、402...収納部、403...開口部、406...パイプ、407...放熱シート、408...交流ターミナル、409...直流側収納口、410...交流側収納口、411...電流センサ、413...冷却ボード、416...交流接続バスバー、418...ドライバ回路基板、419...上部カバー、421...制御回路基板、421S...射影部、430...側面部、440...流路形成体、470...交流ターミナル、473...壁、474...開口部、475...第1領域、480...流路空間、480S...射影部、481...第1流路空間、482...第2流路空間、485A...突出部、485B...突出部、485AS...射影部、485BS...射影部、490...配線、500...コンデンサモジュール、501...コンデンサ素子、502...正極側コンデンサ導体板、503...負極側コンデンサ導体板、504...負極側コンデンサ端子、505aないし505c...正極側コンデンサ端子、506aないし506c...負極側コンデンサ端子、507...コンデンサケース、508...ノイズ除去用コンデンサ、509...封止材、510...開口部、511...導体突出部、512...正極側電源端子、513...負極側電源端子、514...導体放熱部、520...接地用端子、600...受熱面、601...接地用接続部

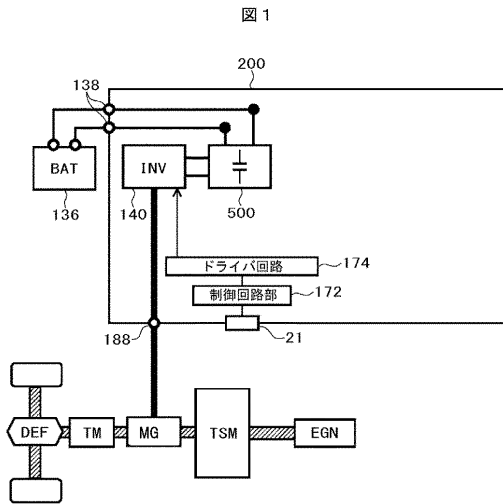
10

20

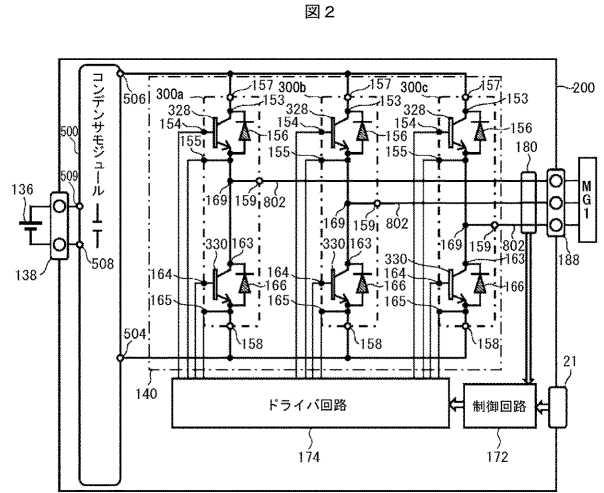
30

40

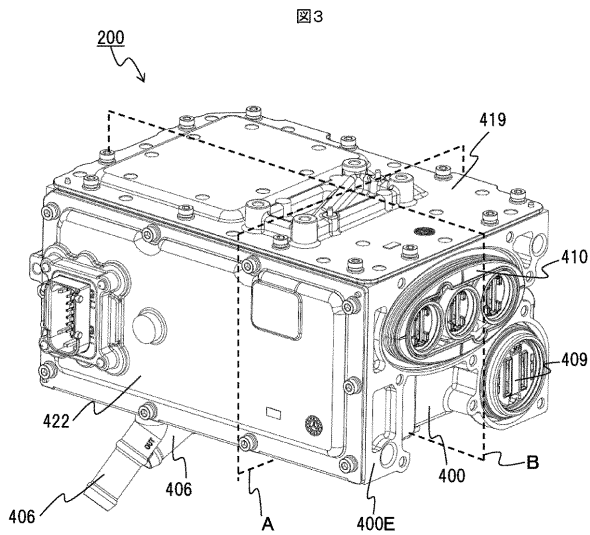
【図1】



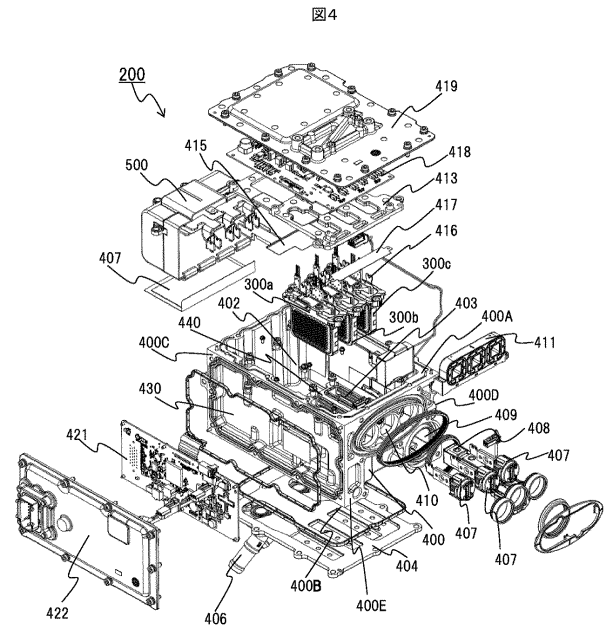
【図2】



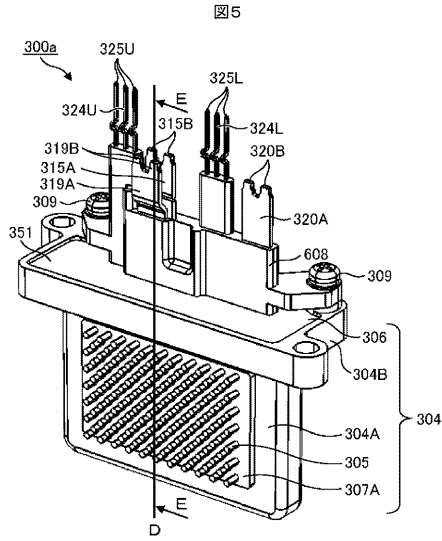
【図3】



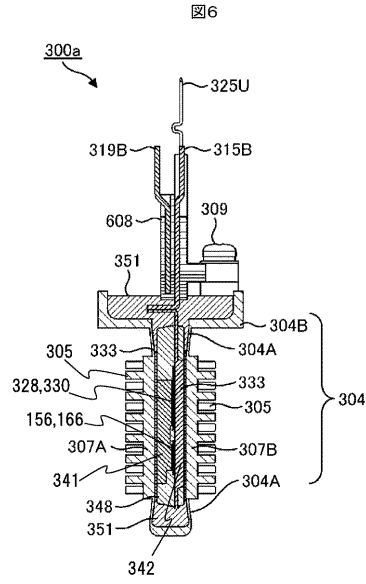
【図4】



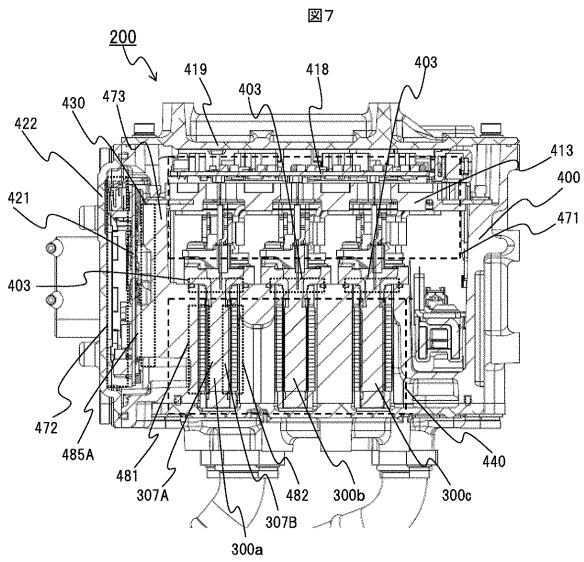
【 図 5 】



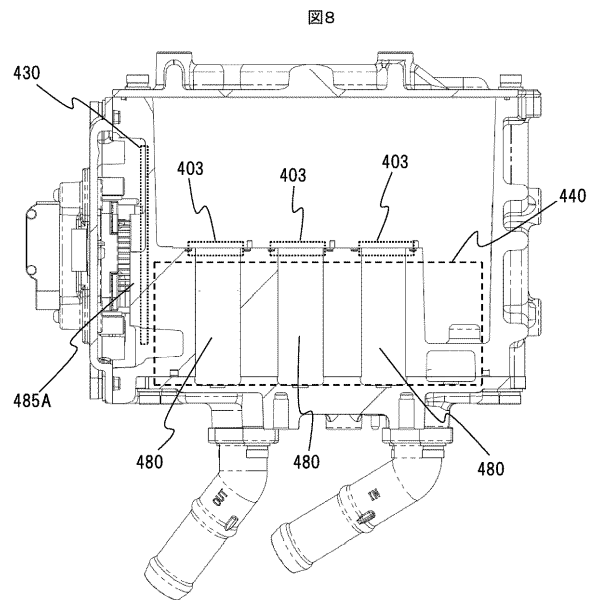
【 図 6 】



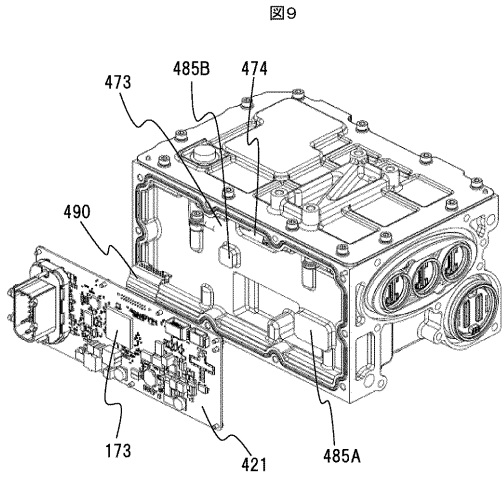
【 図 7 】



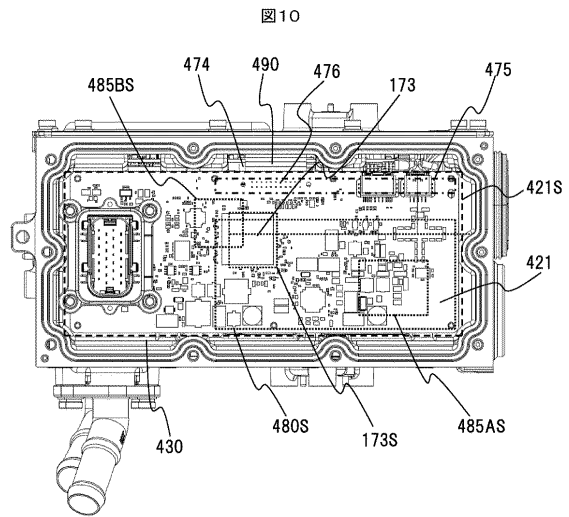
【 図 8 】



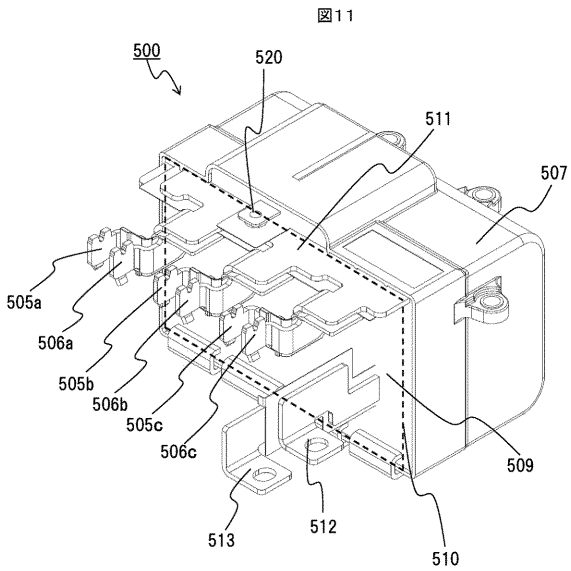
【 図 9 】



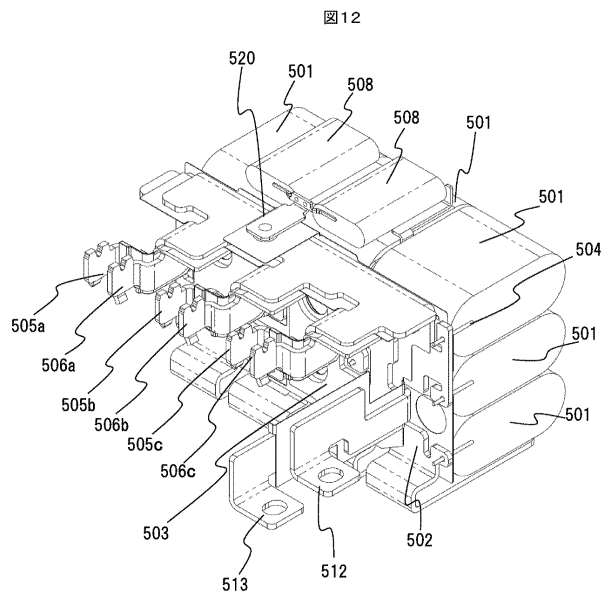
【 図 10 】



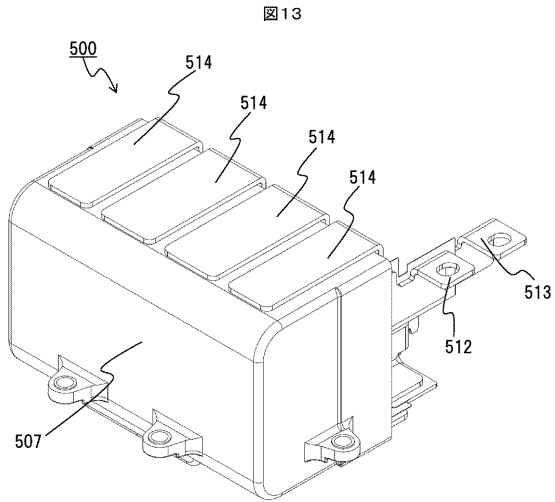
【 図 11 】



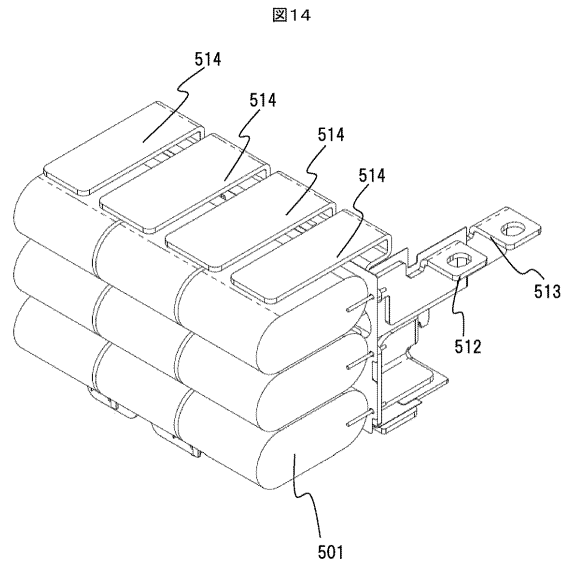
【 図 12 】



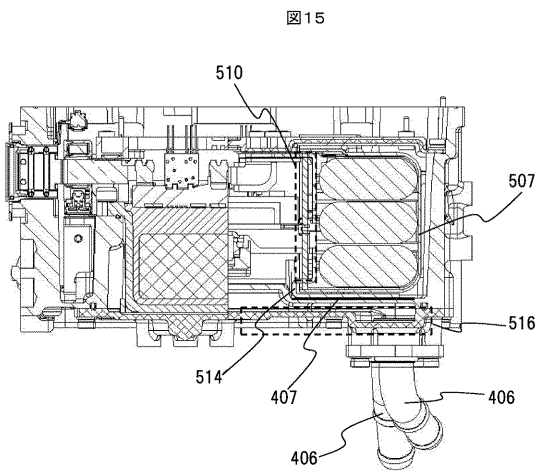
【 図 13 】



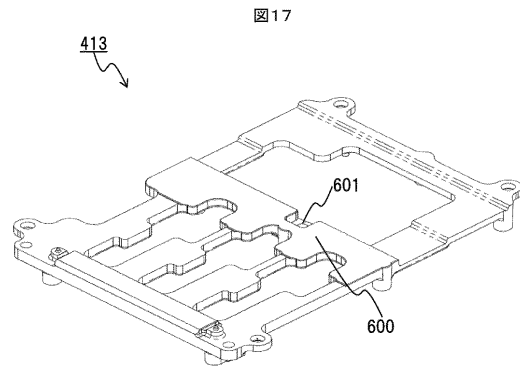
【 図 14 】



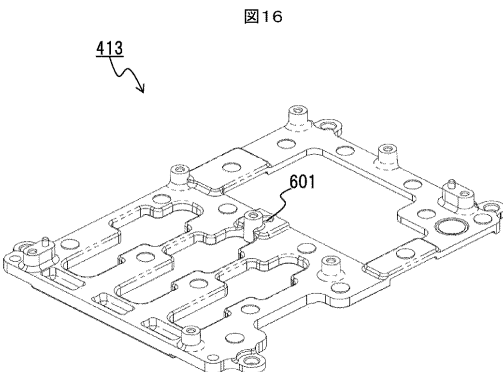
【 図 15 】



【 図 17 】



【 図 16 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-118753(JP,A)
特開平8-275549(JP,A)
米国特許出願公開第2013/0223009(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02M 7/48