

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年9月18日(18.09.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/141558 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 7/48 (2007.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/083813
- (22) 国際出願日: 2013年12月18日(18.12.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-049831 2013年3月13日(13.03.2013) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 小菅 正志(KOSUGA Masashi); 〒3128503 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内 Ibaraki (JP). 鈴木 英世(SUZUKI Hideyo); 〒3128503 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内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 井上 学, 外(INOUE Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

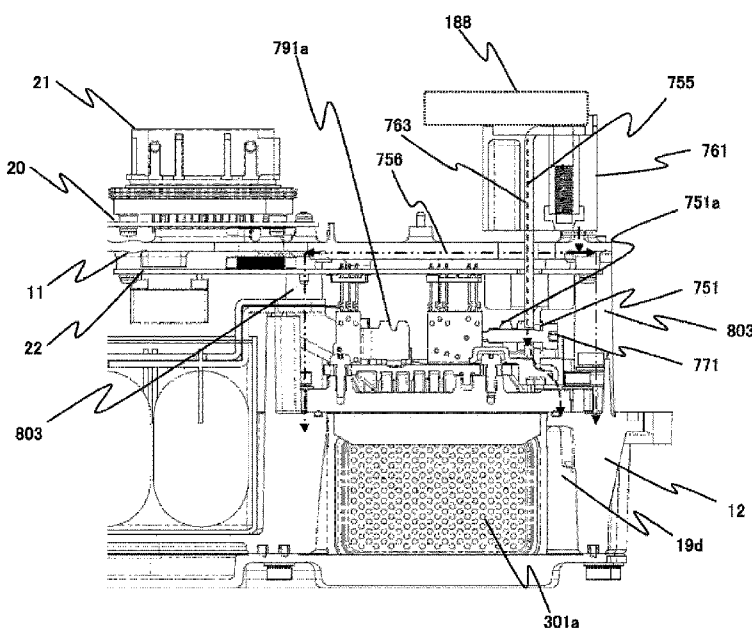
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: POWER CONVERTER

(54) 発明の名称: 電力変換装置

【図13】



(57) Abstract: The present invention addresses the problem of further improving the reliability with which internal components of a power converter are connected. This power converter is provided with a power semiconductor module for converting direct current into alternating current, a housing in which is formed an accommodation space for accommodating the power semiconductor module, an alternating-current relay bus bar fusion-spliced to the alternating current terminal of the power semiconductor module, and an alternating-current terminal block connected to the alternating-current terminal of a motor. The alternating-current relay bus bar is supported by the housing interposed by an insulating member, and the alternating-current terminal block is connected to the alternating-current relay bus bar and supported by the housing.

(57) 要約: 本発明の課題は、電力変換装置の内部部品の接続信頼性の更なる向上を図ることである。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モジュールと、前記パワー半導体モジュールを収納する収納空間を形成する筐体と、前記パワー半導体モジュールの交流端子と溶融接続により接続される交流リレーバスバーと、を備え、前記交流リレーバスバーは、絶縁部材を介して前記筐体に支持され、前記交流端子ブロックは、前記交流リレーバスバーと接続されるとともに前記筐体に支持される。

レーバスバーと、モータの交流端子と接続される交流端子ブロックと、を備え、前記交流リレーバスバーは、絶縁部材を介して前記筐体に支持され、前記交流端子ブロックは、前記交流リレーバスバーと接続されるとともに前記筐体に支持される。

明 細 書

発明の名称：電力変換装置

技術分野

[0001] 本発明は直流電力を交流電力に変換しあるいは交流電力を直流電力に変換するために使用する電力変換装置に関し、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] 一般に電力変換装置は、直流電力を受けて交流電力を発生するインバータ回路とインバータ回路を制御するための制御回路を備えている。近年は、電力変換装置の小型化が求められている。特にハイブリッド自動車や電気自動車の分野においては、車室外のとりわけエンジンルームのできるだけ小さなスペースに搭載されることが望まれており、車両への搭載性を向上させるため、更なる小型化が要求されている。

[0003] また、駆動源として用いるモータの運転時間や運転条件（高出力トルク条件）が拡大する傾向にあり、電力変換装置の信頼性の向上も同時に求められている。

[0004] 電力変換装置、とりわけ溶接部の信頼性を向上させる一例が、特許文献1（特開2011-134813号公報）及び特許文献2（特開2011-172401号公報）に開示されている。

[0005] しかしながら、車両に搭載される電力変換装置の振動条件は厳しく、電力変換装置の内部部品の接続信頼性の更なる向上が求められている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2011-134813号公報

特許文献2：特開2011-172401号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明の課題は、電力変換装置の内部部品の接続信頼性の更なる向上を図ることである。

課題を解決するための手段

[0008] 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モジュールと、前記パワー半導体モジュールを収納する収納空間を形成する筐体と、前記パワー半導体モジュールの交流端子と溶融接続により接続される交流リレーバスバーと、モータの交流端子と接続される交流端子ブロックと、を備え、前記交流リレーバスバーは、絶縁部材を介して前記筐体に支持され、前記交流端子ブロックは、前記交流リレーバスバーと接続されるとともに前記筐体に支持される。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、電力変換装置の内部部品の接続信頼性の更なる向上を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]電力変換装置の構成を説明するための分解斜視図である。

[図2]電力変換装置の全体構成を説明するために構成要素に分解した斜視図である。

[図3]流路形成体12を説明するために、図4に示す流路形成体12を底側から見た図である。

[図4(a)]パワー半導体モジュール300aの外観を示す斜視図である。

[図4(b)]パワー半導体モジュール300aの断面図である。

[図5(a)]パワー半導体モジュール300aの外観を示す斜視図である。

[図5(b)]図4(b)と同様に断面Dで切断して方向Eから見たときの断面図である。

[図5(c)]フィン305が加圧されて薄肉部304Aが変形される前の断面図を示している。

[図6(a)]図5(a)に示す状態からさらにモジュールケース304を取り除いたパワー半導体モジュール300aを示す斜視図である。

[図6(b)]図4 (b)、図5 (b)と同様に断面Dで切断して方向Eから見たときの断面図である。

[図7]図6 (a)に示す状態からさらに第1封止樹脂348および配線絶縁部608を取り除いたパワー半導体モジュール300aの斜視図である。

[図8]モジュール一次封止体302の組立工程を説明するための図である。

[図9(a)]コンデンサモジュール500の斜視図である。

[図9(b)]コンデンサモジュール500の内部構造を説明するための分解斜視図である。

[図10]図1のA-A面で切った電力変換装置200の断面図である。

[図11]蓋8と制御回路基板20を取り除き、ドライバ回路基板22と金属ベース板11と交流端子ブロック760及び761を分解した斜視図である。

[図12]図11の面Bで切った断面斜視図である。

[図13]図1のF-F面で切った電力変換装置200の断面図である。

[図14(a)]交流側中継導体802の斜視図である。

[図14(b)]交流端子ブロック760の外観を示す斜視図である。

[図14(c)]交流リレーバスバー750の外観を示す斜視図である。

[図15]パワー半導体モジュール300a～300c及び301a～301cの溶接接続部を説明するために、蓋8と制御回路基板20と金属ベース板11とドライバ回路基板22と交流端子ブロック760及び761を取り除いた斜視図である。

発明を実施するための形態

[0011] 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。本実施形態に係る電力変換装置200は、主にハイブリッド自動車や電気自動車に用いられるものである。その車両システムの一例は、特開2011-217550号公報に記載されている。なお、本実施形態に係る電力変換装置100は、その効果を達成するために他の用途に用いられてもよい。例えば生産性向上や冷却性能向上を目的とした冷蔵庫やエアコンの家電用インバータに用いられてもよい。また使用環境が車両用インバータと類似した産業機器用インバー

タに用いられてもよい。

[0012] 図1は、本発明に係る実施の形態としての電力変換装置200の分解斜視図を示す。図2は、電力変換装置200の流路形成体12の内部に収納される構成の理解を助けるために分解した全体斜視図である。

[0013] 電力変換装置200は、後述するパワー半導体モジュール300a～300c及びパワー半導体モジュール301a～301cとコンデンサモジュール500を収納するケースとして機能するとともに流路を形成する流路形成体12と、蓋8とを有する。なお、本実施形態の流路形成体12とは別にケース体を設けて、この流路形成体12をケースに収納する構成にしてもよい。

[0014] 蓋8は、電力変換装置200を構成する回路部品を収納し、流路形成体12に固定される。蓋8の内側の上部には、制御回路を実装した制御回路基板20が配置されている。蓋8の上面には、第1開口202と第3開口204aと第4開口204bと第5開口205が設けられる。さらに蓋8の側壁には、第2開口203が設けられる。

[0015] コネクタ21は、制御回路基板20に設けられるとともに第1開口202を介して外部に突出する。負極側電力線510と正極側電力線512は、直流コネクタ138とコンデンサモジュール500などを電氣的に接続するとともに第3開口203を介して外部に突出する。

[0016] 交流端子ブロック760は、交流リレーバスバー750を介してパワー半導体モジュール300a～300cと接続されるとともに第3開口204aを介して外部に突出する。交流端子ブロック761は、交流リレーバスバー751を介してパワー半導体モジュール301a～301cと接続されるとともに第4開口204bを介して外部に突出する。補機用パワーモジュール350の交流出力端子352は、第5開口205を介して外部に突出する。

[0017] コネクタ21等の端子の勘合面の向きは、車種により種々の方向となるが、特に小型車両に搭載しようとした場合、エンジンルーム内の大きさの制約や組立性の観点から勘合面を上向きにして出すことが好ましい。例えば、電

力変換装置 200 が、トランスミッション T M の上方に配置される場合には、トランスミッション T M の配置側とは反対側に向かって突出させることにより、作業性が向上する。

[0018] なお蓋 8 は、金属製であり、パワー半導体モジュール 300 a ~ 300 c 及び 301 a ~ 301 c とドライバ回路基板 22 と制御回路基板 20 と金属製のベース板 11 を収納するケースとして機能する。

[0019] またコネクタ 21 は、第 1 開口 202 を介して、蓋 8 の収納空間から蓋 8 の外部に突出する。これによりコネクタ 21 が実装された制御回路基板 20 は、ベース板 11 の上に取付けられているため、コネクタ 21 に外部から物理的な力が加わっても、制御回路基板 20 への負荷が抑えられるため、耐久性を含めた信頼性の向上が望める。

[0020] 流路形成体 12 は、冷却冷媒が流れる流路と繋がる開口部 400 a ~ 400 c 及び開口部 402 a ~ 402 c を形成する。開口部 400 a ~ 400 c は、挿入されたパワー半導体モジュール 300 a ~ 300 c によって塞がれ、また開口部 402 d ~ 402 f は挿入されたパワー半導体モジュール 301 a ~ 301 c によって塞がれる。

[0021] 流路形成体 12 は、パワー半導体モジュール 300 a ~ 300 c 及びパワー半導体モジュール 301 a ~ 301 c が収納される空間の側部に、コンデンサモジュール 500 を収納するための収納空間 405 が形成される。

[0022] コンデンサモジュール 500 は、パワー半導体モジュール 300 a ~ 300 c 及びパワー半導体モジュール 301 a ~ 301 c との距離が略一定となるので、平滑コンデンサとパワー半導体モジュール回路との回路定数が 3 相の各相においてバランスし易くなり、スパイク電圧を低減し易い回路構成となる。

[0023] 流路形成体 12 の流路の主構造を流路形成体 12 と一体にアルミ材の鋳造で作ることにより、流路は冷却効果に加え機械的強度を強くすることができる。またアルミ鋳造で作ることによって流路形成体 12 と流路とが一体構造となり、熱伝導が良くなり冷却効率が向上する。なお、パワー半導体モジュール 3

00a～300c及びパワー半導体モジュール301a～301cを流路に固定することで流路を完成させ、水路の水漏れ試験を行う。水漏れ試験に合格した場合に、次にコンデンサモジュール500や補機用パワーモジュール350や基板を取り付ける作業を行うことができる。このように、電力変換装置200の底部に流路形成体12を配置し、次にコンデンサモジュール500、補機用パワーモジュール350、基板等の必要な部品を固定する作業を上から順次行えるように構成されており、生産性と信頼性が向上する。

[0024] ドライバ回路基板22は、パワー半導体モジュール300a～300c及びパワー半導体モジュール301a～301cやコンデンサモジュール500の上方に配置される。またドライバ回路基板22と制御回路基板20の間にはベース板11が配置される。金属ベース板11は、ドライバ回路基板22及び制御回路基板20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ドライバ回路基板22と制御回路基板20とが発生する熱を逃がし、冷却する作用を有している。

[0025] さらに制御回路基板20の機械的な共振周波数を高める作用をする。すなわちベース板11に制御回路基板20を固定するためのねじ止め部を短い間隔で配置することが可能となり、機械的な振動が発生した場合の支持点間の距離を短くでき、共振周波数を高くできる。例えばトランスミッションから伝わる振動周波数に対して制御回路基板20の共振周波数を高くできるので、振動の影響を受け難く、信頼性が向上する。

[0026] 図3は流路形成体12を説明するための説明図で、図2に示す流路形成体12を下から見た図である。

[0027] 流路形成体12には、一つの側壁12aに、入口配管13と出口配管14が設けられる。冷却冷媒は、点線で示す流れ方向417の方向に流入するとともに、入口配管13を通して流路形成体12の一方の辺に沿って形成された第1流路部19aを流れる。第2流路部19bは、折り返し流路部を介して第1流路部19aと接続され、かつ第1流路部19aと平行に形成される。第3流路部19cは、折り返し流路部を介して第2流路部19bと接続され、

かつ第2流路部19bと平行に形成される。第4流路部19dは、折り返し流路部を介して第3流路部19cと接続され、かつ第3流路部19cと平行に形成される。第5流路部19eは、折り返し流路部を介して第4流路部19dと接続され、かつ第4流路部19dと平行に形成される。第6流路部19fは、折り返し流路部を介して第5流路部19eと接続され、かつ第5流路部19eと平行に形成される。つまり、第1流路部19aないし第6流路部19fは、一つに繋がった蛇行する流路を形成する。

[0028] 第1流路形成体441は、第1流路部19aと第2流路部19bと第3流路部19cと第4流路部19dと第5流路部19eと第6流路部19fを形成する。第1流路部19a、第2流路部19b、第3流路部19c、第4流路部19d、第5流路部19e及び第6流路部19fは、いずれも幅方向より深さ方向が大きく形成される。

[0029] 第7流路部19gは、第6流路部19fと繋がっており、かつ図4で示されたコンデンサモジュール500の収納空間405と対向する位置に形成される。第2流路形成体442は、この第7流路部19gと後述する第9流路部19iを形成する。第7流路部19gは、深さ方向よりも幅方向が大きく形成される。

[0030] 第8流路部19hは、第7流路部19gと繋がっており、かつ後述する補機用パワーモジュール350と対向する位置に形成される。また第8流路部19hは、第9流路部19iと接続される。第3流路形成体444は、この第8流路部19hを形成する。この第8流路部19hは、幅方向より深さ方向が大きく形成される。第9流路部19iは、第7流路部19gと同様に、コンデンサモジュール500の収納空間405と対向する位置に形成される。また第9流路部19iは、出口配管14と接続される。

[0031] 流路形成体12の下面には、一つに繋がった開口部404が形成される。該開口部404は、下カバー420によって塞がれる。シール部材409が、下カバー420と流路形成体12の間に設けられ、気密性を保っている。

[0032] また下カバー420には、流路形成体12から遠ざかる方向に向かって突

出する凸部406aないし406fが形成される。凸部406aないし406fは、パワー半導体モジュール300a～300c及びパワー半導体モジュール301a～301cに対応して設けられている。つまり、凸部406aは、第1流路部19aと対向して形成される。凸部406bは、第2流路部19bと対向して形成される。凸部406cは、第3流路部19cと対向して形成される。凸部406dは、第4流路部19dと対向して形成される。凸部406eは、第5流路部19eと対向して形成される。凸部406fは、第6流路部19fと対向して形成される。

[0033] 第7流路部19gの深さ及び幅は、第6流路部19fの深さ及び幅から大きく変化する。また、第9流路部19iは、第8流路部19hの深さ及び幅から大きく変化する。この大きな流路形状の変更による冷却媒体の整流および流速の管理を行うことができるように、第2流路形成体442は第7流路部19g及び第9流路部19iに突出するストレートフィン（不図示）を設けることが好ましい。

[0034] 同様に、第8流路部19hの深さ及び幅は、第7流路部19gの深さ及び幅から大きく変化する。この大きな流路形状の変更による冷却媒体の整流および流速の管理を行うことができるように、第3流路形成体444は第8流路部19hに突出するストレートフィン（不図示）を設けることが好ましい。但し、冷却冷媒の整流及び流速の管理に支障がない場合は、その限りではない。

[0035] 図4乃至図8を用いてインバータ回路に使用されるパワー半導体モジュール300a～300c及びパワー半導体モジュール301a～301cの詳細構成を説明する。上記パワー半導体モジュール300a～300c及びパワー半導体モジュール301a～301c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300aの構造を説明する。

[0036] 図4（a）は、本実施形態のパワー半導体モジュール300aの斜視図である。図4（b）は、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5は、理解を助けるために、図4に示す状態からネジ309および第2封止樹脂351を取り除いたパワー半導体モジュール300aを示す図である。図5(a)は斜視図であり、図5(b)は図4(b)と同様に断面Dで切断して方向Eから見たときの断面図である。また、図5(c)はフィン305が加圧されて薄肉部304Aが変形される前の断面図を示している。

[0037] 図6は、図5に示す状態からさらにモジュールケース304を取り除いたパワー半導体モジュール300aを示す図である。図6(a)は斜視図であり、図6(b)は図4(b)、図5(b)と同様に断面Dで切断して方向Eから見たときの断面図である。

[0038] 図7は、図6に示す状態からさらに第1封止樹脂348および配線絶縁部608を取り除いたパワー半導体モジュール300aの斜視図である。図8は、モジュール一次封止体302の組立工程を説明するための図である。

[0039] 上下アームの直列回路を構成するパワー半導体素子（IGBT328、IGBT330、ダイオード156、ダイオード166）が、図6および図7に示す如く、導体板315や導体板318によって、あるいは導体板320や導体板319によって、両面から挟んで固着される。導体板315等は、その放熱面が露出した状態で第1封止樹脂348によって封止され、当該放熱面に絶縁部材333が熱圧着される。第1封止樹脂348は図6に示すように、多面体形状（ここでは略直方体形状）を有している。

[0040] 第1封止樹脂348により封止されたモジュール一次封止体302は、モジュールケース304の中に挿入して絶縁部材333を挟んで、CAN型冷却器であるモジュールケース304の内面に熱圧着される。ここで、CAN型冷却器とは、一面に挿入口306と他面に底を有する筒形状をした冷却器である。モジュールケース304の内部に残存する空隙には、第2封止樹脂351が充填される。

[0041] モジュールケース304は、電気伝導性を有する部材、例えばアルミ合金材料（Al、AlSi、AlSiC、Al-C等）で構成される。挿入口306は、フランジ304Bによって、その外周を囲まれている。また、図4（

a) に示されるように、他の面より広い面を有する第1放熱面307A及び第2放熱面307Bがそれぞれ対向した状態で配置され、これらの放熱面に対向するようにして、各パワー半導体素子（IGBT328、IGBT330、ダイオード156、ダイオード166）が配置されている。

[0042] 当該対向する第1放熱面307Aと第2放熱面307Bと繋ぐ3つの面は、当該第1放熱面307A及び第2放熱面307Bより狭い幅で密閉された面を構成し、残りの一辺の面に挿入口306が形成される。モジュールケース304の形状は、正確な直方体である必要が無く、角が図4（a）に示す如く曲面を成していても良い。

このような形状の金属製のケースを用いることで、モジュールケース304を水や油などの冷媒が流れる流路内に挿入しても、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。また、対向した第1放熱面307Aと第2放熱面307Bに、フィン305がそれぞれ均一に形成される。さらに、第1放熱面307A及び第2放熱面307Bの外周には、厚みが極端に薄くなっている薄肉部304Aが形成されている。薄肉部304Aは、フィン305を加圧することで簡単に変形する程度まで厚みを極端に薄くしてあるため、モジュール一次封止体302が挿入された後の生産性が向上する。

[0043] 上述のように導体板315等を絶縁部材333を介してモジュールケース304の内壁に熱圧着することにより、導体板315等とモジュールケース304の内壁の間の空隙を少なくすることができ、パワー半導体素子の発生熱を効率良くフィン305へ伝達できる。さらに絶縁部材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部材333で吸収することができ、温度変化の激しい車両用の電力変換装置に使用するのに良好となる。

[0044] モジュールケース304の外には、コンデンサモジュール500と電氣的に接続するための金属製の直流正極配線315Aおよび直流負極配線319

Aが設けられており、その先端部に直流正極端子315Bと直流負極端子319Bがそれぞれ形成されている。また、モータジェネレータに交流電力を供給するための金属製の交流配線320Aが設けられており、その先端に交流端子320Bが形成されている。本実施形態では、図7に示す如く、直流正極配線315Aは導体板315と接続され、直流負極配線319Aは導体板319と接続され、交流配線320Aは導体板320と接続される。

[0045] モジュールケース304の外にはさらに、ドライバ回路と電氣的に接続するための金属製の信号配線324Uおよび324Lが設けられており、その先端部に信号端子325Uと信号端子325Lがそれぞれ形成されている。本実施形態では、図7に示す如く、信号配線324UはIGBT328と接続され、信号配線324LはIGBT328と接続される。

[0046] 直流正極配線315A、直流負極配線319A、交流配線320A、信号配線324Uおよび信号配線324Lは、樹脂材料で成形された配線絶縁部608によって相互に絶縁された状態で、補助モールド体600として一体に成型される。配線絶縁部608は、各配線を支持するための支持部材としても作用し、これに用いる樹脂材料は、絶縁性を有する熱硬化性樹脂かあるいは熱可塑性樹脂が適している。これにより、直流正極配線315A、直流負極配線319A、交流配線320A、信号配線324Uおよび信号配線324Lの間の絶縁性を確保でき、高密度配線が可能となる。

補助モールド体600は、モジュール一次封止体302と接続部370において金属接合された後に、配線絶縁部608に設けられたネジ穴を貫通するネジ309によってモジュールケース304に固定される。接続部370におけるモジュール一次封止体302と補助モールド体600との金属接合には、たとえばTIG溶接などを用いることができる。

[0047] 直流正極配線315Aと直流負極配線319Aは、配線絶縁部608を間に挟んで対向した状態で互いに積層され、略平行に延びる形状を成している。こうした配置および形状とすることで、パワー半導体素子のスイッチング動作時に瞬間的に流れる電流が、対向してかつ逆方向に流れる。これにより

、電流が作る磁界が互いに相殺する作用をなし、この作用により低インダクタンス化が可能となる。なお、交流配線 3 2 0 A や信号端子 3 2 5 U, 3 2 5 L も、直流正極配線 3 1 5 A 及び直流負極配線 3 1 9 A と同様の方向に向かって延びている。

[0048] モジュール一次封止体 3 0 2 と補助モールド体 6 0 0 が金属接合により接続されている接続部 3 7 0 は、第 2 封止樹脂 3 5 1 によりモジュールケース 3 0 4 内で封止される。これにより、接続部 3 7 0 とモジュールケース 3 0 4 との間に必要な絶縁距離を安定的に確保することができるため、封止しない場合と比較してパワー半導体モジュール 3 0 0 a の小型化が実現できる。

[0049] 図 7 に示されるように、接続部 3 7 0 の補助モジュール 6 0 0 側には、補助モジュール側直流正極接続端子 3 1 5 C、補助モジュール側直流負極接続端子 3 1 9 C、補助モジュール側交流接続端子 3 2 0 C、補助モジュール側信号接続端子 3 2 6 U および補助モジュール側信号接続端子 3 2 6 L が一列に並べて配置される。一方、接続部 3 7 0 のモジュール一次封止体 3 0 2 側には、多面体形状を有する第 1 封止樹脂 3 4 8 の一つの面に沿って、素子側直流正極接続端子 3 1 5 D、素子側直流負極接続端子 3 1 9 D、素子側交流接続端子 3 2 0 D、素子側信号接続端子 3 2 7 U および素子側信号接続端子 3 2 7 L が一列に並べて配置される。こうして接続部 3 7 0 において各端子が一列に並ぶような構造とすることで、トランスファーマールドによるモジュール一次封止体 3 0 2 の製造が容易となる。

[0050] ここで、モジュール一次封止体 3 0 2 の第 1 封止樹脂 3 4 8 から外側に延出している部分をその種類ごとに一つの端子として見た時の各端子の位置関係について述べる。以下の説明では、直流正極配線 3 1 5 A（直流正極端子 3 1 5 B と補助モジュール側直流正極接続端子 3 1 5 C を含む）および素子側直流正極接続端子 3 1 5 D により構成される端子を正極側端子と称し、直流負極配線 3 1 9 A（直流負極端子 3 1 9 B と補助モジュール側直流負極接続端子 3 1 9 C を含む）および素子側直流負極接続端子 3 1 5 D により構成される端子を負極側端子と称し、交流配線 3 2 0 A（交流端子 3 2 0 B と補

助モジュール側交流接続端子 3 2 0 C を含む) および素子側交流接続端子 3 2 0 D により構成される端子を出力端子と称し、信号配線 3 2 4 U (信号端子 3 2 5 U と補助モジュール側信号接続端子 3 2 6 U を含む) および素子側信号接続端子 3 2 7 U により構成される端子を上アーム用信号端子と称し、信号配線 3 2 4 L (信号端子 3 2 5 L と補助モジュール側信号接続端子 3 2 6 L を含む) および素子側信号接続端子 3 2 7 L により構成される端子を下アーム用信号端子と称する。

[0051] 上記の各端子は、いずれも第 1 封止樹脂 3 4 8 および第 2 封止樹脂 3 5 1 から接続部 3 7 0 を通して突出しており、その第 1 封止樹脂 3 4 8 からの各突出部分 (素子側直流正極接続端子 3 1 5 D、素子側直流負極接続端子 3 1 9 D、素子側交流接続端子 3 2 0 D、素子側信号接続端子 3 2 7 U および素子側信号接続端子 3 2 7 L) は、上記のように多面体形状を有する第 1 封止樹脂 3 4 8 の一つの面に沿って一列に並べられている。また、正極側端子と負極側端子は、第 2 封止樹脂 3 5 1 から積層状態で突出しており、モジュールケース 3 0 4 の外に延出している。このような構成としたことで、第 1 封止樹脂 3 4 8 でパワー半導体素子を封止してモジュール一次封止体 3 0 2 を製造する時の型締めの際に、パワー半導体素子と当該端子との接続部分への過大な応力や金型の間隙が生じるのを防ぐことができる。また、積層された正極側端子と負極側端子の各々を流れる反対方向の電流により、互いに打ち消しあう方向の磁束が発生されるため、低インダクタンス化を図ることができる。

[0052] 補助モジュール 6 0 0 側において、補助モジュール側直流正極接続端子 3 1 5 C、補助モジュール側直流負極接続端子 3 1 9 C は、直流正極端子 3 1 5 B、直流負極端子 3 1 9 B とは反対側の直流正極配線 3 1 5 A、直流負極配線 3 1 9 A の先端部にそれぞれ形成されている。また、補助モジュール側交流接続端子 3 2 0 C は、交流配線 3 2 0 A において交流端子 3 2 0 B とは反対側の先端部に形成されている。補助モジュール側信号接続端子 3 2 6 U、3 2 6 L は、信号配線 3 2 4 U、3 2 4 L において信号端子 3 2 5 U、3

２５Ｌとは反対側の先端部にそれぞれ形成されている。

[0053] 一方、モジュール一次封止体３０２側において、素子側直流正極接続端子３１５Ｄ、素子側直流負極接続端子３１９Ｄ、素子側交流接続端子３２０Ｄは、導体板３１５、３１９、３２０にそれぞれ形成されている。また、素子側信号接続端子３２７Ｕ、３２７Ｌは、ボンディングワイヤ３７１によりＩＧＢＴ３２８、３３０とそれぞれ接続されている。

[0054] 図８に示すように、直流正極側の導体板３１５および交流出力側の導体板３２０と、素子側信号接続端子３２７Ｕおよび３２７Ｌとは、共通のタイバー３７２に繋がれた状態で、これらが略同一平面状の配置となるように一体的に加工される。導体板３１５には、上アーム側のＩＧＢＴ３２８のコレクタ電極と上アーム側のダイオード１５６のカソード電極が固着される。導体板３２０には、下アーム側のＩＧＢＴ３３０のコレクタ電極と下アーム側のダイオード１６６のカソード電極が固着される。ＩＧＢＴ３２８、３３０およびダイオード１５５、１６６の上には、導体板３１８と導体板３１９が略同一平面状に配置される。導体板３１８には、上アーム側のＩＧＢＴ３２８のエミッタ電極と上アーム側のダイオード１５６のアノード電極が固着される。導体板３１９には、下アーム側のＩＧＢＴ３３０のエミッタ電極と下アーム側のダイオード１６６のアノード電極が固着される。各パワー半導体素子は、各導体板に設けられた素子固着部３２２に、金属接合材１６０を介してそれぞれ固着される。金属接合材１６０は、例えばはんだ材や銀シート及び微細金属粒子を含んだ低温焼結接合材、等である。

[0055] 各パワー半導体素子は板状の扁平構造であり、当該パワー半導体素子の各電極は表裏面に形成されている。図８に示されるように、パワー半導体素子の各電極は、導体板３１５と導体板３１８、または導体板３２０と導体板３１９によって挟まれる。つまり、導体板３１５と導体板３１８は、ＩＧＢＴ３２８及びダイオード１５６を介して略平行に対向した積層配置となる。同様に、導体板３２０と導体板３１９は、ＩＧＢＴ３３０及びダイオード１６６を介して略平行に対向した積層配置となる。また、導体板３２０と導体板

318は中間電極329を介して接続されている。この接続により上アーム回路と下アーム回路が電氣的に接続され、上下アーム直列回路が形成される。上述したように、導体板315と導体板318の間にIGBT328及びダイオード156を挟み込むと共に、導体板320と導体板319の間にIGBT330及びダイオード166を挟み込み、導体板320と導体板318を中間電極329を介して接続する。その後、IGBT328の制御電極328Aと素子側信号接続端子327Uとをボンディングワイヤ371により接続すると共に、IGBT330の制御電極330Aと素子側信号接続端子327Lとをボンディングワイヤ371により接続する。

[0056] 図9(a)は、コンデンサモジュール500の斜視図である。図9(b)は、コンデンサモジュール500の内部構造を説明するための分解斜視図である。積層導体板501は、板状の幅広導体で形成された負極導体板505及び正極導体板507、さらに負極導体板505と正極導体板507に挟まれた絶縁シート550により構成されている。積層導体板501は、各相の上下アームの直列回路を流れる電流に対して磁束を互いに相殺しあうので、上下アームの直列回路を流れる電流に関して低インダクタンス化が図られる。

[0057] 負極側の電源端子508及び正極側の電源端子509は、積層導体板501の長手方向の一方の辺から立ち上げられた状態で形成され、それぞれ正極導体板507と負極導体板505に接続されている。補機用コンデンサ端子516及び517は、積層導体板501の長手方向の一方の辺から立ち上げられた状態で形成され、それぞれ正極導体板507と負極導体板505に接続されている。

[0058] 中継導体部530は、積層導体板501の長手方向の一方の辺から立ち上げられた状態で形成される。コンデンサ端子503a～503cは、中継導体部530の端部から突出しており、各パワー半導体モジュール300a～300cに対応して形成される。また、コンデンサ端子503d～503fも、中継導体部530の端部から突出しており、各パワー半導体モジュール

301a～301cに対応して形成される。中継導体部530及びコンデンサ端子503a～503cのいずれも、絶縁シート550を挟んだ積層状態により構成され、上下アームの直列回路150を流れる電流に関して低インダクタンス化が図られる。また、中継導体部530は、電流の流れを妨げるような貫通孔等が全く形成されないか、できるだけ少なくなるように構成される。

[0059] このような構成により、相毎に設けられたパワー半導体モジュール300a～300c間にスイッチング時に生じる還流電流が中継導体部530に流れ易くなり、積層導体板501側に流れにくくなる。よって、還流電流による積層導体板501の発熱を低減することができる。

[0060] なお、本実施形態では、負極導体板505、正極導体板507、バッテリー負極側端子508、バッテリー負極側端子509、中継導体部530及びコンデンサ端子503a～503fは、一体に成形された金属製の板で構成され、上下アームの直列回路を流れる電流に対してインダクタンス低減の効果を有する。

[0061] コンデンサセル514は、積層導体板501の下方に複数個設けられる。本実施の形態では、3つのコンデンサセル514が積層導体板501の長手方向の一方の辺に沿って一列に並べられ、かつさらに別の3つのコンデンサセル514が積層導体板501の長手方向の他方の辺に沿って一列に並べられ、合計6個のコンデンサセルが設けられる。

[0062] 積層導体板501の長手方向のそれぞれの辺に沿って並べられたコンデンサセル514は、図9(a)に示される点線AAを境にて対称に並べられる。これにより、コンデンサセル514によって平滑化された直流電流をパワー半導体モジュール300a～300c及びパワー半導体モジュール301a～301cに供給する場合に、コンデンサ端子503a～503cとコンデンサ端子503d～503fとの間の電流バランスが均一化され、積層導体板501のインダクタンス低減を図ることができる。また、電流が積層導体板501にて局所的に流れることを防止できるので、熱バランスが均一化

されて耐熱性も向上させることができる。

[0063] コンデンサセル514は、コンデンサモジュール500の蓄電部の単位構造体であり、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枚の金属の各々を正極、負極としたフィルムコンデンサを用いる。コンデンサセル514の電極は、巻回した軸面がそれぞれ、正極、負極電極となり、スズなどの導電体を吹き付けて製造される。

[0064] コンデンサケース502は、コンデンサセル514を収納するための収納部511を備え、収納部511は上面及び下面が略長形状を成す。コンデンサケース502は、コンデンサモジュール500を流路形成体12に固定するための固定手段例えば螺子を貫通させるための孔520a～520hを設けられる。本実施形態のコンデンサケース502は、熱伝導性を向上させるために、高熱伝導性の樹脂により構成されるが、金属等で構成されていてもよい。

[0065] また、積層導体板501とコンデンサセル514がコンデンサケース502に収納された後に、コンデンサ端子503a～503fと負極側の電源端子508及び正極側の電源端子509を除いて、積層導体板501が覆われるようにコンデンサケース502内に充填材551が充填される。

[0066] 本実施形態では、コンデンサモジュール500の収納部511の長手方向に沿って第7流路部19gと第9流路部19iが設けられており（図3参照）、冷却効率が向上する。また、コンデンサセル514は、当該コンデンサセル514の電極面の一方が収納部511の長手方向の辺を形成する内壁と対向するように配置されている。収納部511の長手方向の辺を形成する内壁は、第2流路部19b、第3流路部19c、第4流路部19d、第5流路部19e、第6流路部19fと対向して形成される。これにより、フィルムの巻回軸の方向に熱が伝達し易いので、熱がコンデンサセル514の電極面を介してコンデンサケース502に逃げやすくなっている。

[0067] また、ノイズフィルタ用コンデンサセル515aは、正極導体板507と接続され、正極とグラウンドと間に発生する所定ノイズを除去する。ノイズフ

ィルタ用コンデンサセル515bは、負極導体板505と接続され、負極とグラウンドと間に発生する所定ノイズを除去する。ノイズフィルタ用コンデンサセル515a及び515bは、コンデンサセル514よりも容量が小さくなるように設定される。またノイズフィルタ用コンデンサセル515a及び515bは、コンデンサ端子503a～503fよりも負極側の電源端子508及び正極側の電源端子509に近づけて配置される。これにより、負極側の電源端子508及び正極側の電源端子509に混入する所定ノイズを早期に除去することができ、パワー半導体モジュールに対するノイズの影響を小さくできる。

[0068] 図10は、図1のA-A面で切った電力変換装置200の断面図である。

[0069] パワー半導体モジュール300bは図3にて示された第2流路部19b内に収納される。モジュールケース304の外壁は、第2流路部19b内に流れる冷却冷媒と直接接触する。他のパワー半導体モジュール300aと300c及びパワー半導体モジュール301aないし301cも、パワー半導体モジュール300bと同様に、各流路部の内部に収納される。

[0070] パワー半導体モジュール300bはコンデンサモジュール500の側部に配置される。コンデンサモジュールの高さ540は、パワー半導体モジュールの高さ360よりも小さく形成される。ここでコンデンサモジュールの高さ540は、コンデンサケース502の底面部からコンデンサ端子503bまでの高さであり、パワー半導体モジュールの高さ360はモジュールケース304の底面部から信号端子325Uの先端までの高さである。

[0071] そして第2流路形成体442は、コンデンサモジュール500の下部に配置される第7流路部19gと第9流路部19iを設ける。つまり第7流路部19gと第9流路部19iは、パワー半導体モジュール300bの高さ方向に沿って、コンデンサモジュール500と並べて配置される。この第7流路部の高さ443は、パワー半導体モジュールの高さ360とコンデンサモジュールの高さ540との差分よりも小さくなる。なお、第7流路部の高さ443は、パワー半導体モジュールの高さ360とコンデンサモジュールの高

さ540との差分と同じであってもよく、第7流路部19gと第9流路部19iの高さは同じとする。

[0072] また一方で、パワー半導体モジュール300bとコンデンサモジュール500とが、同一面での固定、接続作業が可能となるため、組立性の向上が可能となる。

[0073] また一方で、コンデンサモジュールの高さ540を、パワー半導体モジュールの高さ360よりも低く抑えることにより、第7流路部19gをコンデンサモジュール500の下部に配置することができるため、コンデンサモジュール500の冷却も可能となる。また、コンデンサモジュール500の上部とパワー半導体モジュール300bの上部の高さが近距離となるので、コンデンサ端子503bがコンデンサモジュール500の高さ方向に長くなることを抑制することができる。

[0074] また一方で、第7流路部19gと第9流路部19iをコンデンサモジュール500の下部に配置することで、コンデンサモジュール500の側部に冷却流路を配置することを避けて、コンデンサモジュール500とパワー半導体モジュール300bを近づけて、コンデンサモジュール500とパワー半導体モジュール300bとの配線距離を長くなることを抑制することができる。

[0075] またドライバ回路基板22は、ドライバ回路の駆動電源を生成するトランス24を搭載する。このトランス24の高さは、ドライバ回路基板22に搭載された回路部品の高さよりも大きく形成される。ドライバ回路基板22とパワー半導体モジュール300a～300c及びパワー半導体モジュール301a～301cとの間の空間は、信号端子325Uや直流正極端子315Bが配置される。一方、ドライバ回路基板22とコンデンサモジュール500との間の空間には、トランス24を配置する。これにより、ドライバ回路基板22とコンデンサモジュール500との間のスペースを有効利用が可能となる。またドライバ回路基板22のトランス24が配置された面とは反対側の面には、高さを揃えた回路部品を実装することで、ドライバ回路基板2

2と金属ベース板11との距離を抑えることが出来る。

[0076] 図11は、蓋8と制御回路基板20を取り除き、ドライバ回路基板22とベース板11と交流端子ブロック760及び761を分解した全体斜視図である。

[0077] ドライバ回路基板22は、パワー半導体モジュール300a～300c及びパワー半導体モジュール301a～301cの上部に配置される。金属ベース板11は、ドライバ回路基板22を挟んでパワー半導体モジュール300a～300c及びパワー半導体モジュール301a～301cとは反対側に配置される。

[0078] ドライバ回路基板22は、交流バスバー763が貫通する貫通孔22aないし22cを形成する。ドライバ回路基板22は、交流バスバー763が貫通する貫通孔22dないし22fを形成する。

[0079] 本実施形態では電流センサ180aは貫通孔22aに嵌め合わされており、電流センサ180bは貫通孔22bに嵌め合わされており、電流センサ180cは貫通孔22cに嵌め合わされており、電流センサ180dが貫通孔22dに嵌め合わされており、電流センサ180eが貫通孔22eに嵌め合わされており、電流センサ180fは貫通孔22fに嵌め合わされている。

[0080] ドライバ回路基板22に貫通孔22a～22fを設けることにより、電流センサをドライバ回路基板22に直接配置することができ、交流端子ブロック760及び761を形成する交流バスバー763の配線を簡素にでき、小型化に寄与する。

[0081] また電流センサ180a等は、ドライバ回路基板22とパワー半導体モジュール300a～300c及びパワー半導体モジュール301a～301cとの間の空間に配置される。パワー半導体モジュール300a～300c及びパワー半導体モジュール301a～301cは直流正極端子315B等を有し、これら直流正極端子315B等はドライバ回路基板22との間に十分な絶縁距離を確保する必要がある。

[0082] その絶縁距離を確保するための空間内に電流センサ180a等を配置する

ことにより、電力変換装置内の空間を絶縁空間及び電流センサの配置空間を共用することができる。よって電力変換装置の小型化に繋がる。

[0083] ベース板 1 1 は、貫通孔 2 2 a ～ 2 2 c と対向する位置に貫通孔 1 1 a が形成され、貫通孔 2 2 d ～ 2 2 f と対向する位置に貫通孔 1 1 b が形成される。また図 1 に示されるように蓋 8 は、貫通孔 1 1 a と対向する位置に第 3 開口 2 0 4 a を形成して、交流コネクタ 1 8 8 を形成する。また蓋 8 は、貫通孔 1 1 b と対向する位置に第 4 開口 2 0 4 b を形成して、交流コネクタ 1 8 8 を形成する。

[0084] これにより、交流コネクタ 1 8 8 とパワー半導体モジュール 3 0 1 a ～ 3 0 1 c との間にドライバ回路基板 2 2 を配置する場合であっても、交流端子ブロック 7 6 0 及び 7 6 1 を形成する交流バスバー 7 6 3 の配線の複雑化を抑制し、電力変換装置 2 0 0 の小型化を図ることができる。

[0085] また、貫通孔 2 2 a ～ 2 2 c は、交流バスバー 7 6 3 の配列方向に沿って、ドライバ回路基板 2 2 に設けられる。またドライバ回路基板 2 2 は、コンデンサモジュール 5 0 0 の長手方向の辺を一边とし、コンデンサモジュール 5 0 0 の短手方向の辺とパワー半導体モジュール 3 0 0 a ～ 3 0 0 c 及び 3 0 1 a ～ 3 0 1 c の長手方向の辺を合わせた長さをもう一边とした、長方形状を有している。

[0086] これにより、貫通孔 2 2 a ～ 2 2 c は、ドライバ回路基板 2 2 の一边に沿って配置されるため、貫通孔を複数有していても、広い範囲の回路配線面積を確保することが可能となる。

[0087] 図 1 に示すように、制御回路基板 2 0 は、第 1 開口 2 0 2 を形成する蓋 8 の一面と対向して配置される。そしてコネクタ 2 1 は、制御回路基板 2 0 に直接実装され、かつ蓋 8 に形成された第 1 開口 2 0 2 を介して外部に突出する。これにより、電力変換装置 2 0 0 内部の空間を有効的に利用することが可能となる。

[0088] また、コネクタ 2 1 が実装された制御回路基板 2 0 は、ベース板 1 1 に固定されているため、コネクタ 2 1 に外部から物理的な力が加わっても、制御

回路基板 20 への負荷が抑えられるため、耐久性を含めた信頼性の向上が望める。

[0089] 図 12 は、図 11 の面 B で切った断面斜視図である。接続部 23 a は、パワー半導体モジュール 300 a の信号端子 325 U とドライバ回路基板 22 との接続部である。接続部 23 b は、パワー半導体モジュール 300 a の信号端子 325 L とドライバ回路基板 22 との接続部である。接続部 23 a 及び 23 b は、半田材により形成される。

[0090] ベース板 11 の貫通孔 11 a は、接続部 23 a 及び 23 b と対向する位置まで形成される。これにより、ドライバ回路基板 22 がベース板 11 に固定された状態で、金属ベース板 11 の貫通孔 11 a を介して接続部 23 a 及び 23 b の接続作業を行うことができる。

[0091] また制御回路基板 20 は、電力変換装置 200 の上面から投影した場合に、制御回路基板 20 の射影部が貫通孔 11 a の射影部と重ならないように配置される。これにより制御回路基板 20 が接続部 23 a 及び 23 b の接続作業に干渉しないととも制御回路基板 20 は、接続部 23 a 及び 23 b からの電磁ノイズの影響を小さくすることができる。

[0092] 本実施形態においては、ドライバ回路基板 22 が、パワー半導体モジュール 300 a 等及びコンデンサモジュール 500 と対向するように大きく形成される。このような場合でも、交流端子 320 B は、コンデンサモジュール 500 に対して直流正極端子 315 B よりも遠くに配置される。また制御端子 325 L は、直流正極端子 315 B と交流端子 320 B との間に配置される。また接続部 23 b は、制御端子 325 L と対向する位置に配置される。

[0093] これにより、貫通孔 22 b はドライバ回路基板 22 上においてドライバ回路 25 よりもドライバ回路基板 22 の縁辺に近い側に配置されることになる。よって、貫通孔 22 b が形成されることによるドライバ回路基板 22 の強度の低下を抑制することができ、耐振動性能を向上させることができる。

[0094] 図 13 は、図 1 の F-F 面で切った電力変換装置 200 の断面図である。交流リレーバスバー 751 と交流端子ブロック 761 は、いずれも筐体とし

て機能を有する流路形成体 12 に支持されている。このため、モータの交流コネクタ 188 の取付け時に加わった荷重は、交流端子ブロック 761 を介して点線で示す矢印方向 755 の方向に流路形成体 12 へ応力分散される。また、交流端子ブロック 761 で分散仕切れなかった荷重は、交流バスバー 763 から交流リレーバスバー 751 を介して 2 点鎖線で示す矢印方向 756 の方向に流路形成体 12 へ応力分散される。

[0095] これによって、モータの交流コネクタ 188 の取付け時に加わった荷重が交流溶接接続部 751a に至るまでに、2 段階で応力分散され、溶接部へ発生する応力を極力排除することが可能となる。

[0096] また、交流リレーバスバー 751 は、パワー半導体モジュール 301a の交流端子 320B と溶接接続される。また、交流端子ブロック 761 は、モータの交流コネクタ 188 と接続されるとともに、交流リレーバスバー 751 と接続される。これによって、交流端子ブロック 761 を形成している交流バスバー 763 の形状のみの変更によって、溶接部へ発生する応力を低減する効果を維持し、モータの交流コネクタ 188 の出力方向をパワー半導体モジュール 301a の上面方向と側面方向のいずれも可能な構造を容易に採用することができる。

[0097] 金属製の支持部材 803 は、流路形成体 12 から突出するとともに流路形成体 12 と接続される。金属ベース板 11 は、支持部材 803 の先端部に支持される。流路形成体 12 は、電氣的なグラウンドに接続される。漏洩電流の流れ 804 は、ドライバ回路基板 22 から金属ベース板 11、支持部材 803、さらに流路形成体 12 の順に流れる漏洩電流の流れ方向を示す。また、漏洩電流の流れ 805 は、制御回路基板 20 から金属ベース板 11、支持部材 803、さらに流路形成体 12 の順に流れる漏洩電流の流れ方向を示す。これにより、効率よく制御回路基板 20 とドライバ回路基板 22 の漏洩電流をグラウンドに流すことができる。

[0098] 図 14 (a) は、交流端子ブロック 760 と交流リレーバスバー 750 とにより構成される交流側中継導体 802 の斜視図である。図 14 (b) は、

交流端子ブロック 760 の斜視図である。図 14 (c) は、交流リレーバスバー 750 の斜視図である。

[0099] 交流端子ブロック 760 と交流端子ブロック 761 は同じ構造であるため、代表して交流端子ブロック 760 を用いて説明する。また、交流リレーバスバー 750 と交流リレーバスバー 751 についても同じ構造であるため、代表して交流端子ブロック 750 を用いて説明する。

[0100] 図 14 (b) に示されるように、交流端子ブロック 760 は、交流バスバー 763 と樹脂製ブロック 762 が一体に形成される。図 14 (a) に示されるように、交流バスバー 763 は、その下部において交流リレーバスバー 750 と、ネジ等により機械的に接続される。

[0101] また、交流バスバー 763 の上部 763 a は、交流コネクタ 188 が取付けられて、機械的に接続される。このように、交流バスバー 763 は両端を、ネジ等により機械的に接続されるため、溶接性を有していない安価な材料を選定することが可能となる。

[0102] 図 14 (c) に示されるように、交流リレーバスバー 750 は、リレーバスバー 753 と絶縁部材 752 が一体に形成される。後述する図 15 に示されるように、リレーバスバー 753 の一端は、パワー半導体モジュール 300 a ~ 300 c 及びパワー半導体モジュール 301 a ~ 301 c と溶接接続される。そのため、リレーバスバー 753 は、溶接性を有した材料を用いられる必要がある。また、リレーバスバー 753 と交流バスバー 763 は、リレーバスバー 753 に形成された貫通孔 755 を通る第 1 締結部材 771 によって接続される。

[0103] この時、貫通孔 755 は、交流端子ブロック 760 と交流リレーバスバー 750 の配置方向に沿って長径が形成される楕円形状となる。これにより、交流端子ブロック 760 と交流リレーバスバー 750 の組立てによる公差ばらつきを許容することが可能となる。これによって、モータの交流コネクタ 188 の取付け面の公差ばらつきを最小に保つことができるとともに、溶接部へ発生する応力を最小限に低減することが可能となる。

- [0104] さらに、交流リレーバスバー 750 は、リレーバスバー 753 と絶縁部材 752 が一体に形成されている。また、交流端子ブロック 760 及び 761 は、交流バスバー 763 と樹脂製ブロック 762 が一体に形成されている。
- [0105] 図 15 は、パワー半導体モジュール 300a~300c 及び 301a~301c の溶接接続部を説明するために、蓋 8 と制御回路基板 20 と金属ベース板 11 とドライバ回路基板 22 と交流端子ブロック 760 及び 761 を取り除いた斜視図である。
- [0106] リレーバスバー 753 は、パワー半導体モジュール 301a の交流端子 320B と溶接接続により接続され、交流溶接接続部 750a や 751a を形成する。すなわち、リレーバスバー 753 は溶接接続するため、溶接性を有した材料を選定する必要がある。一方、図 14(a) に示されたように交流バスバー 763 は、リレーバスバー 753 と機械的接続のみである。そのため交流バスバー 763 は、溶接性を有していない材料を選定することが可能となる。
- [0107] これにより、交流バスバー 763 は、リレーバスバー 753 に対して材料選定の自由度が高いため、より安価な材料を選定することで、材料コストを抑えることが可能となる。また、リレーバスバー 753 の体積を交流バスバー 763 の体積よりも小さくすることで、一層コストを抑えることが可能となる。
- [0108] さらに、交流溶接接続部 750a や 751a には、振動や衝撃に対する強度を含めた信頼性を確保することが必要となる。そのため、リレーバスバー 753 と交流端子 320B の厚さは、極力同じとなることが望ましい。すなわち、リレーバスバー 753 は材料、及び厚さの選定が制限されてしまうが、交流バスバー 763 は溶接接続による材料及び厚さ選定の制限がなく、設計的自由度の向上が望める。
- [0109] コンデンサ端子 503a と直流正極端子 315B 及び直流負極端子 319B の合わせ部が溶接接続され、直流溶接接続部 780a を形成する。
- [0110] コンデンサ端子 503b と直流正極端子 315B 及び直流負極端子 319

Bの合わせ部が溶接接続され、直流溶接接続部780bを形成する。

[0111] コンデンサ端子503cと直流正極端子315B及び直流負極端子319

Bの合わせ部が溶接接続され、直流溶接接続部780cを形成する。

[0112] コンデンサ端子503dと直流正極端子315B及び直流負極端子319

Bの合わせ部が溶接接続され、直流溶接接続部780dを形成する。

[0113] コンデンサ端子503eと直流正極端子315B及び直流負極端子319

Bの合わせ部が溶接接続され、直流溶接接続部780eを形成する。

[0114] コンデンサ端子503fと直流正極端子315B及び直流負極端子319

Bの合わせ部が溶接接続され、直流溶接接続部780fを形成する。

[0115] このとき、直流溶接接続部780aないし780fを形成するコンデンサモジュール500と、パワー半導体モジュール300a～300c及びパワー半導体モジュール301a～301cはいずれも流路形成体12へ取付けられている。つまりコンデンサモジュール500とパワー半導体モジュール300a～300c及びパワー半導体モジュール301a～301cは一体に形成された土台（流路形成体12）に固定されることになる。これにより、直流溶接接続部780aないし780fの振動時の共振点周波数を高く保つことが望めるため、溶接部の信頼性を向上することが可能となる。

[0116] また、リレーバスバー753とパワー半導体モジュール300aの合わせ部が溶接接続され、交流溶接接続部750aを形成する。

[0117] リレーバスバー753とパワー半導体モジュール300bの合わせ部が溶接接続され、交流溶接接続部750bを形成する。

[0118] リレーバスバー753とパワー半導体モジュール300cの合わせ部が溶接接続され、交流溶接接続部750cを形成する。

[0119] リレーバスバー753とパワー半導体モジュール301aの合わせ部が溶接接続され、交流溶接接続部751aを形成する。

[0120] リレーバスバー753とパワー半導体モジュール301bの合わせ部が溶接接続され、交流溶接接続部751bを形成する。

[0121] リレーバスバー753とパワー半導体モジュール301cの合わせ部が溶

接接続され、交流溶接接続部 751c を形成する。

[0122] このとき、交流溶接接続部 750a～750c 及び 751a～751c を形成する交流リレーバスバー 750 及び 751 は流路形成体 12 へ取付けられており、前述の通りパワー半導体モジュール 300a～300c 及びパワー半導体モジュール 301a～301c はいずれも流路形成体 12 へ取付けられている。つまり交流リレーバスバー 750 及び 751 とパワー半導体モジュール 300a～300c 及びパワー半導体モジュール 301a～301c は一体に形成された土台（流路形成体 12）に固定されることになる。これにより、交流溶接接続部 750a～750c 及び 751a～751c は、直流溶接接続部 780a ないし 780f と同様に振動時の共振点周波数を高く保つことが望めるため、溶接部の信頼性を向上することが可能となる。

[0123] さらに、流路形成体 12 はパワー半導体モジュール 300a～300c 及び 301a～301c を冷却するための第 1 流路形成体 441（図 3 参照）を有する。交流リレーバスバー 750 及び 751 は、パワー半導体モジュール 300a～300c 及びパワー半導体モジュール 301a～301c の近くに取り付けられる。すなわち、流路形成体 441 と交流リレーバスバー 750 及び 751 は、極近くに設置されている。これにより、交流コネクタ 188 からの熱は、図 13 に示されるように、点線で示す矢印方向 755 の方向に交流バスバー 763 からリレーバスバー 753 へと伝達される。さらに交流コネクタ 188 からの熱は、絶縁部材 752 を介して、流路形成体 12 の流路形成体 441 によって冷却される。

[0124] このとき、リレーバスバー 753 の厚さを、交流端子 320B の厚さよりも大きく形成することによって、交流コネクタ 188 からの熱を積極的に放熱することが可能となるため、パワー半導体モジュール 300a～300c 及び 301a～301c の耐熱性を含めた耐久性の向上が望める。しかし、溶接接続されるバスバー同士の厚さが著しく異なると、溶接接続後の振動や衝撃による強度を含めた耐久性の悪化や溶接性の悪化が懸念されるため、本実施形態では溶接接続される互いのバスバーの厚さの差は 30% 以下に抑え

ることとする。但し、前記懸念事項が解決される場合はその限りではない。

符号の説明

[0125] 8 蓋

1 1 ベース板

1 1 a ~ 1 1 b 貫通孔

1 2 流路形成体

1 2 a ~ 1 2 d 側壁

1 3 入口配管

1 4 出口配管

1 9 a 第1流路部

1 9 b 第2流路部

1 9 c 第3流路部

1 9 d 第4流路部

1 9 e 第5流路部

1 9 f 第6流路部

1 9 g 第7流路部

1 9 h 第8流路部

1 9 i 第9流路部

2 0 制御回路基板

2 1 コネクタ

2 2 ドライバ回路基板

2 2 a ~ 2 2 f 貫通孔

2 3 a 接続部

2 3 b 接続部

2 4 トランス

1 3 8 直流コネクタ

1 5 6、1 6 6 ダイオード

2 0 0 電力変換装置

- 202 第1開口
- 203 第2開口
- 204 a 第3開口
- 204 b 第4開口
- 205 第5開口
- 300 a～300 c、301 a～301 c パワー半導体モジュール
- 302 モジュール一次封止体
- 304 モジュールケース
- 304 A 薄肉部
- 304 B フランジ
- 305 フィン
- 306 挿入口
- 307 A 第1放熱面
- 307 B 第2放熱面
- 309 ネジ
- 315 導体板
- 315 A 直流正極配線
- 315 B 直流正極端子
- 315 C 補助モジュール側直流正極接続端子
- 315 D 素子側直流正極接続端子
- 318、319、320 導体板
- 319 A 直流負極配線
- 319 B 直流負極端子
- 319 C 補助モジュール側直流負極接続端子
- 319 D 素子側直流負極接続端子
- 320 A 交流配線
- 320 B 交流端子
- 320 C 補助モジュール側交流接続端子

- 3 2 0 D 素子側交流接続端子
- 3 2 2 素子固着部
- 3 2 4 U、3 2 4 L 信号配線
- 3 2 5 L、3 2 5 U 信号端子
- 3 2 6 L、3 2 6 U 補助モジュール側信号接続端子
- 3 2 7 L、3 2 7 U 素子側信号接続端子
- 3 2 8、3 3 0 I G B T
- 3 2 8 A、3 3 0 A 制御電極
- 3 2 9 中間電極
- 3 3 3 絶縁部材
- 3 4 8 第1封止樹脂
- 3 5 0 補機用パワーモジュール
- 3 5 1 第2封止樹脂
- 3 6 0 パワー半導体モジュールの高さ
- 3 7 0 接続部
- 3 7 1 ボンディングワイヤ
- 3 7 2 タイバー
- 4 0 0 a ~ 4 0 0 c 開口部
- 4 0 2 a ~ 4 0 2 c 開口部
- 4 0 4 開口部
- 4 0 5 収納空間
- 4 0 6 a ~ 4 0 6 f 凸部
- 4 0 9 シール部材
- 4 1 7 流れ方向
- 4 2 0 下カバー
- 4 4 1 第1流路形成体
- 4 4 2 第2流路形成体
- 4 4 4 第3流路形成体

- 5 0 0 コンデンサモジュール
- 5 0 1 積層導体板
- 5 0 2 コンデンサケース
- 5 0 3 a ～ 5 0 3 f コンデンサ端子
- 5 0 5 負極導体板
- 5 0 7 正極導体板
- 5 0 8 負極側の電源端子
- 5 0 9 正極側の電源端子
- 5 1 0 負極側電力線
- 5 1 1 収納部
- 5 1 2 正極側電力線
- 5 1 4 コンデンサセル
- 5 1 5 a、5 1 5 b ノイズフィルタ用コンデンサセル
- 5 1 6、5 1 7 補機用コンデンサ端子
- 5 2 0 a ～ 5 2 0 h 孔
- 5 3 0 中継導体部
- 5 4 0 コンデンサモジュールの高さ
- 5 5 0 絶縁シート
- 5 5 1 充填材
- 6 0 0 補助モールド体
- 6 0 8 配線絶縁部
- 7 5 0 交流リレーバスバー
- 7 5 1 交流リレーバスバー
- 7 5 0 a ～ 7 5 0 c 交流溶接接続部
- 7 5 1 a ～ 7 5 1 c 交流溶接接続部
- 7 5 2 絶縁部材
- 7 5 3 リレーバスバー
- 7 5 5 貫通孔

760、761 交流端子ブロック

762 樹脂製ブロック

763 交流バスバー

請求の範囲

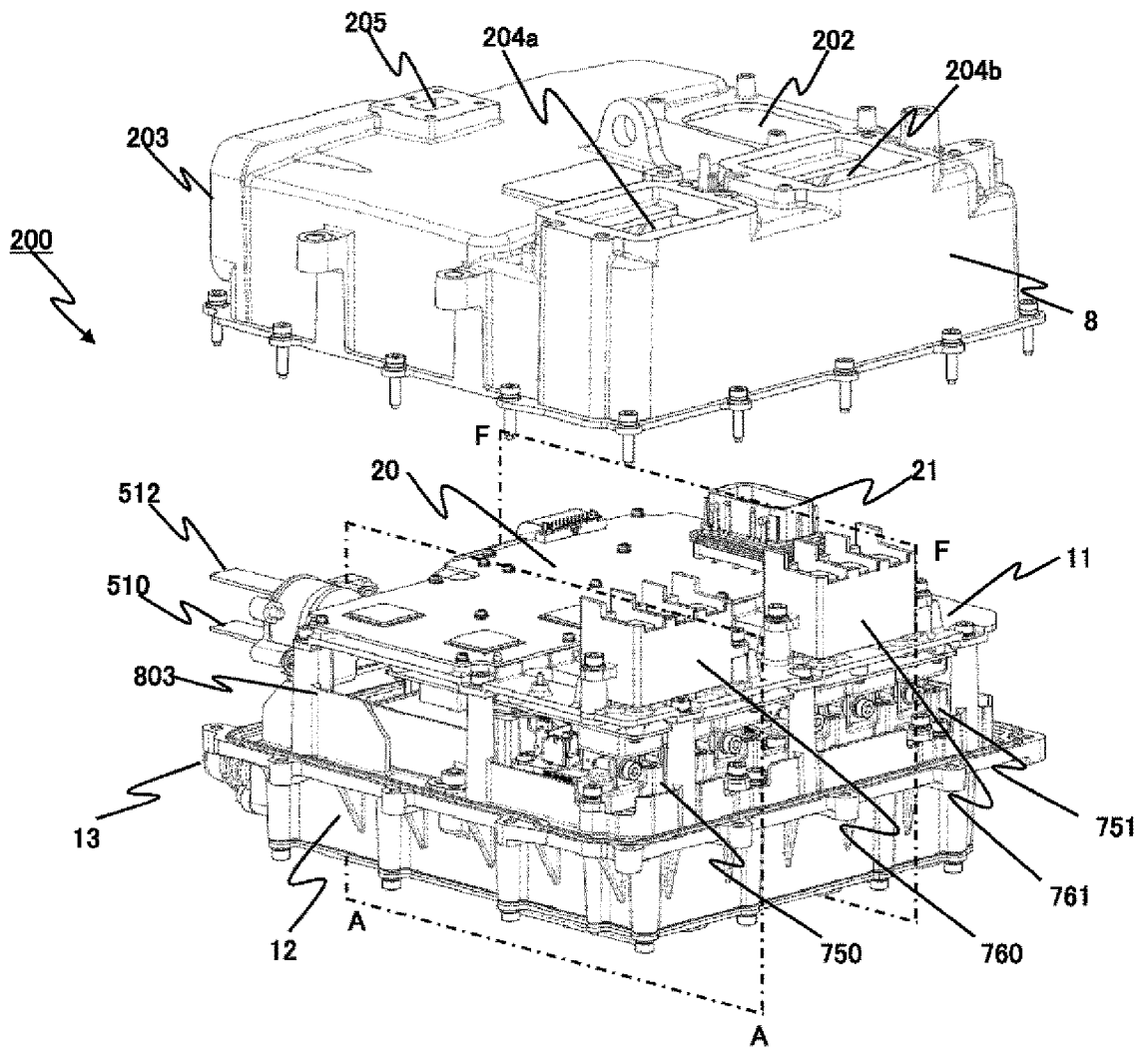
- [請求項1] 直流電流を交流電流に変換するパワー半導体モジュールと、
前記パワー半導体モジュールを収納する収納空間を形成する筐体と、
、
前記パワー半導体モジュールの交流端子と溶融接続により接続される交流リレーバスバーと、
モータの交流端子と接続される交流端子ブロックと、を備え、
前記交流リレーバスバーは、絶縁部材を介して前記筐体に支持され、
、
前記交流端子ブロックは、前記交流リレーバスバーと接続されるとともに前記筐体に支持される電力変換装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の電力変換装置であって、
前記交流端子ブロックは、前記交流リレーバスバーと機械的接続により接続する交流バスバーと、当該交流バスバーを支持する樹脂製ブロックと、を有し、
前記交流リレーバスバーは、前記交流バスバーとは異なる金属材料により構成され、
さらに前記交流リレーバスバーの体積は、前記交流バスバーの体積より小さい電力変換装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の電力変換装置であって、
前記交流リレーバスバーの厚さは、前記パワー半導体モジュールの前記交流端子の厚さよりも大きく形成される電力変換装置。
- [請求項4] 請求項1ないし3に記載されたいずれかの電力変換装置であって、
前記交流リレーバスバーは、第1貫通孔を形成し、
前記第1貫通孔は、前記交流端子ブロックと前記交流リレーバスバー750の配置方向に沿って長径が形成される楕円形状であり、
前記交流端子ブロックは、前記第1貫通孔を通る第1締結部材によって、前記交流リレーバスバーと接続される電力変換装置。

[請求項5] 請求項4に記載された電力変換装置であって、
 前記パワー半導体モジュールに伝達される駆動信号を出力するドライバ回路基板と、
 前記交流電流を検出するための第1貫通孔を形成する電流センサと、
 を備え、
 前記ドライバ回路基板は、前記交流端子ブロックと前記交流リレーバスバーとの間に配置され、
 さらに前記ドライバ回路基板は、第3貫通孔を形成し、
 前記電流センサは、当該電流センサの前記第2貫通孔が前記第3貫通孔と対向するように配置され、
 前記交流バスバーは、前記第2貫通孔及び前記第3貫通孔を通して前記交流リレーバスバーと接続される電力変換装置。

[請求項6] 請求項5に記載された電力変換装置であって、
 前記ドライバ回路基板を支持するベース板を備え、
 前記ベース板は、前記筐体に支持され、
 前記交流端子ブロックは、前記ベース板に支持される電力変換装置
 。

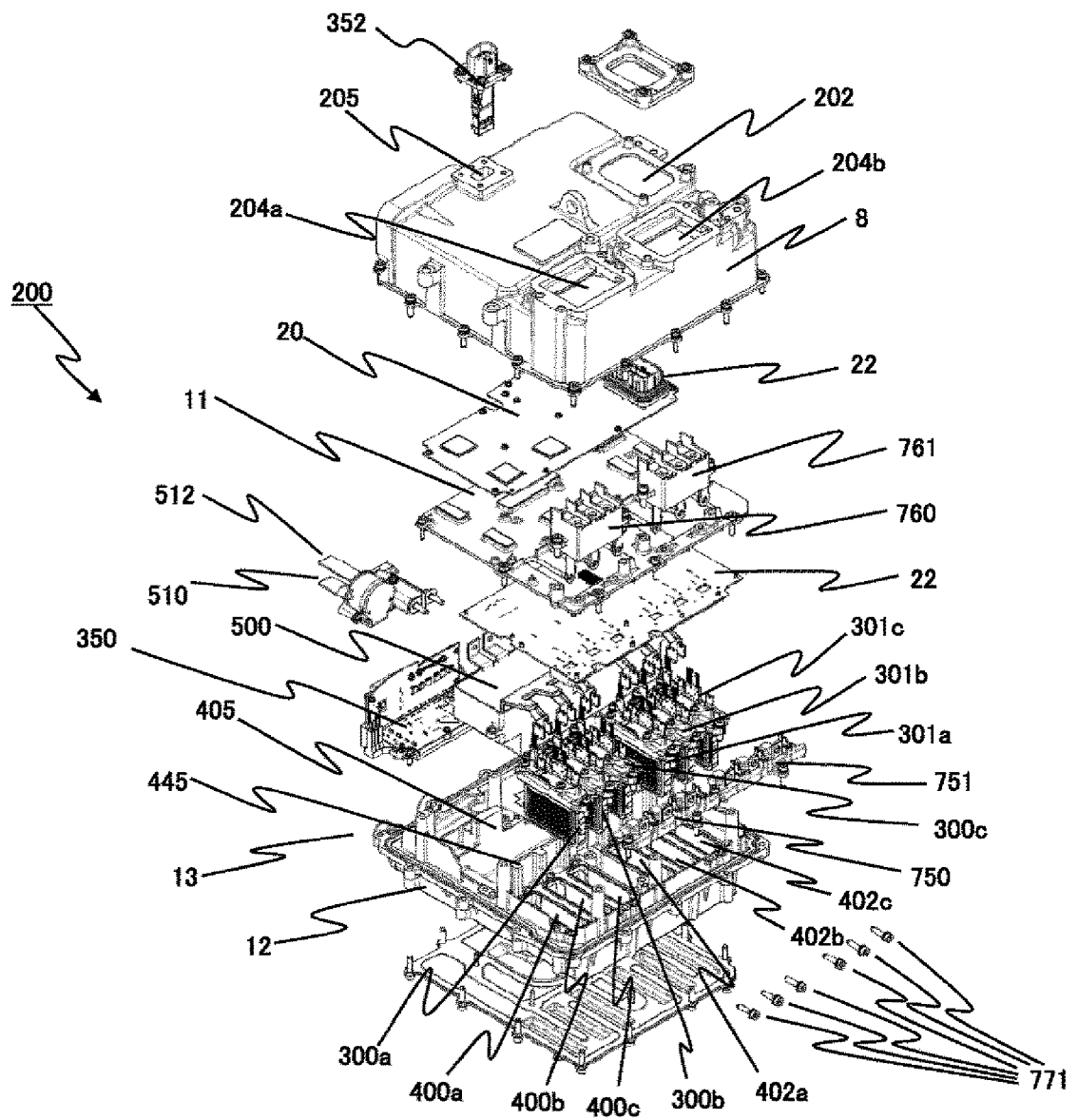
[図1]

【図1】



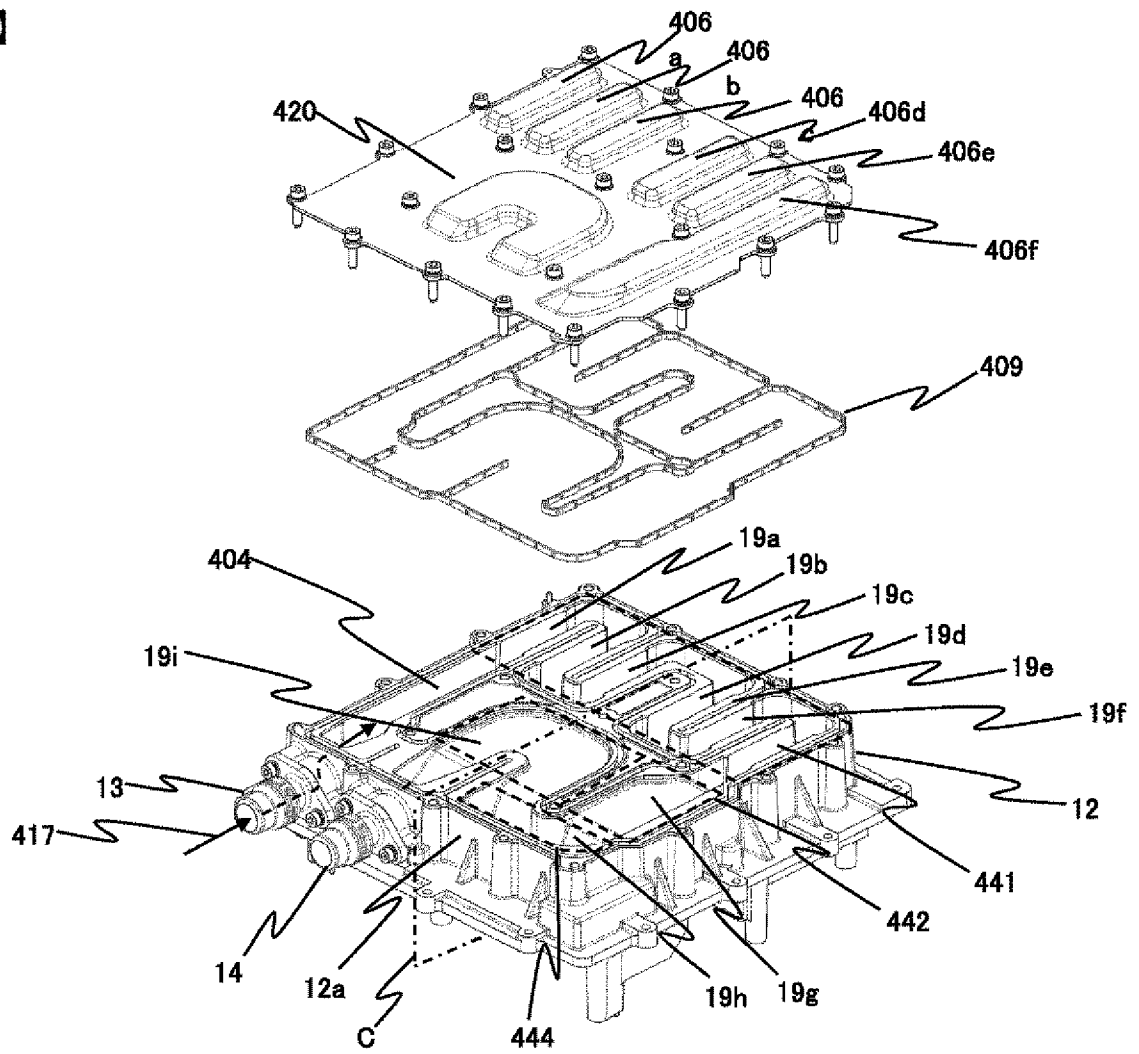
[図2]

【図2】



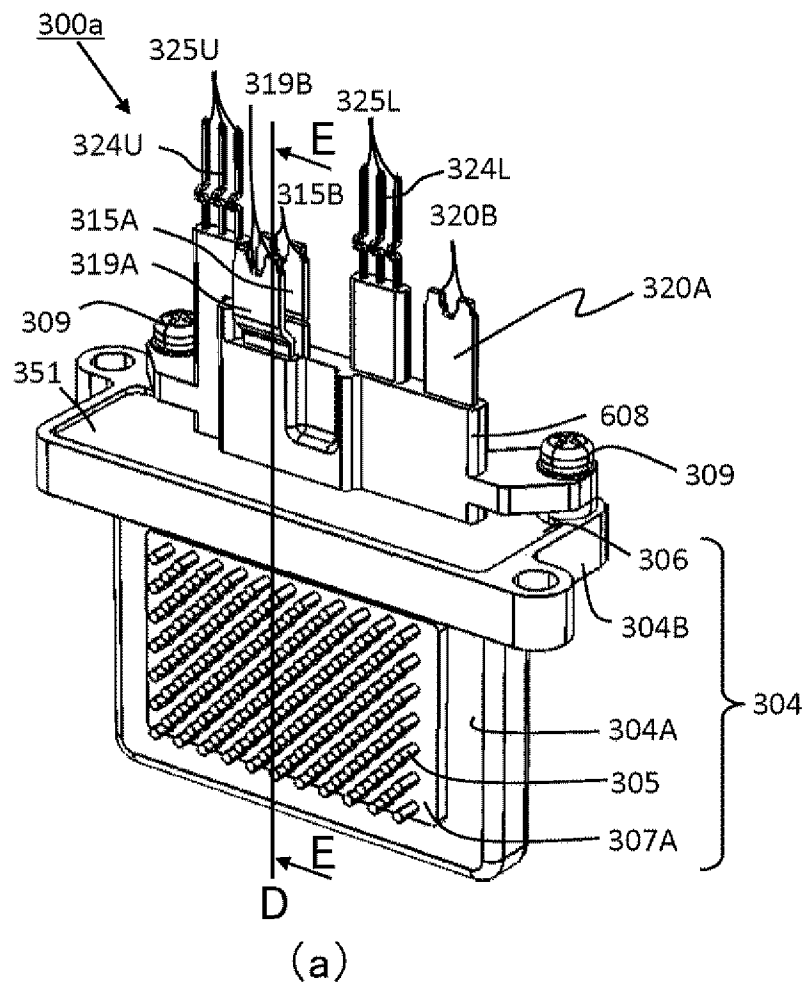
[図3]

【図3】



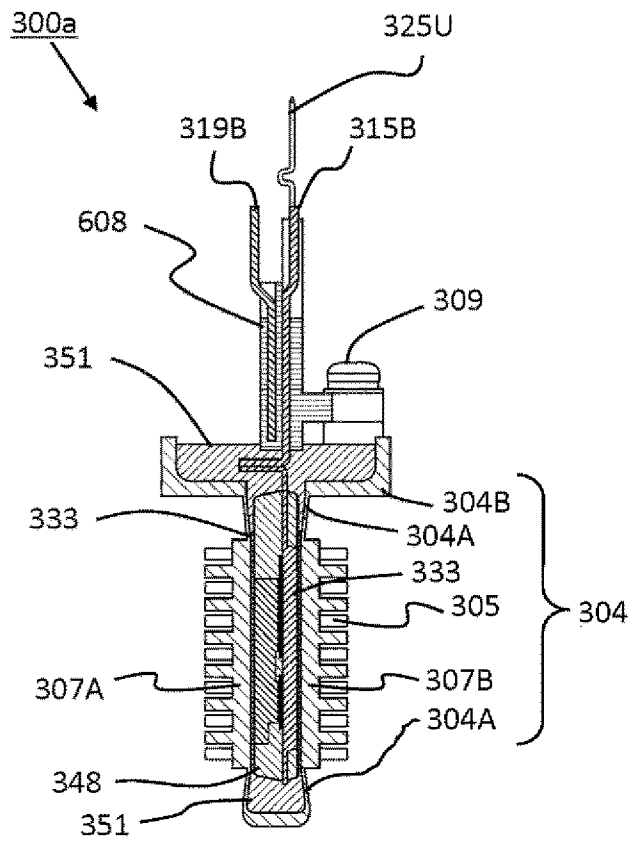
[図4(a)]

【図4(a)】



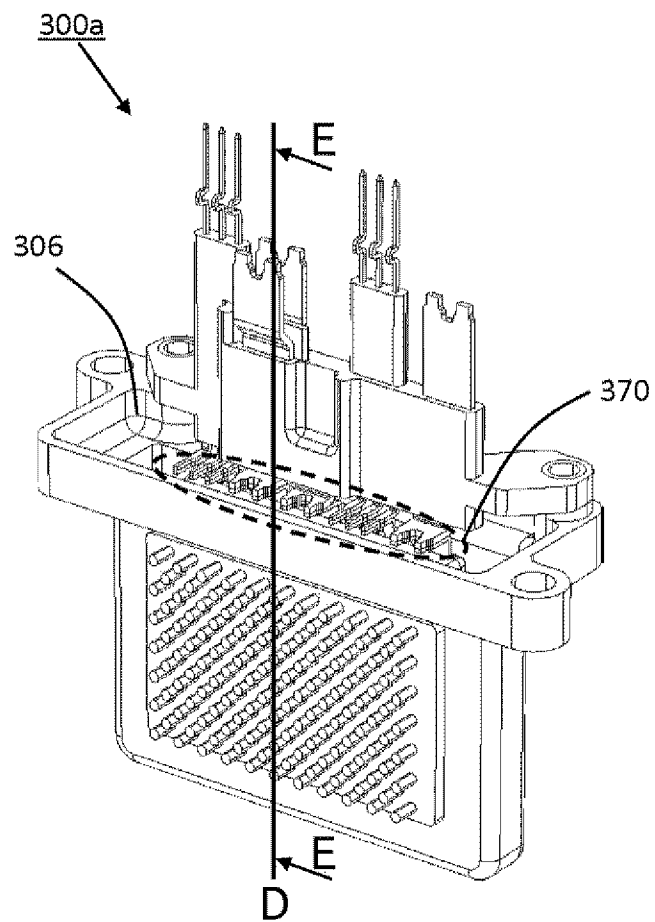
[図4(b)]

【図4(b)】



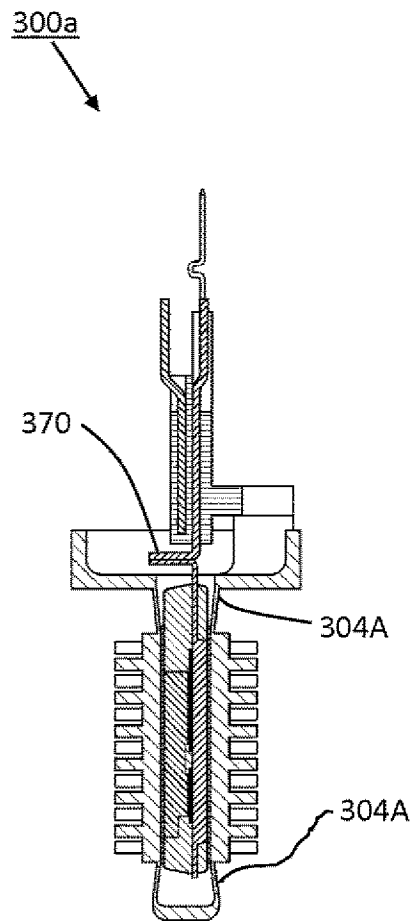
[図5(a)]

【図5(a)】



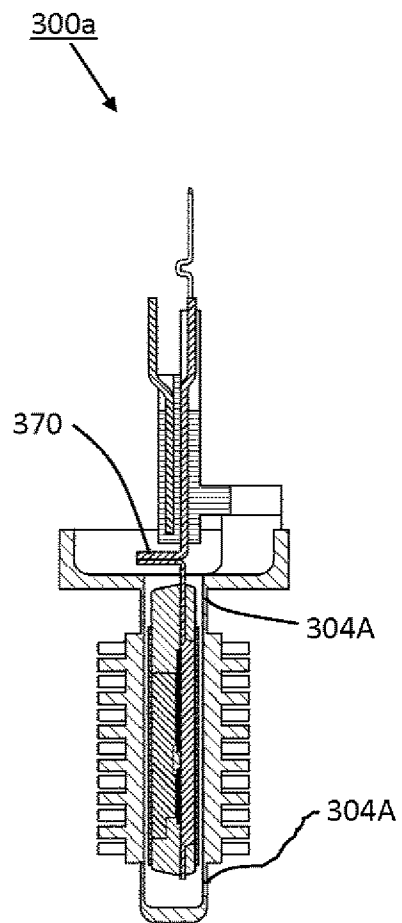
[図5(b)]

【図5(b)】



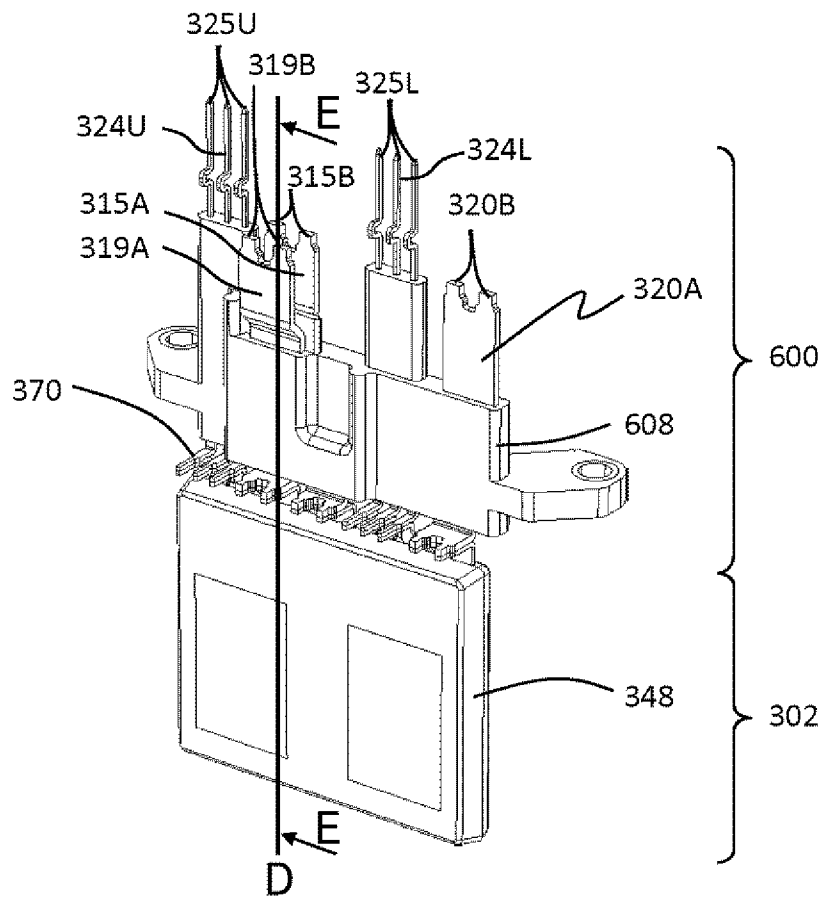
[図5(c)]

【図5(c)】



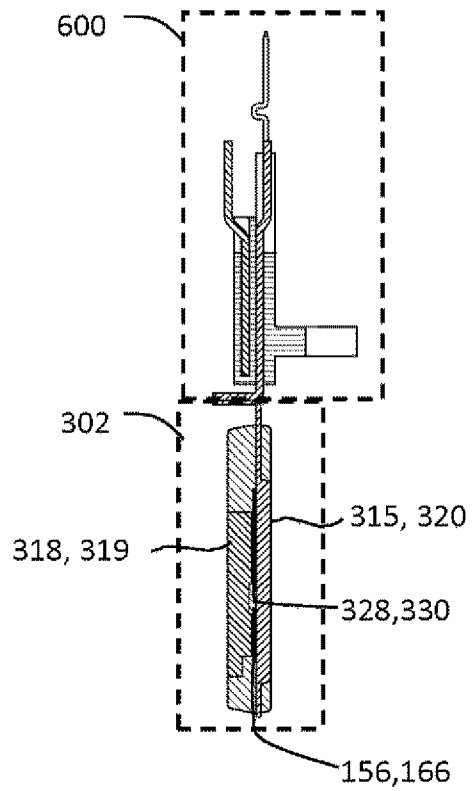
[図6(a)]

【図6(a)】



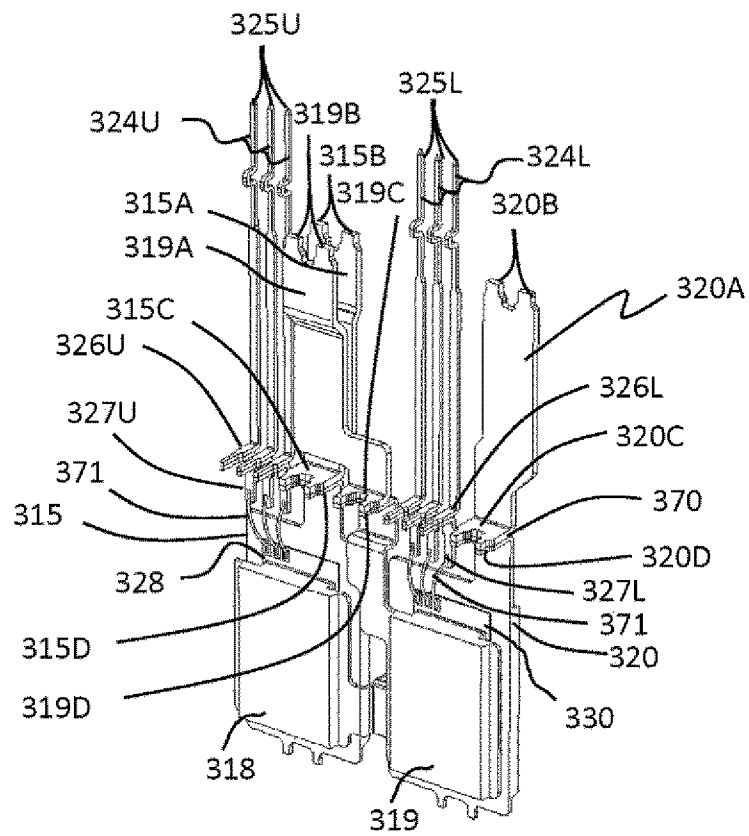
[図6(b)]

【図6(b)】



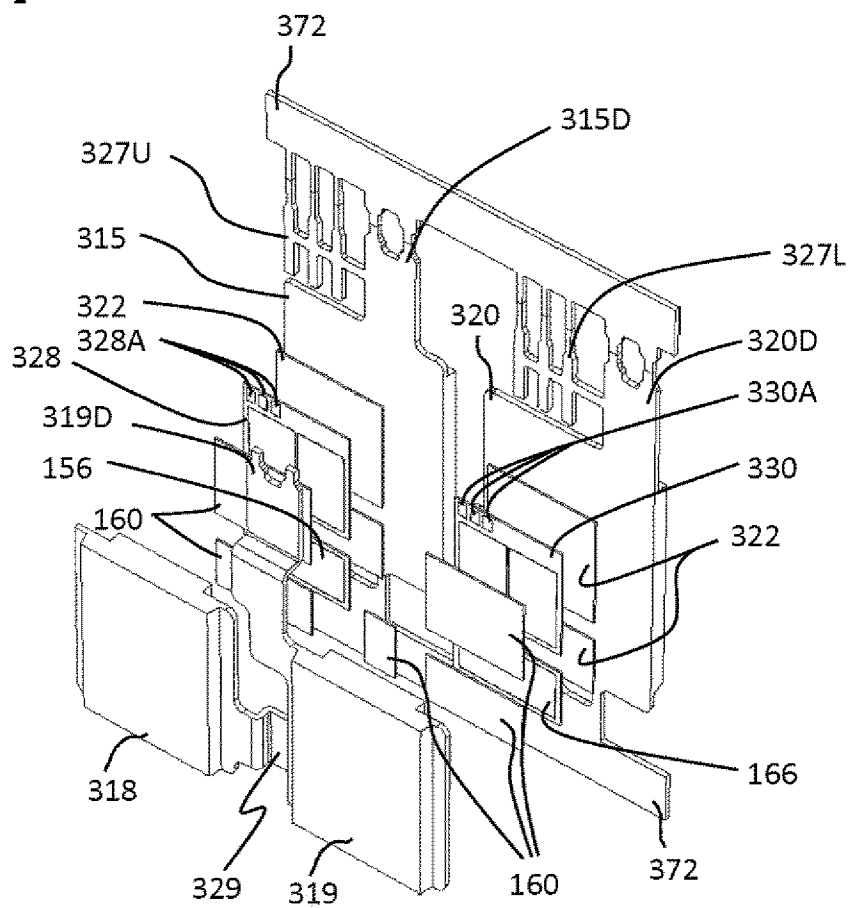
[図7]

【図7】



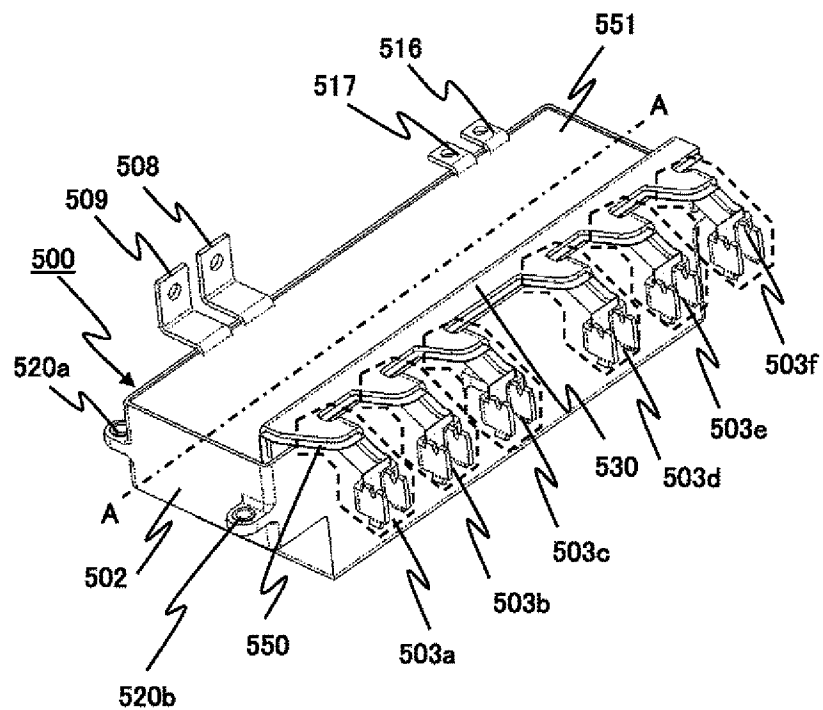
[図8]

【図8】



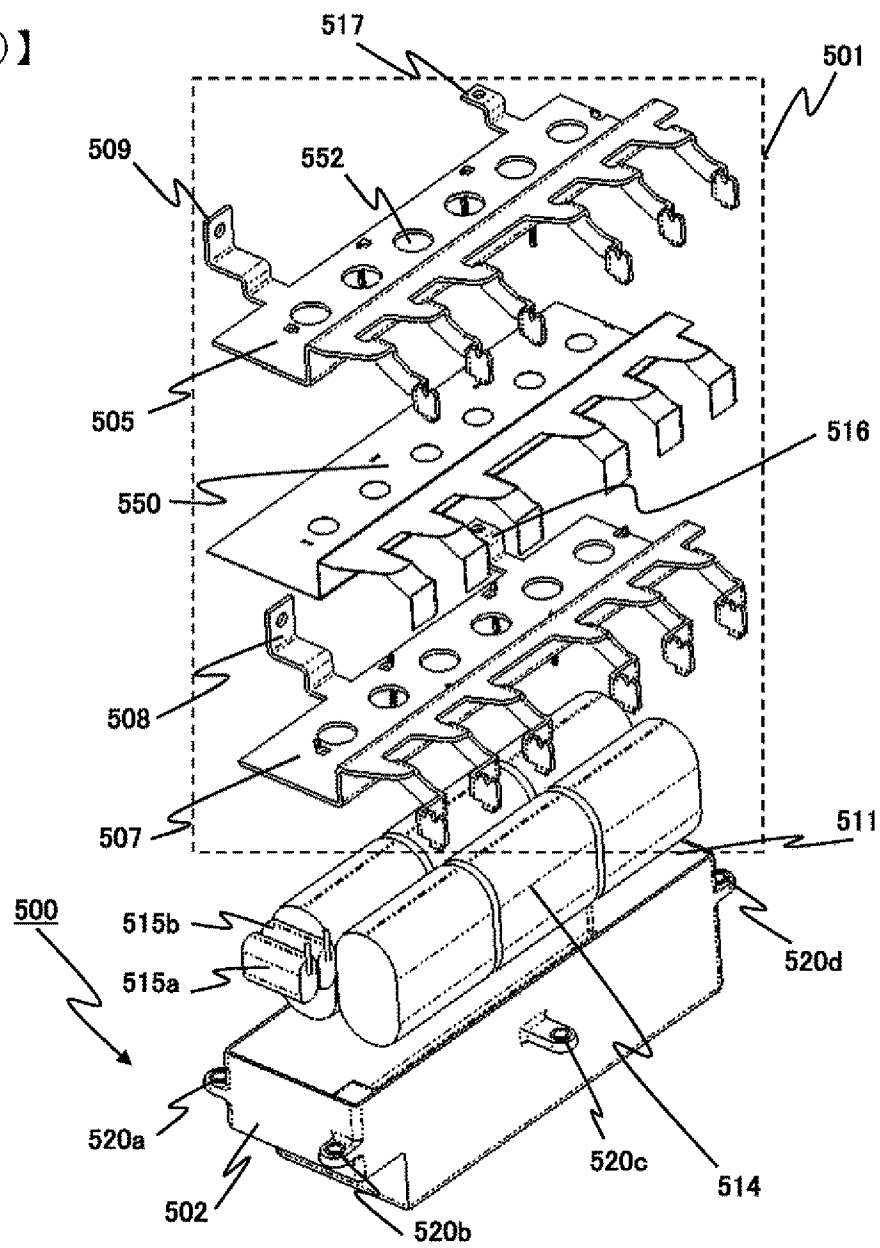
[図9(a)]

【図9(a)】

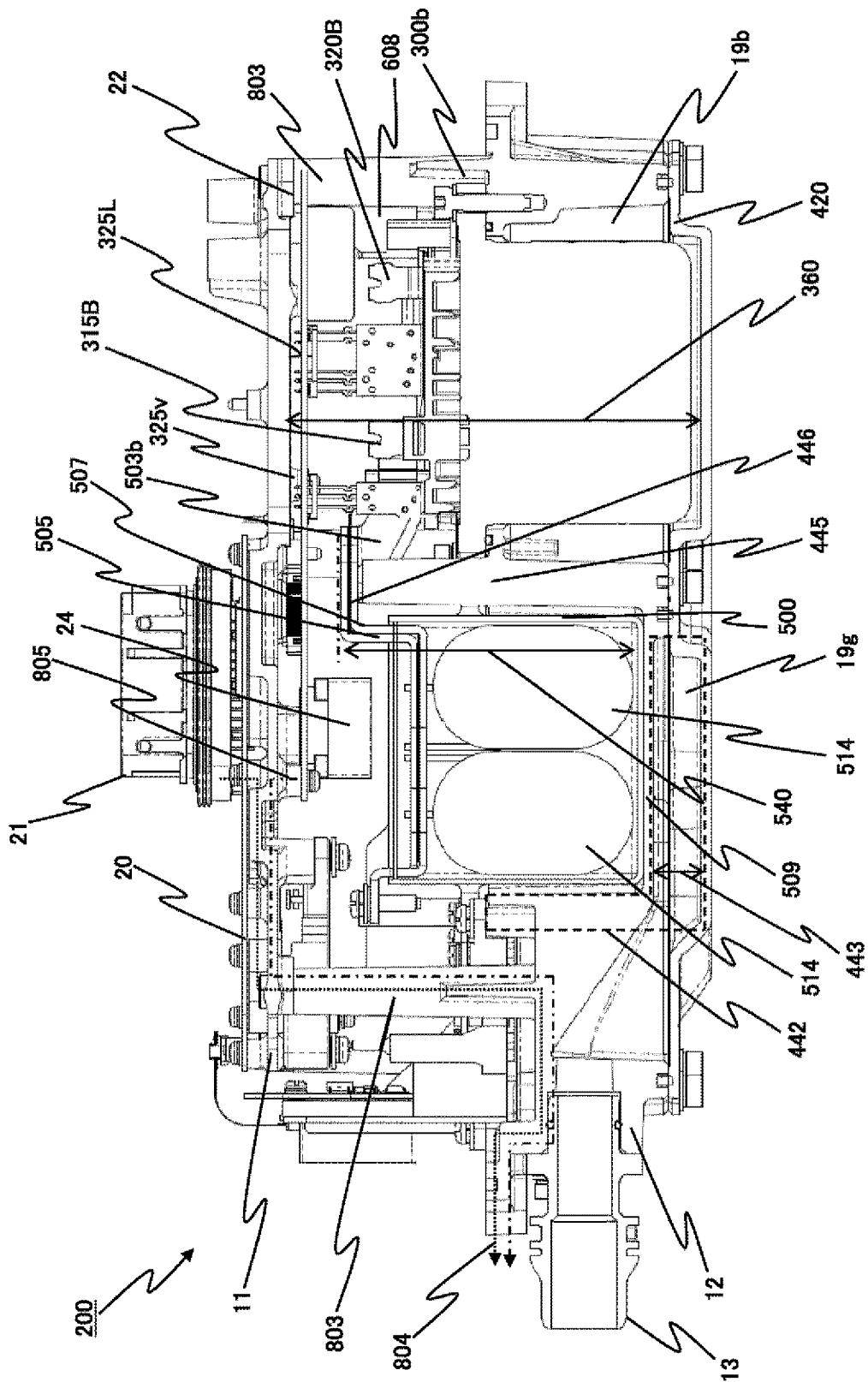


[図9(b)]

【図9(b)】

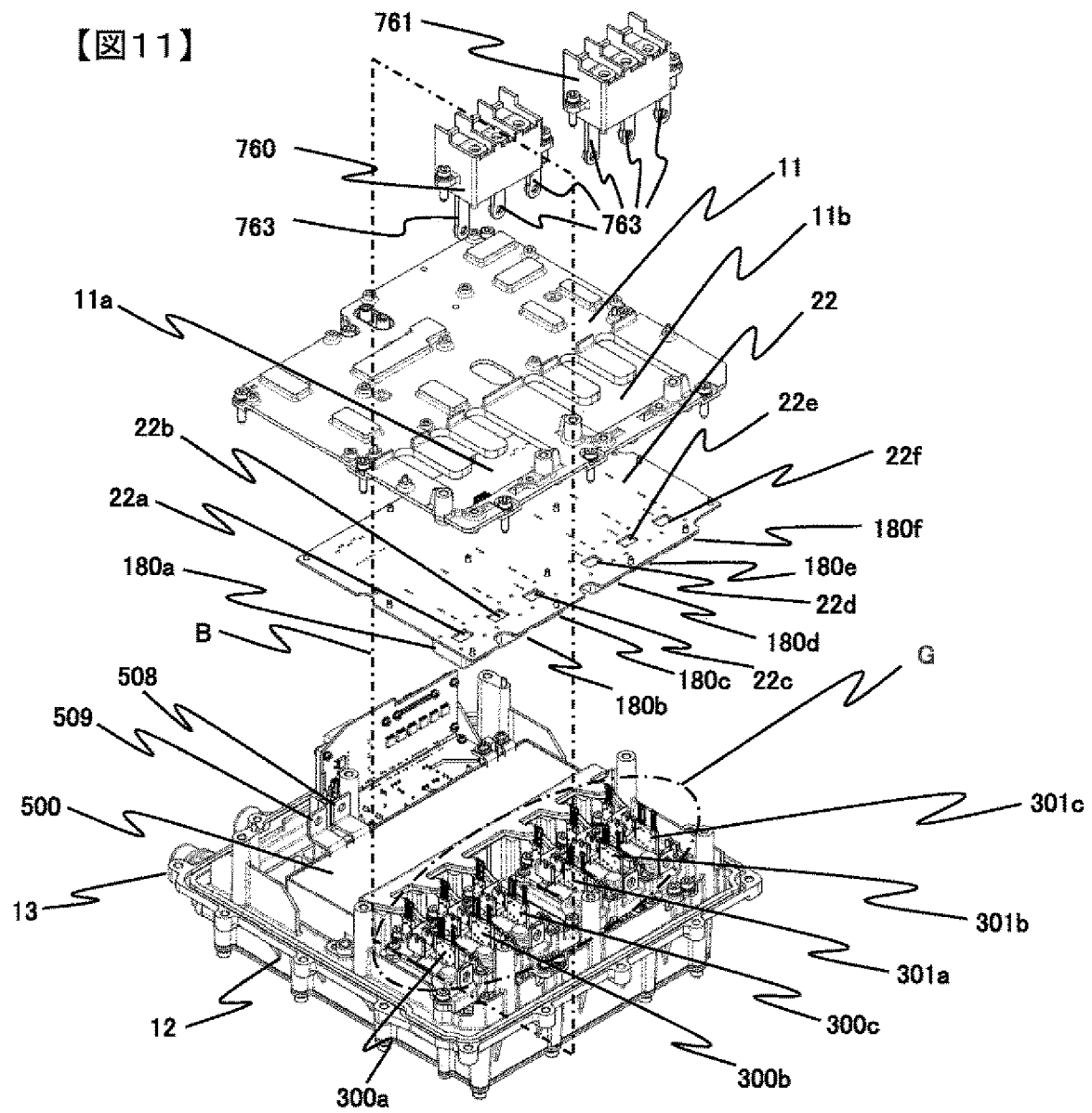


【図10】

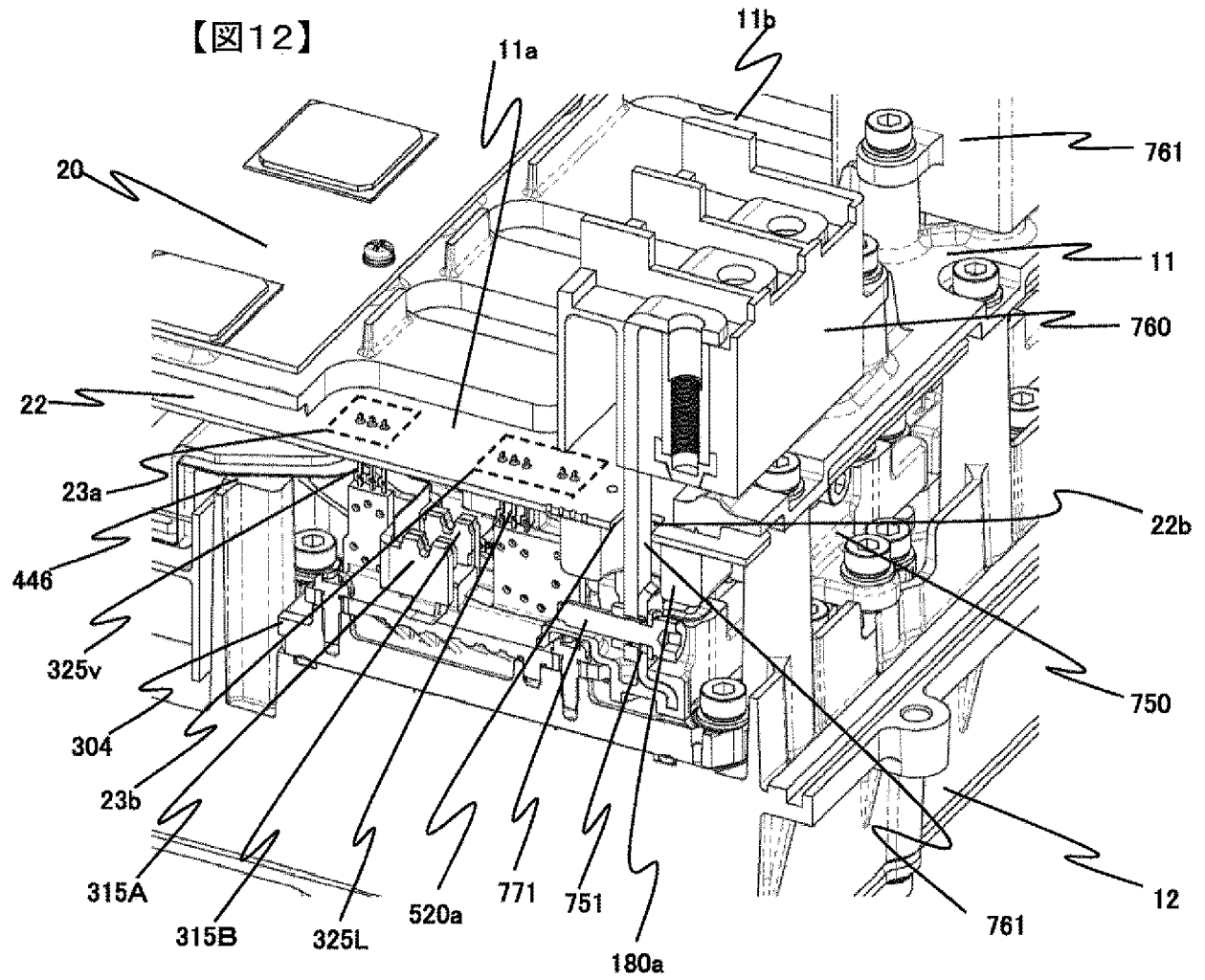


[図11]

【図11】

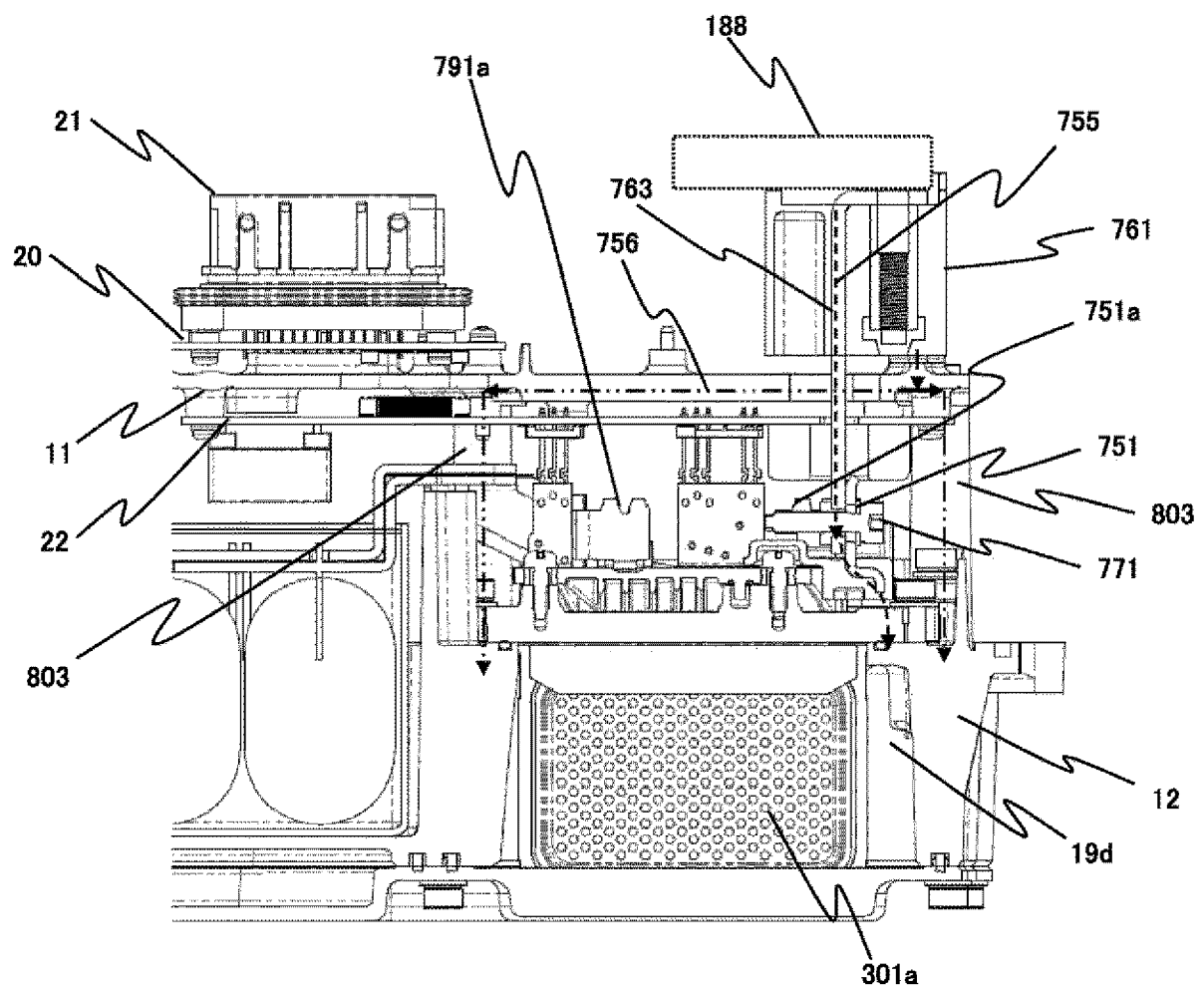


[図12]



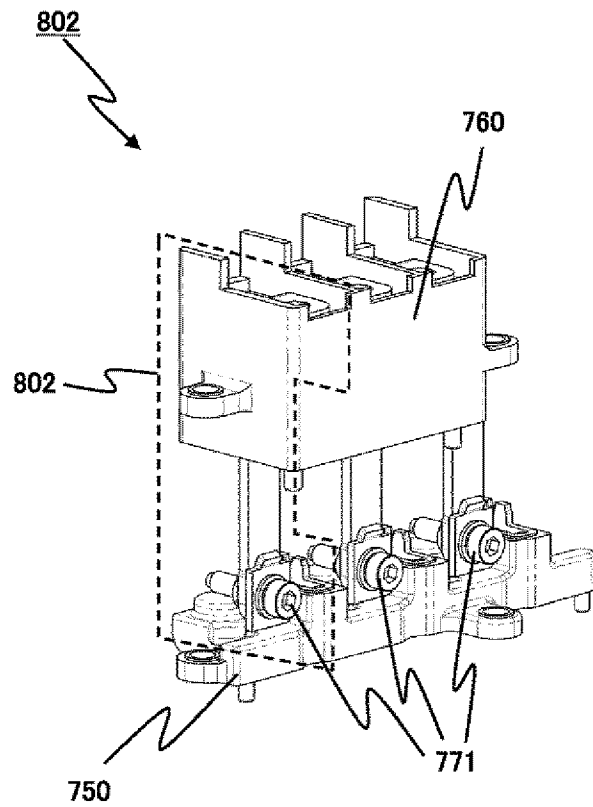
[図13]

【図13】



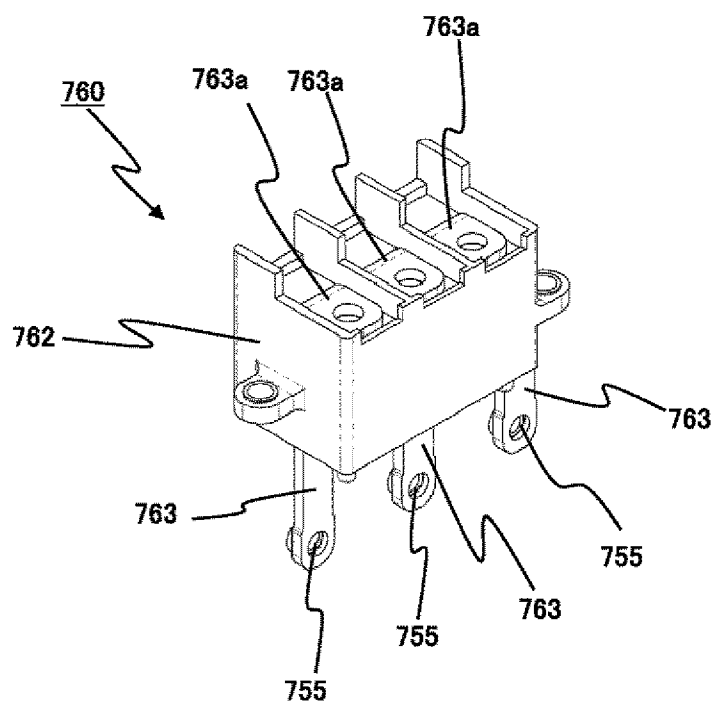
[図14(a)]

【図14(a)】



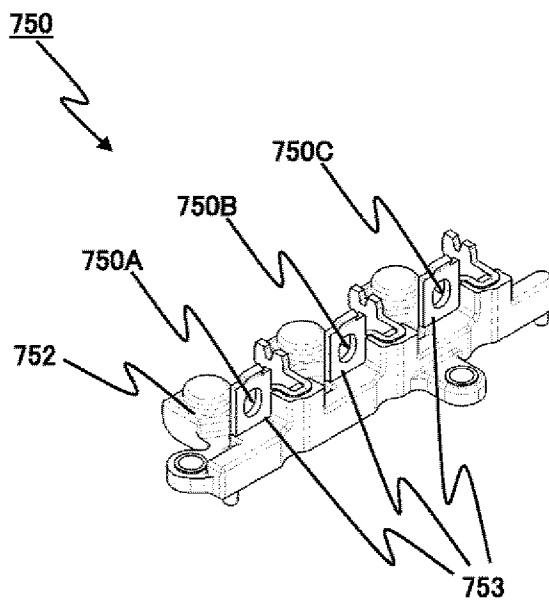
[図14(b)]

【図14(b)】



[図14(c)]

【図14(c)】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/083813

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M7/48 (2007.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02M7/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2013-27218 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 04 February 2013 (04.02.2013), paragraphs [0031], [0105] to [0110]; fig. 3, 5, 14 & WO 2013/015319 A1	1-2 3-6
Y	JP 11-89246 A (Denso Corp.), 30 March 1999 (30.03.1999), paragraph [0012] (Family: none)	3-6
Y	JP 2007-234561 A (Sumitomo Wiring Systems, Ltd.), 13 September 2007 (13.09.2007), paragraph [0034]; fig. 8 & US 2007/0207652 A1 & DE 102007008098 A1	4-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 March, 2014 (27.03.14)

Date of mailing of the international search report
08 April, 2014 (08.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/083813

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-139014 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 19 July 2012 (19.07.2012), paragraphs [0091] to [0099]; fig. 13 to 15 & WO 2012/090667 A1	5-6
A	JP 2011-135737 A (Denso Corp.), 07 July 2011 (07.07.2011), paragraphs [0002] to [0005]; fig. 15 to 17 (Family: none)	1
A	JP 2013-9581 A (Denso Corp.), 10 January 2013 (10.01.2013), paragraphs [0040] to [0042]; fig. 1 to 2 & US 2012/0300521 A1	2

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02M7/48(2007.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02M7/48

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2013-27218 A（日立オートモティブシステムズ株式会社）	1-2
Y	2013.02.04, 【0031】, 【0105】-【0110】, 第3, 5, 14 図 & WO 2013/015319 A1	3-6
Y	JP 11-89246 A（株式会社デンソー）1999.03.30, 【0012】（ファミリーなし）	3-6
Y	JP 2007-234561 A（住友電装株式会社）2007.09.13, 【0034】, 第8 図 & US 2007/0207652 A1 & DE 102007008098 A1	4-6

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27.03.2014

国際調査報告の発送日

08.04.2014

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

西山 智宏

3V

3112

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2012-139014 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2012.07.19, 【0091】 - 【0099】, 第 13-15 図 & WO 2012/090667 A1	5 - 6
A	JP 2011-135737 A (株式会社デンソー) 2011.07.07, 【0002】-【0005】, 第 15-17 図 (ファミリーなし)	1
A	JP 2013-9581 A (株式会社デンソー) 2013.01.10, 【0040】 - 【0042】, 第 1-2 図 & US 2012/0300521 A1	2