

(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  
2012年7月5日(05.07.2012)



(10) 国際公開番号  
WO 2012/090381 A1

- (51) 国際特許分類:  
H02M 7/48 (2007.01) H02K 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/006553
- (22) 国際出願日: 2011年11月25日(25.11.2011)
- (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 2010-289123 2010年12月27日(27.12.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 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: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 福増 圭輔 (FUKUMASU, Keisuke) [JP/JP]; 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所 横浜研究所内 Kanagawa (JP). 鳥越 誠 (TORIGOE, Makoto) [JP/JP]; 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所 横浜研究所内 Kanagawa (JP). 中嶋 賢市郎 (NAKAJIMA, Kenichirou) [JP/JP]; 〒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). ▲高▼橋 昌義 (TAKAHASHI, Masayoshi) [JP/JP]; 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所 横浜研究所内 Kanagawa (JP). 船戸 裕樹 (FUNATO, Hiroki) [JP/JP]; 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所 横浜研究所内 Kanagawa (JP).

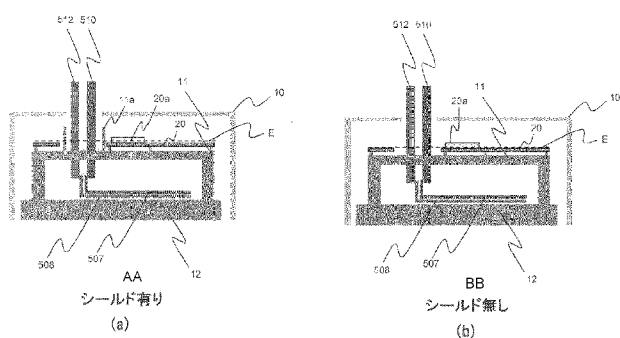
(74) 代理人: 井上 学, 外 (INOUE, Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(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, 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, IS, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

[続葉有]

(54) Title: ELECTRICAL CONVERTER  
(54) 発明の名称: 電力変換装置

【図19】  
【図19】



AA With shield  
BB Without shield

(57) Abstract: Radiated noise caused by switching noise of power semiconductor elements in an electrical converter is reduced. The electrical converter is characterized in comprising: a case; a power module mounted on the case and comprising a plurality of power semiconductor elements; a metal plate mounted to the power module and fixed to the case; a control circuit board arranged on the metal plate, for controlling the power semiconductor elements; and a direct-current input terminal electrically connected to a battery. The electrical converter is also characterized in being provided at the bottom with a transmission or motor, and at the top with a connector for connecting the battery and the direct-current input terminal. The electrical converter is further characterized in that the metal plate is curved, and a portion of the curved metal plate is arranged in the space between the control circuit board and the direct-current input terminal.

(57) 要約: 電力変換装置においてパワー半導体素子のスイッチングノイズに起因する放射ノイズを低減する。ケースと、前記ケースに搭載され、複数のパワー半導体素子を備えたパワーモジュールと、前記パワーモジュールに搭載され、前記ケースに

固定された金属板と、前記金属板の上に配置された、前記パワー半導体素子を制御するための制御回路基板と、バッテリーと電気的に接続される直流入力端子と、を備え、トランスミッションまたはモータが下部に備えられており、前記バッテリーと前記直流入力端子をつなぐコネクタが上部に備えられており、前記金属板は屈曲しており、前記制御回路基板と前記直流入力端子との間の空間に、屈曲した金属板の一部が配置されていることを特徴とする電力変換装置である。

WO 2012/090381 A1



(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, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

**発明の名称**：電力変換装置

**技術分野**

[0001] 本発明は電力変換装置に関する。

**背景技術**

[0002] バッテリ等の直流電力から交流電力を生成するインバータ等の電力変換装置は、スイッチング素子を含む主回路と、スイッチング素子を駆動する駆動回路と、平滑化コンデンサと、駆動回路等へ送る動作信号を生成する制御回路等を備えて構成される。

[0003] スwitching素子は直流電源を高速にスイッチングする際、急激な電圧・電流の変化に伴ってサージ電流・電圧が生じ、電磁ノイズの発生源となる。一般的に、パワー半導体素子のスイッチングノイズの影響を防ぐため、ノイズ源であるバスバーと制御回路基板との間に遮蔽部材を設けている。このような課題を解決するための構造の一例として、特許文献1（特開平20-125240号）には、「金属ケースと、金属ケースに搭載され複数のパワー半導体素子を備えたパワーモジュールと、パワーモジュールの上に配置され金属ケースに固定された一部屈曲した金属板と、金属板の上に配置された放熱シートと、放熱シートの上に配置されたパワー半導体素子を制御するための制御回路を備えた駆動回路基板とから構成される電力変換装置」が開示されている。

**先行技術文献**

**特許文献**

[0004] 特許文献1：特開平20-125240号

**発明の概要**

**発明が解決しようとする課題**

[0005] 特許文献1に開示された電力変換装置によっては、金属板の一部が屈曲しており、その一部が電力を供給するバスバーと駆動回路基板との間に位置し

ている構成により、駆動回路基板の誤動作を防ぐことができる。しかし、制御回路基板とバスバーとの間の電磁結合を防ぐことはできないため、バスバーと制御回路基板との電磁結合により、制御回路基板に電磁ノイズが伝搬し、外部への電磁放射が増大するという問題がある。

また、車両部品の小型化や、電力変換装置とモータをつなぐACケーブルを短くするため、これまで別筐体であったミッションやモータ内に、1つのモジュールとして電力変換装置が組込まれる傾向がある。ここで、図25は、本実施形態に係る電力変換装置の設置場所を説明するための図である。

さらに、モジュールの外部から配線されるDCケーブルと接続されるケースの開口部は、車両の組立作業性を良くするため、電力変換装置の上部に取り付けられる。これにより、底面から順にパワーモジュールと駆動回路基板と金属板と制御回路基板とが積層されて実装される電力変換装置においては、バスバーが制御回路に対して垂直に横切るように近接して実装されるため、バスバーと制御回路との電磁結合により制御回路基板にノイズが伝搬し、外部への電磁放射が増大するという問題がある。

[0006] 本発明は上記の問題を解決するものである。また、外部機器と接続される制御配線を伝搬して装置内に混入するノイズ電流または電圧を安価且つ小型に抑制する構造を備えた電力変換装置を提供する。

### 課題を解決するための手段

[0007] 本願において開示される発明のうち代表的なものの概要を簡単に説明すれば次のとおりである。

(1) ケースと、前記ケースに搭載され、複数のパワー半導体素子を備えたパワーモジュールと、前記パワーモジュールに搭載され、前記ケースに固定された金属板と、前記金属板の上に配置された、前記パワー半導体素子を制御するための制御回路基板と、バッテリーと電氣的に接続される直流入力端子と、を備え、ミッションまたはモータが下部に備えられており、前記バッテリーと前記直流入力端子をつなぐコネクタが上部に備えられており、

前記金属板は屈曲しており、前記制御回路基板と前記直流入力端子との間の空間に、屈曲した金属板の一部が配置されていることを特徴とする電力変換装置である。

### 発明の効果

[0008] 本発明によれば、パワー半導体素子のスイッチングノイズに起因する放射ノイズを低減する安価で且つ小型の電力変換装置を提供することができる。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1]ハイブリッド自動車の制御ブロックを示す図である。

[図2]インバータ部の電気回路構成を説明する図である。

[図3]本実施形態に係る電力変換装置の設置場所を説明するための分解斜視図である。

[図4]本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]流路を有する冷却ジャケットの下面図である。

[図6] (a) は本実施形態のパワーモジュールの斜視図であり、(b) は本実施形態のパワーモジュールの断面図である。

[図7] (a) はモジュールケースと絶縁シートと第一封止樹脂と第二封止樹脂を取り除いた内部断面図であり、(b) は内部斜視図である。

[図8] (a) は図7 (b) の構造の分解図であり、(b) はパワー半導体モジュールの回路図である。

[図9] (a) はインダクタンスの低減効果を説明する回路図であり、(b) はインダクタンスの低減作用を説明するための電流の流れを示す斜視図である。

[図10] (a) は補助モールド体の斜視図であり、(b) は補助モールド体の透過図である。

[図11]本実施形態のコンデンサモジュールの分解斜視図である。

[図12] (a) は冷却ジャケットにパワーモジュールとコンデンサモジュールとバスバーモジュールを組み付けた外観斜視図であり、(b) は(a) の点

線囲み部の拡大図である。

[図13]パワーモジュールとコンデンサモジュールを組み付けた冷却ジャケットとバスバーモジュールの分解斜視図である。

[図14]保持部材を除いたバスバーモジュールの外観斜視図である。

[図15]パワーモジュールとコンデンサモジュールとバスバーモジュールと補機用パワーモジュールを組み付けた冷却ジャケットの外観斜視図である。

[図16]制御回路基板と金属ベース板を分離した電力変換装置の分割斜視図である。

[図17]図16のB面で切り取った電力変換装置をC方向から見た断面図である。

[図18]本発明の第1の実施形態における電力変換装置を示す図である。

[図19] (a) は直流接続端子部近くに壁を形成するときの解析モデルを示す図であり、(b) は壁を形成しないときの解析モデルを示す図である。

[図20] (a) はシールド有の場合の解析結果を示す図であり、(b) はシールド無の場合の解析結果を示す図である。

[図21]本発明の第2の実施形態における電力変換装置の断面図の一例を示す図である。

[図22]本発明の第3の実施形態における電力変換装置の断面図の一例を示す図である。

[図23]本発明の第4の実施形態における電力変換装置の断面図の一例を示す図である。

[図24] (a) (b) は、本実施形態における電力変換装置の断面図の一例を示す図である。

[図25]は、本実施形態に係る電力変換装置の設置場所を説明するための図である。

### 発明を実施するための形態

[0010] 本実施形態に係る電力変換装置200は、ハイブリッド用の自動車や純粋な電気自動車に適用可能であるが、代表例として、ハイブリッド自動車に適

用した場合における制御構成と回路構成について、図1と図2を用いて説明する。

[0011] 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。

本実施形態に係る電力変換装置では、車両駆動用電機システムに用いられ、搭載環境や動作的環境などが大変厳しい車両駆動用インバータ装置を例に挙げて説明する。なお、本実施形態の構成は、自動車やトラックなどの車両駆動用電力変換装置として最適であるが、これら以外の電力変換装置、例えば電車や船舶、航空機などの電力変換装置、さらに工場の設備を駆動する電動機の制御装置として用いられる産業用電力変換装置、或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りする家庭用電力変換装置に対しても適用可能である。

[0012] 図1において、ハイブリッド電気自動車（以下、「HEV」と記述する）110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120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HEV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192, 194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HEVの駆動源及びHEVの電力発生源として用いられる。モータジェネレータ192, 194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。

[0013] 車体のフロント部には前輪車軸114が回転可能に軸支され、前輪車軸114の両端には1対の前輪112が設けられている。車体のリア部には後輪車軸が回転可能に軸支され、後輪車軸の両端には1対の後輪が設けられている（図示省略）。本実施形態のHEVでは、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。前輪車軸114の中央部には前輪側デファレンシャルギア（以下、「前輪側DEF」と記述する）116が設けられている。前輪側DEF116の入力側にはトランスミッション118の出力軸が機械的に接続されている。トランスミッ

ション 118 の入力側にはモータジェネレータ 192 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 192 の入力側には動力分配機構 122 を介してエンジン 120 の出力側及びモータジェネレータ 194 の出力側が機械的に接続されている。

[0014] インバータ部 140, 142 は、直流コネクタ 138 を介してバッテリー 136 と電氣的に接続される。バッテリー 136 とインバータ部 140, 142 との相互において電力の授受が可能である。本実施形態では、モータジェネレータ 192 及びインバータ部 140 からなる第 1 電動発電ユニットと、モータジェネレータ 194 及びインバータ部 142 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。なお、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 電動発電ユニット又は第 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。

[0015] 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。補機としては例えば、エアコンディショナーのコンプレッサを駆動するモータ、あるいは制御用の油圧ポンプを駆動するモータである。バッテリー 136 からインバータ部 43 に直流電力が供給され、インバータ部 43 で交流の電力に変換されてモータ 195 に供給される。インバータ部 43 は、インバータ部 140 や 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。モータ 195 の容量がモータジェネレータ 192 や 194 の容量より小さいので、インバータ部 43 の最大変換電力がインバータ部 140 や 142 より小さいが、インバータ部 43 の回路構成は基本的にインバータ部 140 や 142 の回路構成と同じである。なお、電力変換装置 200 は、インバータ部 140、インバータ部 142、インバータ部 43 に供給される直流電流を平滑化するためのコンデンサ



モジュール500を備えている。

- [0016] 次に、図2を用いてインバータ部140やインバータ部142あるいはインバータ部43の電気回路構成を説明する。なお、図2では、代表例としてインバータ部140の説明を行う。
- [0017] インバータ回路144は、上アームとして動作するIGBT328（絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ）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直列回路150をモータジェネレータ192の電機子巻線の各相巻線に対応して3相（U相、V相、W相）分を設けている。それぞれの上下アーム直列回路150は、その中点部分（中間電極169）から交流端子159及び交流コネクタ188を通してモータジェネレータ192への交流電力線（交流バスバー）186と接続する。
- [0018] 上アームのIGBT328のコレクタ電極153は正極端子（P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の電極に、下アームのIGBT330のエミッタ電極は負極端子（N端子）158を介してコンデンサモジュール500の負極側にコンデンサ電極にそれぞれ電氣的に接続されている。また、正極端子（P端子）157と冷却ジャケット12の間と、負極端子（N端子）158と冷却ジャケット12の間にバイパスコンデンサ521aと521bが電氣的に接続されている。
- [0019] 制御部170は、インバータ回路144を駆動制御するドライバ回路174と、ドライバ回路174へ信号線176を介して制御信号を供給する制御回路172と、を有している。IGBT328やIGBT330は、制御部170から出力された駆動信号を受けて動作し、バッテリー136から供給された直流電力を三相交流電力に変換する。この変換された電力は、モータジェネレータ192の電機子巻線に供給される。
- [0020] IGBT328は、コレクタ電極153と、信号用エミッタ電極155と、ゲート電極154を備えている。また、IGBT330は、コレクタ電極163と、信号用のエミッタ電極165と、ゲート電極164を備えている

。ダイオード156が、コレクタ電極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。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）を用いてもよいが、この場合はダイオード156やダイオード166は不要となる。コンデンサモジュール500は、正極側コンデンサ端子506と負極側コンデンサ端子504と直流コネクタ138を介して電氣的に接続されている。なお、インバータ部140は、直流正極端子314を介して正極側コンデンサ端子506と接続され、かつ直流負極端子316を介して負極側コンデンサ端子504と接続される。

[0021] 制御回路172は、IGBT328及びIGBT330のスイッチングタイミングを演算処理するためのマイクロコンピュータ（以下、「マイコン」と記述する）を備えている。マイコンには入力情報として、モータジェネレータ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150からモータジェネレータ192の電機子巻線に供給される電流値、及びモータジェネレータ192の回転子の磁極位置が入力されている。目標トルク値は、不図示の上位の制御装置から出力された指令信号に基づくものである。電流値は、電流センサ180から信号線182を介して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。

[0022] 制御回路172内のマイコンは、目標トルク値に基づいてモータジェネレータ192のd、q軸の電流指令値を演算し、この演算されたd、q軸の電流指令値と、検出されたd、q軸の電流値との差分に基づいてd、q軸の電圧指令値を演算し、この演算されたd、q軸の電圧指令値を、検出された磁極位置に基づいてU相、V相、W相の電圧指令値に変換する。そして、マイコンは、U相、V相、W相の電圧指令値に基づく基本波（正弦波）と搬送波

(三角波)との比較に基づいてパルス状の変調波を生成し、この生成された変調波をPWM(パルス幅変調)信号として、信号線176を介してドライバ回路174に出力する。

[0023] ドライバ回路174は、下アームを駆動する場合、PWM信号を増幅したドライブ信号を、対応する下アームのIGBT330のゲート電極に出力する。また、ドライバ回路174は、上アームを駆動する場合、PWM信号の基準電位のレベルを上アームの基準電位のレベルにシフトしてからPWM信号を増幅し、これをドライブ信号として、対応する上アームのIGBT328のゲート電極にそれぞれ出力する。

[0024] また、制御部170は、異常検知(過電流、過電圧、過温度など)を行い、上下アーム直列回路150を保護している。このため、制御部170にはセンシング情報が入力されている。例えば各アームの信号用エミッタ電極155及び信号用エミッタ電極165からは各IGBT328とIGBT330のエミッタ電極に流れる電流の情報が、対応する駆動部(IC)に入力されている。これにより、各駆動部(IC)は過電流検知を行い、過電流が検知された場合には対応するIGBT328、IGBT330のスイッチング動作を停止させ、対応するIGBT328、IGBT328330を過電流から保護する。上下アーム直列回路150に設けられた温度センサ(不図示)からは上下アーム直列回路150の温度の情報がマイコンに入力されている。また、マイコンには上下アーム直列回路150の直流正極側の電圧の情報が入力されている。マイコンは、それらの情報に基づいて過温度検知及び過電圧検知を行い、過温度或いは過電圧が検知された場合には全てのIGBT328、IGBT330のスイッチング動作を停止させる。

[0025] 図3は、本実施形態に係る電力変換装置200の設置場所を説明するための分解斜視図を示す。

本実施形態に係る電力変換装置200は、トランスミッション118を収納するためのアルミニウム製の筐体119に固定される。電力変換装置200は、底面及び上面の形状を略長方形としたことで、車両への取り付けが容

易となり、また生産し易い効果がある。冷却ジャケット12は、後述するパワーモジュール300及びコンデンサモジュール500を保持するとともに、冷却媒体によって冷却する。また、冷却ジャケット12は、筐体119に固定され、かつ筐体119との対向面に入口配管13と出口配管14が形成されている。入口配管13と出口配管14が筐体119に形成された配管と接続されることにより、トランスミッション118を冷却するための冷却媒体が、冷却ジャケット12に流入及び流出する。

[0026] ケース10は、電力変換装置200を覆って、かつ筐体119側に固定される。ケース10の底は、制御回路172を実装した制御回路基板20と対向するように構成される。またケース10は、ケース10の底から外部に繋がる第1開口202と第2開口204を、ケース10の底面に形成する。コネクタ21は、制御回路基板20に接続されており、外部からの各種信号を当該制御回路基板20に伝送する。バッテリー負極側接続端子部510と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。

[0027] コネクタ21とバッテリー負極側接続端子部510とバッテリー正極側接続端子部512は、ケース10の底面に向かって延ばされ、コネクタ21は第1開口202から突出し、かつバッテリー負極側接続端子部510及びバッテリー正極側接続端子部512は第2開口204から突出する。ケース10には、その内壁の第1開口202及び第2開口204の周りにシール部材（不図示）が設けられる。

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。特に、本実施形態のように、電力変換装置200が、トランスミッション118の上方に配置される場合には、トランスミッション118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。また、コネクタ21は外部の雰囲気からシールする必要があるが、コネクタ21に対してケース10

を上方向から組付ける構成となることで、ケース 10 が筐体 119 に組付けられたときに、ケース 10 と接触するシール部材がコネクタ 21 を押し付けることができ、気密性が向上する。

[0028] 図 4 は、本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。

[0029] 冷却ジャケット 12 には、流路 19 が設けられ、該流路 19 の上面には、開口部 400a~400c が冷媒の流れ方向 418 に沿って形成され、かつ開口部 402a~402c が冷媒の流れ方向 422 に沿って形成される。開口部 400a~400c がパワーモジュール 300a~300c によって塞がれる様に、かつ開口部 402a~402c がパワーモジュール 301a~301c によって塞がれる。

[0030] また、冷却ジャケット 12 には、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。コンデンサモジュール 500 は、収納空間 405 に収納されることにより、流路 19 内に流れる冷媒によって冷やされることになる。コンデンサモジュール 500 は、冷媒の流れ方向 418 を形成するための流路 19 と、冷媒の流れ方向 422 を形成するための流路 19 に挟まれるため、効率良く冷却することができる。

[0031] 冷却ジャケット 12 には、入口配管 13 と出口配管 14 と対向する位置に突出部 407 が形成される。突出部 407 は、冷却ジャケット 12 と一体に形成される。補機用パワーモジュール 350 は、突出部 407 に固定され、流路 19 内に流れる冷媒によって冷やされることになる。補機用パワーモジュール 350 の側部には、バスバーモジュール 800 が配置される。バスバーモジュール 800 は、交流バスバー 186 や電流センサ 180 等により構成されるが、詳細は後述する。

[0032] このように冷却ジャケット 12 の中央部にコンデンサモジュール 500 の収納空間 405 を設け、その収納空間 405 を挟むように流路 19 を設け、それぞれの流路 19 に車両駆動用のパワーモジュール 300a~300c 及びパワーモジュール 301a~301c を配置し、さらに冷却ジャケット 12 の

上面に補機用パワーモジュール350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。また冷却ジャケット12の流路19の主構造を冷却ジャケット12と一体にアルミ材の鋳造で作ることにより、流路19は冷却効果に加え機械的強度を強くする効果がある。またアルミ鋳造で作ることによって冷却ジャケット12と流路19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、パワーモジュール300a~300cとパワーモジュール301a~301cを流路19に固定することで流路19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の底部に冷却ジャケット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、バスバーモジュール800、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。

[0033] ドライバ回路基板22は、補機用パワーモジュール350及びバスバーモジュール800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の間には金属ベース板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。

[0034] 図5は、流路19を有する冷却ジャケット12の下面図である。

冷却ジャケット12と当該冷却ジャケット12の内部に設けられた流路19は、一体に鋳造されている。冷却ジャケット12に下面には、1つに繋がった開口部404が形成されている。開口部404は、中央部に開口を有する下カバー420によって塞がれる。下カバー420と冷却ジャケット12の間には、シール部材409a及びシール部材409bが設けられ気密性を保っている。

[0035] 下カバー420には、一方の端辺の近傍であって当該端辺に沿って、入口

配管 13 を挿入するための入口孔 401 と、出口配管 14 を挿入するための出口孔 403 が形成される。また下カバー 420 には、トランスミッション 118 の配置方向に向かって突出する凸部 406 が形成される。凸部 406 は、パワーモジュール 300a~300c 及びパワーモジュール 301a~301c 毎に設けられる。

[0036] 冷媒は、流れ方向 417 のように、入口孔 401 を通って、冷却ジャケット 12 の短手方向の辺に沿って形成された第 1 流路部 19a に向かって流れる。そして冷媒は、流れ方向 418 のように、冷却ジャケット 12 の長手方向の辺に沿って形成された第 2 流路部 19b を流れる。また冷媒は、流れ方向 421 のように、冷却ジャケット 12 の短手方向の辺に沿って形成された第 3 流路部 19c を流れる。第 3 流路部 19c は折り返し流路を形成する。また、冷媒は、流れ方向 422 のように、冷却ジャケット 12 の長手方向の辺に沿って形成された第 4 流路部 19d を流れる。第 4 流路部 19d は、コンデンサモジュール 500 を挟んで第 2 流路部 19b と対向する位置に設けられる。さらに、冷媒は、流れ方向 423 のように、冷却ジャケット 12 の短手方向の辺に沿って形成された第 5 流路部 19e 及び出口孔 403 を通って出口配管 14 に流出する。

[0037] 第 1 流路部 19a、第 2 流路部 19b、第 3 流路部 19c、第 4 流路部 19d 及び第 5 流路部 19e は、いずれも幅方向より深さ方向が大きく形成される。パワーモジュール 300a~300c が、冷却ジャケット 12 の上面側に形成された開口部 400a~400c から挿入され（図 4 参照）、第 2 流路部 19b 内の収納空間に収納される。なお、パワーモジュール 300a の収納空間とパワーモジュール 300b の収納空間との間には、冷媒の流れを澁ませないための中間部材 408a が形成される。同様に、パワーモジュール 300b の収納空間とパワーモジュール 300c の収納空間との間には、冷媒の流れを澁ませないための中間部材 408b が形成される。中間部材 408a 及び中間部材 408b は、その主面が冷媒の流れ方向に沿うように形成される。第 4 流路部 19d も第 2 流路部 19b と同様にパワーモジュール 301

a～301cの収納空間及び中間部材を形成する。また、冷却ジャケット12は、開口部404と開口部400a～400c及び402a～402cとが対向するように形成されているので、アルミ鋳造により製造し易い構成になっている。

[0038] 下カバー420には、筐体119と当接し、電力変換装置200を支持するための支持部410a及び支持部410bが設けられる。支持部410aは下カバー420の一方の端辺に近づけて設けられ、支持部410bは下カバー420の他方の端辺に近づけて設けられる。これにより、電力変換装置200を、トランスミッション118やモータジェネレータ192の円柱形状に合わせて形成された筐体119の側壁に強固に固定することができる。

[0039] また、支持部410bは、抵抗器450を支持するように構成されている。この抵抗器450は、乗員保護やメンテナンス時における安全面に配慮して、コンデンサセルに帯電した電荷を放電するためのものである。抵抗器450は、高電圧の電気を継続的に放電できるように構成されているが、万が一抵抗器もしくは放電機構に何らかの異常があった場合でも、車両に対するダメージを最小限にするように配慮した構成とする必要がある。つまり、抵抗器450がパワーモジュールやコンデンサモジュールやドライバ回路基板等の周辺に配置されている場合、万が一抵抗器450が発熱、発火等の不具合を発生した場合に主要部品近傍で延焼する可能性が考えられる。

[0040] そこで本実施形態では、パワーモジュール300a～300cやパワーモジュール301a～301cやコンデンサモジュール500は、冷却ジャケット12を挟んで、トランスミッション118を収納した筐体119とは反対側に配置され、かつ抵抗器450は、冷却ジャケット12と筐体119との間の空間に配置される。これにより、抵抗器450が金属で形成された冷却ジャケット12及び筐体119で囲まれた閉空間に配置されることになる。なお、コンデンサモジュール500内のコンデンサセルに貯まった電荷は、図4に示されたドライバ回路基板22に搭載されたスイッチング手段のスイッチング動作によって、冷却ジャケット12の側部を通る配線を介して抵抗器



450に放電制御される。本実施形態では、スイッチング手段によって高速に放電するように制御される。放電を制御するドライバ回路基板22と抵抗器450の間に、冷却ジャケット12が設けられているので、ドライバ回路基板22を抵抗器450から保護することができる。また、抵抗器450は下カバー420に固定されているので、流路19と熱的に非常に近い位置に設けられているので、抵抗器450の異常な発熱を抑制することができる。

図6乃至図10を用いてインバータ部140およびインバータ部142に使用されるパワーモジュール300aの詳細構成を説明する。図6(a)は、本実施形態のパワーモジュール300aの斜視図である。図6(b)は、本実施形態のパワーモジュール300aの断面図である。

[0041] 上下アーム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7乃至図9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316や導体板319によって、両面から挟んで固着される。これら導体板には、信号端子325Uや信号端子325Lである信号配線を一体成型して成る補助モールド体600が組みつけられる。導体板315等は、その放熱面が露出した状態で第一封止樹脂348によって封止され、当該放熱面に絶縁シート333が熱圧着される。第一封止樹脂348により封止されたモジュール一次封止体302は、モジュールケース304の中に挿入して絶縁シート333を挟んで、CAN型冷却器であるモジュールケース304の内面に熱圧着される。ここで、CAN型冷却器とは、一面に挿入口306と他面に底を有する筒形状をした冷却器である。

[0042] モジュールケース304は、アルミ合金材料例えばAl, AlSi, AlSiC, Al-C等から構成され、かつ、つなぎ目の無い状態で一体に成形される。モジュールケース304は、挿入口306以外に開口を設けない構造であり、挿入口306は、フランジ304Bによって、その外周を囲まれている。また、図6(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、

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6(a)に示す如く曲面を成していても良い。

[0043] このような形状の金属性のケースを用いることで、モジュールケース304を水や油などの冷媒が流れる流路19内に挿入しても、冷媒に対するシールをフランジ304Bにて確保できるため、冷却媒体がモジュールケース304の内部に侵入するのを簡易な構成で防ぐことができる。また、対向した第1放熱面307Aと第2放熱面307Bに、フィン305がそれぞれ均一に形成される。さらに、第1放熱面307A及び第2放熱面307Bの外周には、厚みが極端に薄くなっている湾曲部304Aが形成されている。湾曲部304Aは、フィン305を加圧することで簡単に変形する程度まで厚みを極端に薄くしてあるため、モジュール一次封止体302が挿入された後の生産性が向上する。

[0044] モジュールケース304の内部に残存する空隙には、第二封止樹脂351を充填される。また、図8及び図9に示されるように、コンデンサモジュール500と電氣的に接続するための直流正極配線315Aおよび直流負極配線319Aが設けられており、その先端部に直流正極端子315Bと直流負極端子319Bが形成されている。モータジェネレータ192あるいは194に交流電力を供給するための交流配線320が設けられており、その先端に交流端子321が形成されている。本実施形態では、直流正極配線315Aは導体板315と一体成形され、直流負極配線319Aは導体板319と一体成形され、交流配線320は導体板316と一体成形される。

[0045] 上述のように導体板315等を絶縁シート333を介してモジュールケース304の内壁に熱圧着することにより、導体板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。

[0046] 図 7 (a) は、理解を助けるために、モジュールケース 304 と絶縁シート 333 と第一封止樹脂 348 と第二封止樹脂 351 を取り除いた内部断面図である。図 7 (b) は、内部斜視図である。

図 8 (a) は、図 7 (b) の構造の理解を助けるための分解図である。図 8 (b) は、パワー半導体モジュール 300 の回路図である。

また、図 9 (a) は、インダクタンスの低減効果を説明する回路図であり、図 9 (b) は、インダクタンスの低減作用を説明するための電流の流れを示す斜視図である。

[0047] まず、パワー半導体素子 (IGBT 328、IGBT 330、ダイオード 156、ダイオード 166) と導体板の配置を、図 8 (b) に示された電気回路と関連付けて説明する。図 7 (b) に示されるように、直流正極側の導体板 315 と交流出力側の導体板 316 は、略同一平面状に配置される。導体板 315 には、上アーム側の IGBT 328 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 316 には、下アーム側の IGBT 330 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。同様に、交流導体板 318 と導体板 319 は、略同一平面状に配置される。交流導体板 318 には、上アーム側の IGBT 328 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 IGBT 330 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。

[0048] 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 7 (a) 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 316 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、IGBT 328 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 316 と導体板 319 は、IGBT 330 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 316 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。

[0049] 直流正極配線 315A と直流負極配線 319A は、樹脂材料で成形された補助モールド体 600 を介して対向した状態で略平行に延びる形状を成している。信号端子 325U や信号端子 325L は、補助モールド体 600 に一体に成形されて、かつ直流正極配線 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。補助モールド体 600 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 と直流負極配線 319A と信号端子 325U と信号端子 325L との間の絶縁性を確保でき、高密度配線が可能となる。さらに、直流正極配線 315A と直流負極配線 319A を略平行に対向するように配置したことにより、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。

[0050] 低インダクタンス化が起こる作用について、図 9 (a) を用いて説明する。

図 9 (a) において、下アーム側のダイオード 166 が順方向バイアス状態で導通している状態とする。この状態で、上アーム側 IGBT 328 が ON 状態になると、下アーム側のダイオード 166 が逆方向バイアスとなりキャリア移動に起因するリカバリ電流が上下アームを貫通する。このとき、各導体板 315、316、318、319 には、図 9 (b) に示されるリカバリ電流 360 が流れる。リカバリ電流 360 は、点線で示されるとおり、直流負

極端子 319B と対向に配置された直流正極端子 315B を通り、続いて各導体板 315, 316, 318, 319 により形成されるループ形状の経路を流れ、再び直流正極端子 315B と対向に配置された直流負極端子 319B を介して実線に示すように流れる。ループ形状経路を電流が流れることによって、モジュールケース 304 の第 1 放熱面 307A 及び第 2 放熱面 307B に渦電流 361 が流れる。この渦電流 361 の電流経路に等価回路 362 が発生する磁界相殺効果によって、ループ形状経路における配線インダクタンス 363 が低減する。

[0051] なお、リカバリ電流 360 の電流経路がループ形状に近いほど、インダクタンス低減作用が増大する。本実施形態では、ループ形状の電流経路は点線で示す如く、導体板 315 の直流正極端子 315B 側に近い経路を流れ、IGBT 328 及びダイオード 156 内を通る。そしてループ形状の電流経路は実線で示す如く、導体板 318 の直流正極端子 315B 側より遠い経路を流れ、その後、点線で示す如く導体板 316 の直流正極端子 315B 側より遠い経路を流れ、IGBT 330 及びダイオード 166 内を通る。さらにループ形状の電流経路は実線で示す如く、導体板 319 の直流負極配線 319A 側に近い経路を流れる。このようにループ形状の電流経路が、直流正極端子 315B や直流負極端子 319B に対して、近い側や遠い側の経路を通ることで、よりループ形状に近い電流経路が形成される。

[0052] 図 10 (a) は補助モールド体 600 の斜視図、図 10 (b) は補助モールド体 600 の透過図である。

補助モールド体 600 は、信号導体 324 をインサート成形により一体化している。ここで、信号導体 324 は、上アーム側のゲート電極端子 154 やエミッタ電極端子 155 及び上アーム側のゲート電極端子 164 やエミッタ電極端子 165 (図 2 参照)、さらにはパワー半導体素子の温度情報を伝達するための端子が含まれる。本実施形態の説明では、これらの端子を総称して、信号端子 325U、325L と表現する。

[0053] 信号導体 324 は、一方の端部に信号端子 325U や 325L を形成し、

他方の端部に素子側信号端子 3 2 6 U や 3 2 6 L を形成する。素子側信号端子 3 2 6 U や 3 2 6 L は、パワー半導体素子の表面電極に設けられた信号パッドと、例えばワイヤにより接続される。第 1 封止部 6 0 1 A は、図 8 (a) に示された直流正極配線 3 1 5 A や直流負極配線 3 1 9 A あるいは交流配線 3 2 0 の形状の長軸に対してこれを横切る方向に延びる形状を成す。一方、第 2 封止部 6 0 1 B は、直流正極配線 3 1 5 A や直流負極配線 3 1 9 A あるいは交流配線 3 2 0 の形状の長軸に対して略平行な方向に延びる形状を成す。また、第 2 封止部 6 0 1 B は、上アーム側の信号端子 3 2 5 U を封止するための封止部と、下アーム側の信号端子 3 2 5 L を封止するための封止部とにより構成される。

- [0054] 補助モールド体 6 0 0 は、その長さが、横に並べられた導体板 3 1 5 と 3 1 6 との全体の長さ、あるいは横に並べられた導体板 3 1 9 と 3 2 0 との全体の長さより長く形成される。つまり、横に並べられた導体板 3 1 5 と 3 1 6 の長さ、あるいは横に並べられた導体板 3 1 9 と 3 2 0 の長さが、補助モールド体 6 0 0 の横方向の長さの範囲内に入っている。
- [0055] 第 1 封止部 6 0 1 A は、窪み形状を成しておりかつ当該窪みに直流負極配線 3 1 9 A を勘合するための配線勘合部 6 0 2 B を形成する。また第 1 封止部 6 0 1 A は、窪み形状を成しておりかつ当該窪みに直流正極配線 3 1 5 A を勘合するための配線勘合部 6 0 2 A を形成する。さらに第 1 封止部 6 0 1 A は、配線勘合部 6 0 2 A の側部に配置されおり、かつ窪み形状を成し、さらに当該窪みに交流配線 3 2 0 を勘合するための配線勘合部 6 0 2 C を形成する。これら配線勘合部 6 0 2 A ~ 6 0 2 C に各配線が勘合されることにより、各配線の位置決めが為される。これにより、各配線を強固に固定した後に樹脂封止材の充填作業を行うことが可能となり、量産性が向上する。
- [0056] また、配線絶縁部 6 0 8 が、配線勘合部 6 0 2 A と配線勘合部 6 0 2 B の間から、第 1 封止部 6 0 1 A から遠ざかる方向に突出する。板形状を成す配線絶縁部 6 0 8 が直流正極配線 3 1 5 A と直流負極配線 3 1 9 A の間に介在することにより、絶縁性を確保しながら、低インダクタンス化のための対向配置

が可能となる。

[0057] また、第1封止部601Aには、樹脂封止する際に用いられる金型と接触する金型押圧面604が形成され、かつ金型押圧面604は、樹脂封止する際の樹脂漏れを防止するための突起部605が第1封止部601の長手方向の外周を一周して形成される。突起部605は、樹脂漏れ防止効果を高めるために、複数設けられる。さらに、これら配線勘合部602Aと配線勘合部602Bにも突起部605が設けられているので、直流正極配線315A及び直流負極配線319Aの周囲から樹脂封止材が漏れるのを防止できる。ここで、第1封止部601A、第2封止部601B、及び突起部605の材料としては、150～180℃程度の金型に設置されることを考慮すると、高耐熱性が期待できる熱可塑性樹脂の液晶ポリマーやポリブチレンテレクタレート（PBT）やポリフェニレンサルファイド樹脂（PPS）が望ましい。

[0058] また、第1封止部601Aの短手方向のパワー半導体素子側には、図10（b）に示される貫通孔606が長手方向に複数設けられる。これにより、貫通孔606に第一封止樹脂348が流入して硬化することにより、アンカー効果が発現して、補助モールド体600は第一封止樹脂348に強固に保持され、温度変化や機械的振動によって応力がかかっても両者は剥離しない。貫通孔の代わりに凸凹の形状としても剥離しがたくなる。また、第1封止部601Aにポリイミド系のコート剤を塗布するか、あるいは表面を粗化することでもある程度の効果が得られる。

[0059] モジュール一次封止体302における第1封止樹脂348の封止工程では、まず各配線を支持した補助モールド体600を、150～180℃程度に余熱された金型に挿入する。本実施形態では、補助モールド体600、直流正極配線315A、直流負極配線319A、交流配線320、導体板315、導体板316、導体板318、導体板319が、それぞれ強固につながっているため、補助モールド体600を所定の位置に設置することで主要回路およびパワー半導体素子が所定の位置に設置される。従って生産性が向上すると共に、信頼性が向上する。

[0060] また、第2封止部601Bは、モジュールケース304近傍からドライバ回路基板22近傍まで延ばされるように形成される。これにより、強電配線の間をかいくぐってドライバ回路基板22との配線を行う際に、高電圧にさらされても正常にスイッチング制御信号を伝達できるようになる。また、直流正極配線315A、直流負極配線319A、交流配線320、信号端子325U及び信号端子325Lが、モジュールケース304から同一方向に突出しても、電氣的絶縁を確保することができ、信頼性を確保できる。

[0061] 図11は、本実施形態のコンデンサモジュール500の分解斜視図である。

積層導体板501は、薄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517により構成されているので、低インダクタンス化が図られている。積層導体板501は、略長方形形状を成す。バッテリー負極側端子508及びバッテリー負極側端子509は、積層導体板501の短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。

[0062] コンデンサ端子503a~503c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。また、コンデンサ端子503d~503fは、積層導体板501の長手方向の他方の辺から立ち上げられた状態で形成される。なお、コンデンサ端子503a~503fは、積層導体板501の主面を横切る方向に立ち上げられている。コンデンサ端子503a~503cは、パワーモジュール300a~300cとそれぞれ接続される。コンデンサ端子503d~503fは、パワーモジュール301a~301cとそれぞれ接続される。コンデンサ端子503aを構成する負極側コンデンサ端子504aと正極側コンデンサ端子506aとの間には、絶縁シート517の一部が設けられ、絶縁が確保されている。他のコンデンサ端子503b~503fも同様である。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、コンデンサ端子503a~503fは、一体に成形された金属製板で構成され、イン



ダクタンス低減及び生産性の向上を図っている。

[0063] 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。本実施形態では、8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8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16個のコンデンサセルが設けられる。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11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モジュール300a~300c及びパワーモジュール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。

[0064] また、バッテリー負極側端子508とバッテリー負極側端子509も、図11に示される点線AAを境にて対称に並べられる。同様に、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て積層導体板501のインダクタンス低減を図ることができ、かつ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。

[0065] 本実施形態のコンデンサセル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。セル端子516及びセル端子518は、正極電極及び負極電極に接続され、かつ積層導体板501の開口部を通してコンデンサセル514配置側とは反対側まで延ばされ、正極導体板507及び負極導体板505と半田あるいは溶接により接続される。

[0066] 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、当該収納部511は上面及び下面が略長形状を成す。収納部511の長手方向の一方の辺にはフランジ部515aが設けられ、他方の辺にはフランジ部515bが設けられる。フランジ部515aには、モジュールケース304の挿入口306から延びる各端子を貫通させるための貫通孔519a~519cが設けられる。同様に、フランジ部515bには、貫通孔519d~519fが設けられる。また、貫通孔519a~519fのそれぞれの側部には、コンデンサモジュール500を冷却ジャケット12に固定する固定手段を貫通させるための孔520a~520hが設けられる。パワーモジュールとの間に、孔520b、孔520c、孔520f、孔520gが設けられることで、パワーモジュールと流路19との気密性を向上させている。フランジ部515a及びフランジ部515bは、コンデンサケース502の軽量化と冷却ジャケット12への固定強度を向上させるために、ハニカム構造を成している。

[0067] 収納部511の底面部513は、円筒形のコンデンサセル514の表面形状に合わせるように、なめらかな凹凸形状若しくは波形形状を成している。これにより、積層導体板501とコンデンサセル514が接続されたモジュールをコンデンサケース502に位置決めすることが容易になる。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とバッテリー負極側端子508及びバッテリー負極側端子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（不図示）が充填される。底面部513がコンデンサセル514の形状に合わせて波形形状となっていることにより、充填材がコンデンサケース502内に充填される際に、コンデンサセル514が所定位置からずれることを防止できる。

[0068] また、コンデンサセル514は、スイッチング時のリップル電流により、内部のフィルム上に蒸着された金属薄膜、内部導体の電気抵抗により発熱する。そこで、コンデンサセル514の熱をコンデンサケース502を逃がし

易くするために、コンデンサセル514を充填材でモールドする。さらに樹脂製の充填材を用いることにより、コンデンサセル514の耐湿も向上させることができる。

[0069] さらに、本実施形態では、コンデンサモジュール500は、収納部511の長手方向の辺を形成する側壁が流路19に挟まれように配置されているので、コンデンサモジュール500を効率良く冷やすことができる。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。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。

[0070] 図12(a)は、冷却ジャケット12にパワーモジュールとコンデンサモジュールとバスバーモジュールを組み付けた外観斜視図である。図12(b)は、図12(a)の点線囲み部の拡大図である。

図12(b)に示されるように、直流負極端子315B、直流正極端子319B、交流端子321及び第2封止部601Bは、コンデンサケース502の貫通孔519を通過して、フランジ部515aの上方まで延びている。直流負極端子315B及び直流正極端子319Bの電流経路の面積は、積層導体板501の電流経路の面積より非常に小さい。そのため、電流が積層導体板501から直流負極端子315B及び直流正極端子319Bに流れる際には、電流経路の面積が大きく変化することになる。つまり、電流が直流負極端子315B及び直流正極端子319Bに集中することになる。また、直流負極端子315B及び直流正極端子319Bが積層導体板501を横切る方向に突出する場合、言い換えると、直流負極端子315B及び直流正極端子319Bが積層導体板501とねじれの関係にある場合、新たな接続用導体が必要になり生産性低下やコスト増大の問題が生じる。

[0071] そこで、本実施形態では、負極側コンデンサ端子504aは、積層導体板501から立ち上がっている立上り部540と、当該立上り部540と接続さ

れかつU字状に屈曲した折返し部541と、当該折返し部541と接続されかつ立上り部540とは反対側の面が直流負極端子319Bの主面と対向する接続部542とにより構成される。また、正極側コンデンサ端子506aは、積層導体板501から立ち上がっている立上り部543と、折返し部544と、当該折返し部544と接続されかつ立上り部543とは反対側の面が直流正極端子315Bの主面と対向する接続部545と、により構成される。特に、折返し部544は、立上り部543と略直角に接続されかつ負極側コンデンサ端子504aと直流負極端子315Bと直流正極端子319Bの側部を跨ぐように構成される。さらに、立上り部540の主面と立上り部543の主面は絶縁シート517を介して対向する。同様に、折返し部541の主面と折返し部544の主面は絶縁シート517を介して対向する。

[0072] これにより、コンデンサ端子503aが接続部542の直前まで絶縁シート517を介した積層構造を成すため、電流が集中する当該コンデンサ端子503aの配線インダクタンスを低減することができる。

また、折返し部544が負極側コンデンサ端子504aと直流負極端子315Bと直流正極端子319Bの側部を跨ぐように構成される。さらに、直流正極端子319Bの先端と接続部542の側辺とは溶接により接続され、同様に直流負極端子315Bの先端と接続部545の側辺とは溶接により接続される。

これにより、直流正極端子319B及び直流負極端子315Bの溶接接続するための作業方向と折返し部544とが干渉することがなくなるので、低インダクタンスを図りながら生産性を向上させることができる。

[0073] また、交流端子321の先端は交流バスバー802aの先端とは溶接により接続される。溶接をするための生産設備において、溶接機械を溶接対象に対して複数方向に可動出来るように作るとは、生産設備を複雑化させることにつながり生産性及びコスト的な観点から好ましくない。そこで、本実施形態では、交流端子321の溶接箇所と直流正極端子319Bの溶接箇所は、冷却ジャケット12の長手方向の辺に沿って一直線状に配置される。これに

より、溶接機械を一方向に可動する間に、複数の溶接を行うことができ、生産性が向上する。

[0074] さらに、図4(a)及び図12(a)に示されるように、複数のパワーモジュール300a~300cは、冷却ジャケット12の長手方向の辺に沿って一直線状に配置される。これにより、複数のパワーモジュール300a~300cを溶接する際に、更に生産性を向上させることができる。

[0075] 図13は、パワーモジュールとコンデンサモジュールを組み付けた冷却ジャケット12とバスバーモジュール800の分解斜視図である。図14は、保持部材803を除いたバスバーモジュール800の外観斜視図である。

図13及び図14に示されるように、第1交流バスバー802a~802fは、電流センサ180a又は電流センサ180bの設置箇所まで、当該第1交流バスバー802a~802fの主面がコンデンサモジュール500の積層導体板501の主面と略垂直になるように形成される。また、第1交流バスバー802a~802fは、電流センサ180aの貫通孔又は電流センサ180bの貫通孔の直前で略直角に折り曲げられる。これにより、電流センサ180a又は電流センサ180bを貫通する第1交流バスバー802a~802fの部分は、その主面が積層導体板501の主面と略平行になる。そして、第1交流バスバー802a~802fの端部には、第2交流バスバー804a~804fと接続する為の接続部805a~805fが形成される(接続部805d~805fは不図示)。

[0076] 第2交流バスバー804a~804fは、接続部805a~805fの近傍で、コンデンサモジュール500側に向かって略直角に折り曲げられる。これにより、第2交流バスバー804a~804fの主面がコンデンサモジュール500の積層導体板501の主面と略垂直になるように形成される。さらに第2交流バスバー804a~804fは、電流センサ180a又は電流センサ180bの近傍から、図13に示された冷却ジャケット12の短手方向の一方の辺12aに向かって延ばされ、当該辺12aを横切るように形成される。つまり、複数の第2交流バスバー804a~804fの主面が向

かい合った状態で、当該第2交流バスバー804a~804fが辺12aを横切るように形成される。

これにより、装置全体を大型化させることなく、冷却ジャケット12の短い辺側から複数の板状交流バスバーを外部に突出させることができる。そして、冷却ジャケット12の一面側から複数の交流バスバーを突出させることで、電力変換装置200の外部での配線の取り回しが容易になり、生産性が向上する。

[0077] 図13に示されるように、第1交流バスバー802a~802f、電流センサ180a~180b及び第2交流バスバー804a~804fは、樹脂で構成された保持部材803によって、保持及び絶縁されている。

この保持部材803により、第2交流バスバー804a~804fが金属製の冷却ジャケット12及び筐体119との間の絶縁性を向上させる。また保持部材803が冷却ジャケット12に熱的に接触又は直接接触することにより、トランスミッション118側から第2交流バスバー804a~804fに伝わる熱を、冷却ジャケット12に逃がすことができるので、電流センサ180a~180bの信頼性を向上させることができる。

[0078] 図13に示されるように、保持部材803は、図4に示されたドライバ回路基板22を指示するための支持部材807a及び支持部材807bを設ける。支持部材807aは、複数設けられ、かつ冷却ジャケット12の長手方向の一方の辺に沿って一列に並べて形成される。また、支持部材807bは、複数設けられ、かつ冷却ジャケット12の長手方向の他方の辺に沿って一列に並べて形成される。支持部材807a及び支持部材807bの先端部には、ドライバ回路基板22を固定するための螺子穴が形成されている。

さらに、保持部材803は、電流センサ180a及び電流センサ180bが配置された箇所から上方に向かって延びる突起部806a及び突起部806bを設ける。突起部806a及び突起部806bは、それぞれ電流センサ180a及び電流センサ180bを貫通するように構成される。図14に示されるように、電流センサ180a及び電流センサ180bは、ドライバ回

路基板 22 の配置方向に向かって延びる信号線 182 a 及び信号線 182 b を設ける。信号線 182 a 及び信号線 182 b は、ドライバ回路基板 22 の配線パターンと半田によって接合される。本実施形態では、保持部材 803 、支持部材 807 a ~ 807 b 及び突起部 806 a ~ 806 b は、樹脂で一体に形成される。

[0079] これにより、保持部材 803 が電流センサ 180 とドライバ回路基板 22 との位置決め機能を備えることになるので、信号線 182 a とドライバ回路基板 22 との間の組み付け及び半田接続作業が容易になる。また、電流センサ 180 とドライバ回路基板 22 を保持する機構を保持部材 803 に設けることで、電力変換装置全体としての部品点数を削減できる。

[0080] 本実施形態の電力変換装置 200 はトランスミッション 118 を収納した筐体 119 に固定されるので、トランスミッション 118 からの振動の影響を大きく受ける。そこで、保持部材 803 は、ドライバ回路基板 22 の中央部の近傍を指示するための支持部材 808 を設けて、ドライバ回路基板 22 に加わる振動の影響を低減している。なお、保持部材 803 は、冷却ジャケット 12 に螺子により固定される。

また、保持部材 803 は、補機用パワーモジュール 350 の一方の端部を固定するためのブラケット 809 を設ける。また図 4 に示されるように、補機用パワーモジュール 350 は突出部 407 に配置されることにより、当該補機用パワーモジュール 350 の他方の端部が当該突出部 407 に固定される。これにより、補機用パワーモジュール 350 に加わる振動の影響を低減するとともに、固定用の部品点数を削減することができる。

[0081] 図 15 は、パワーモジュールとコンデンサモジュールとバスバーモジュール 800 と補機用パワーモジュール 350 を組み付けた冷却ジャケット 12 の外観斜視図である。

電流センサ 180 は、約 100℃ の耐熱温度以上に熱せられると破壊するおそれがある。特に車載用の電力変換装置では、使用される環境の温度が非常に高温になるため、電流センサ 180 を熱から保護することが重要になる

。特に、本実施形態に係る電力変換装置200はトランスミッション118に搭載されるので、当該トランスミッション118から発せられる熱から保護することが重要になる。

[0082] そこで、本実施形態では、電流センサ180a及び電流センサ180bは、冷却ジャケット12を挟んでトランスミッション118とは反対側に配置される。これにより、トランスミッション118が発する熱が電流センサに伝達しづらくなり、電流センサの温度上昇を抑えられる。さらに、第2交流バスバー804a~804fは、図5に示された第3流路19cを流れる冷媒の流れ方向810を横切るように形成される。そして、電流センサ180a及び電流センサ180bは、第3流路部19cを横切る第2交流バスバー804a~804fの部分よりもパワーモジュールの交流端子321に近い側に配置される。これにより、第2交流バスバー804a~804fが冷媒によって間接的に冷却され、交流バスバーから電流センサ、更にはパワーモジュール内の半導体チップに伝わる熱を和らげることができるため、信頼性が向上する。

[0083] 図15に示される流れ方向811は、図5にて示された第4流路19dを流れる冷媒の流れ方向を示す。同様に、流れ方向812は、図5にて示された第2流路19bを流れる冷媒の流れ方向を示す。本実施形態に係る電流センサ180a及び電流センサ180bは、電力変換装置200の上方から投影したときに、電流センサ180a及び電流センサ180bの投影部が流路19の投影部に囲まれるように配置される。これにより電流センサをトランスミッション118からの熱から更に保護することができる。

[0084] 図16は、制御回路基板20と金属ベース板11を分離した電力変換装置200の分割斜視図である。

図15にて示されたように、電流センサ180は、コンデンサモジュール500の上方に配置される。ドライバ回路基板22は、電流センサ180の上方に配置され、かつ図13に示されたバスバーモジュール800に設けられる支持部材807a及び807bによって支持される。金属ベース板11



は、ドライバ回路基板 22 の上方に配置され、かつ冷却ジャケット 12 から立設された複数の支持部材 15 によって支持される。制御回路基板 20 は、金属ベース板 11 の上方に配置され、かつ金属ベース板 11 に固定される。

電流センサ 180 とドライバ回路基板 22 と制御回路基板 20 が高さ方向に一系列に階層的に配置され、かつ制御回路基板 20 が強電系のパワーモジュール 300 及び 301 から最も遠い場所に配置されるので、スイッチングノイズ等が混入することを抑制することができる。さらに、金属ベース板 11 は、グラウンドに電氣的に接続された冷却ジャケット 12 に電氣的に接続されている。この金属ベース板 11 によって、ドライバ回路基板 22 から制御回路基板 20 に混入するノイズを低減している。

[0085] 図 3 にて示したように、バッテリー負極側接続端子部 510 とバッテリー正極側接続端子部 512 は、ケース 10 の底面に対向するように配置されるため、バッテリー負極側接続端子部 510 とバッテリー正極側接続端子部 512 が制御回路基板 20 を横断するように配置され、電磁結合する。これによって、スイッチングノイズが制御回路基板 20 に混入し、制御コネクタ 20a につながるハーネスに伝搬することになるため、ハーネスをアンテナとして放射するノイズが増大することが考えられる。また、制御回路基板 20 内にノイズ電流が混入し、誤動作することが考えられる。

[0086] 図 18 は、本発明の実施形態における電力変換装置を示す図である。

図 18 に示す電力変換装置を面 D で切りとったときの断面図を図 19 に示す。

[0087] 図 19 (a) は直流接続端子部近くに壁を形成するときの解析モデルを示す図であり、(b) は壁を形成しないときの解析モデルを示す図である。

図 19 (a) に開示された本発明の実施形態では、ケース 10 の上面から電源を供給する電力変換装置において、バッテリー負極側接続端子部 510 およびバッテリー正極側接続端子部 512 と制御回路基板 20 との間に、バッテリー負極側接続端子部 510 およびバッテリー正極側接続端子部 512 と制御回路基板 20 との間の空間を隔てるベース板 11 の一部である壁 11a を形成

する。

[0088] 壁 11 a は、冷却ジャケット 12 と制御回路基板 20 との間に平面状に設けられているベース板 11 の一部を折り曲げて形成されている。図 19 (a) では、壁 11 a は金属で形成された導体板であり、ベース板 11 や制御回路基板 20 などに対して概略垂直方向に配置されている。

図 19 (a) に示すように、バッテリー負極側接続端子部 510 およびバッテリー正極側接続端子部 512 と制御回路基板 20 との間の空間に導体の板を配置することにより、バッテリー負極側接続端子部 510 およびバッテリー正極側接続端子部 512 との間で結合して制御回路基板 20 に伝搬するノイズを低減させることができる。

[0089] また、壁 11 a を配置した電力変換装置は、壁 11 a の配置されていない電力変換装置と比較して、バッテリー負極側接続端子部 510 とバッテリー正極側接続端子部 512 の近くに制御コネクタ 20 a を配置することが可能となるため、バッテリー負極側接続端子部 510 とバッテリー正極側接続端子部 512 との間の空間を小さくすることができるという点において、電力変換装置の小型化を実現できるという効果を奏する。

また、壁 11 a はベース板 11 の一部を屈曲させて構成することによって、余分な組立作業を増やすことなく組立することができるという効果を奏する。

[0090] なお、壁 11 a はベース板 11 の一部を屈曲させて構成する一体型でなくとも良く、例えば、制御回路基板 20 に対して概略平行な平面上に構成されたベース板 11 と制御回路基板 20 に対して概略垂直な方向に構成された壁とがそれぞれ別個体として伝記的に接続されるようにして組み付けられていてもよい。この場合は、ベース板 11 を加工しやすい状態に維持したままで、電磁遮蔽効果の高い壁を設置することができる。

一方、図 19 (b) は壁を有しない電力変換装置のモデル図である。この場合は、バッテリー負極側接続端子部 510 とバッテリー正極側接続端子部 512 と制御回路基板 20 との間の空間にノイズを遮蔽する部材が配置されてい

ないため、バッテリー負極側接続端子部510およびバッテリー正極側接続端子部512からのノイズが遮断されることなく制御回路基板20に伝搬することになる。

[0091] 図20(a)はシールド有の場合の解析結果を示す図であり、(b)はシールド無の場合の解析結果を示す図である。

図20(a)は、図19(a)に示す壁を備えた電力変換装置をE面で切ったときの電界強度分布の解析結果であり、図20(b)は、図19(b)に示す壁を有さない電力変換装置をE面で切ったときの電界強度分布の解析結果を示す図である。

[0092] 図20における電界強度分布の解析は、パワー半導体素子(IGBT328、IGBT330、ダイオード156、ダイオード166)のスイッチングノイズがバッテリー負極側接続端子部510とバッテリー正極側接続端子部512(直流接続端子部)を伝搬することにより生じるノイズの周波数を10MHzにし、最大値を0dBに正規化する条件の元で行ったものである。このとき、スイッチング素子は数kHzでスイッチングされ、数MHzという高調波成分が直流接続端子部から電磁結合により制御回基板20等へ伝搬する。そのため、直流接続端子部が発生するノイズの周波数はドライバ回路基板22がIGBT328へ出力するドライブ信号のキャリア周波数などに応じて決まる。

[0093] 上記の各解析結果を比較すると、図20(a)のA点の金属ベース板11上の制御コネクタ20aでの電界強度は、図20(b)と比べて-20dB程度の電磁界遮蔽効果があることが分かる。以上から、バッテリー負極側接続端子部510とバッテリー正極側接続端子部512による直流端子部と制御回路基板20との間の空間に導体の板(壁11a)を形成することによって、バッテリー負極側接続端子部510とバッテリー正極側接続端子部512から制御回路基板20に対して受けるノイズの影響を低減させることができ、また、同程度のノイズの影響を受けることを許容する場合には、壁がない場合と比較してよりバッテリー負極側接続端子部510とバッテリー正極側接続端子部

512の近くに制御回路基板20（制御コネクタ20a）を設置することが可能となる。

なお、ベース板11の一部として構成される壁11aとケース10との隙間を導電性のゴムで埋めてもよい。これによりさらに、バッテリー負極側接続端子部510とバッテリー正極側接続端子部512から伝搬するノイズを防ぐことができ、電磁遮蔽効果が増大し、制御回路基板20に漏れいするノイズを低減することができる。また、ケース10に接続することにより、前記ケースから前記壁にかかる振動をゴムにより抑えることができる。

[0094] また、制御回路基板20において、ベース板11から成る壁11aの直近には電圧検出回路等、制御回路基板内において高い電圧を使用する回路を実装するとよい。これにより、ノイズにより制御回路で誤動作の発生を防ぐことができる。

[0095] 図24（a）（b）は、本実施形態における電力変換装置の断面図の一例を示す図である。電磁結合の大きさは対向面積と距離に依存して決まるため、図24（a）に示すように、制御コネクタ20aを覆うように壁11aを折り曲げた構成としてもよい。また、図24（b）に示すように、壁11aを制御コネクタ20a側に傾けた構成としてもよい。これにより、電磁結合の点において、バッテリー負極側接続端子部510とバッテリー正極側接続端子部512と制御コネクタ20aとの距離を離すことができ、さらに制御コネクタ20aに結合するノイズを低減することができる。

[0096] 図21は、本発明の第2の実施形態における電力変換装置の断面図の一例を示す図である。

本発明の第2の実施形態における電力変換装置は、バッテリー負極側接続端子部510とバッテリー正極側接続端子部512をカーボンやフェライトなどの一般的な電波吸収体11bを用いて囲む構成とする点を特徴とする。これにより、バッテリー負極側接続端子部510とバッテリー正極側接続端子部512から制御コネクタ20aに誘起される誘導電流を抑えることができ、また、壁11aからの2次放射も防ぐことができる。

[0097] 図22は、本発明の第3の実施形態における電力変換装置の断面図の一例を示す図である。

本発明の第2の実施形態における電力変換装置は、バッテリー負極側接続端子部510およびバッテリー正極側接続端子部512とベース板11と電氣的に接続される壁11aとの間に空気より誘電率の高い誘電材料11cを挿入する点を特徴とする。バッテリー（直流）負極側接続端子部510およびバッテリー（直流）正極側接続端子部512とベース板11と電氣的に接続される壁11aとは近接して配置されており、この空間に高誘電材料11cを挿入することにより、バッテリー負極側接続端子部510およびバッテリー正極側接続端子部512に混入したノイズ電流をグラウンドに流し、ノイズのループ経路を小さくするバイパスコンデンサを形成することができる（図2の521a、521b）。誘電材料は誘電率が高いほどノイズ低減効果が大きいいため、より高い誘電材料を用いることが望ましい。バッテリー負極側接続端子部510およびバッテリー正極側接続端子部512とベース板11との間に形成されるバイパスコンデンサは、バイパスコンデンサ521a、521bと並列に接続される。これにより、バイパスコンデンサ521a、521bの容量を小さくする、または無くすことができる。また、バッテリー負極側接続端子部510およびバッテリー正極側接続端子部512とベース板11との間に形成されるバイパスコンデンサの容量は、対向する面積により決まるため、挿入する高誘電材料11cは、バッテリー負極側接続端子部510およびバッテリー正極側接続端子部512に沿って壁11aの高さと同程度の高さとするのが望ましい。

[0098] 図23は、本発明の第4の実施形態における電力変換装置の断面図の一例を示す図である。

本発明の第2の実施形態における電力変換装置は、壁11aがケース10の一部として形成されている点を特徴とする。

ケース10がベース板11より上部からグラウンドをとる場合、図23に示すように壁11aはケース10の一部として形成してもよい。これにより

、壁 1 1 a はグラウンドまでのインダクタンスが小さくなり、電位的に安定した点に設置されるため、ノイズ抑制効果を高めることができる。

[0099] 本実施形態においては、流路 1 9 に流れる冷媒の冷却対象が主に駆動用のパワーモジュール 3 0 0 及び 3 0 1 であるので、当該パワーモジュール 3 0 0 及び 3 0 1 は流路 1 9 内に収納されて直接と冷媒と接触して冷却される。一方、補機用パワーモジュール 3 5 0 も、駆動用パワーモジュールほどではないが冷却することが求められる。

[0100] そこで、本実施形態では、補機用パワーモジュール 3 5 0 の金属ベースで形成された放熱面が、流路 1 9 を介して、入口配管 1 3 及び出口配管 1 4 と対向するように形成される。特に、補機用パワーモジュール 3 5 0 を固定する突出部 4 0 7 が入口配管 1 3 の上方に形成されているので、下方から流入する冷媒が突出部 4 0 7 の内壁に衝突して、効率良く補機用パワーモジュール 3 5 0 から熱を奪うことができる。さらに、突出部 4 0 7 の内部には、流路 1 9 と繋がる空間を形成している。この突出部 4 0 7 内部の空間によって、入口配管 1 3 及び出口配管 1 4 近傍の流路 1 9 の深さが大きくなっており、突出部 4 0 7 内部の空間に液溜りが生じることになる。この液溜りにより効率良く補機用パワーモジュール 3 5 0 を冷却することができる。

[0101] 電流センサ 1 8 0 とドライバ回路基板 2 2 を電氣的に繋ぐ際に、配線コネクタを用いると接続工程の増大や、接続ミス of 危険性を招くことになる。

そこで、図 1 6 に示されるように、本実施形態のドライバ回路基板 2 2 には、当該ドライバ回路基板 2 2 を貫通する第 1 孔 2 4 及び第 2 孔 2 6 が形成される。また第 1 孔 2 4 にはパワーモジュール 3 0 0 の信号端子 3 2 5 U 及び信号端子 3 2 5 L が挿入され、信号端子 3 2 5 U 及び信号端子 3 2 5 L はドライバ回路基板 2 2 の配線パターンと半田により接合される。さらに第 2 孔 2 6 には電流センサ 1 8 0 の信号線 1 8 2 が挿入され、信号線 1 8 2 はドライバ回路基板 2 2 の配線パターンと半田により接合される。なお、冷却ジャケット 1 2 との対向面とは反対側のドライバ回路基板 2 2 の面側から半田接合が行われる。

[0102] これにより、配線コネクタを用いることなく信号線が接続できるので生産性を向上させることができる。また、パワーモジュール300の信号端子325と電流センサ180の信号線182を、同一方向から半田により接合されることにより、生産性を更に向上させることができる。また、ドライバ回路基板22に、信号端子325を貫通させるための第1孔24や、信号線182を貫通させるための第2孔26をそれぞれ設けることにより接続ミスの危険性を少なくすることができる。

また、本実施形態のドライバ回路基板22は、冷却ジャケット12と対向する面側に、ドライバICチップ等の駆動回路（不図示）を実装している。これにより、半田接合の熱がドライバICチップ等に伝わることを抑制して、半田接合によるドライバICチップ等の損傷を防止している。また、ドライバ回路基板22に搭載されているトランスのような高背部品が、コンデンサモジュール500とドライバ回路基板22との間の空間に配置されるので、電力変換装置200全体を低背化することが可能となる。

[0103] 図17は、図16のB面で切り取った電力変換装置200をC方向から見た断面図である。

モジュールケース304に設けられたフランジ304Bは、コンデンサケース502に設けられたフランジ515a又はフランジ515bによって冷却ジャケット12に押し付けられる。つまり、コンデンサセル514を収納したコンデンサケース502の自重を利用して、冷却ジャケット12にモジュールケース304を押しつけることにより、流路19の気密性を向上させることができる。

[0104] パワーモジュール300の冷却効率を向上させるために、流路19内の冷媒をフィン305が形成された領域に流すようにする必要がある。モジュールケース304は湾曲部304Aのスペースを確保するために、モジュールケース304の下部にはフィン305が形成されていない。そこで下カバー420は、モジュールケース304の下部が、当該下カバー420に形成された凹部430に吻合されるように形成される。これにより、冷却フィンが

形成されていない空間に冷媒が流れ込むことを防止することができる。

- [0105] 図17に示されるように、パワーモジュール300とコンデンサモジュール500とパワーモジュール301の配列方向は、制御回路基板20とドライバ回路基板22とトランスミッション118の配列方向を横切るように並べて配置されている。特に、パワーモジュール300とコンデンサモジュール500とパワーモジュール301は、電力変換装置200の中では、最下層に並べて配置されている。これにより、電力変換装置200全体の低背化が可能となるとともに、トランスミッション118からの振動の影響を低減することができる。

### 符号の説明

- [0106] 10・・・ケース、11・・・ベース板、11a・・・壁、12・・・冷却ジャケット、20・・・制御回路基板、20a・・・制御コネクタ、110・・・ハイブリッド電気自動車（HEV）、120・・・エンジン、156、166・・・ダイオード、192、194・・・モータジェネレータ、300a～300c、301a～301c・・・パワーモジュール、328、330・・・IGBT、510・・・バッテリー負極側接続端子部、512・・・バッテリー正極側接続端子部



## 請求の範囲

- [請求項1] ケースと、  
前記ケースに搭載され、複数のパワー半導体素子を備えたパワーモジュールと、  
前記パワーモジュールに搭載され、前記ケースに固定された金属板と、  
前記金属板の上に配置された、前記パワー半導体素子を制御するための制御回路基板と、  
バッテリーと電氣的に接続される直流入力端子と、を備え、  
トランスミッションまたはモータが下部に備えられており、  
前記バッテリーと前記直流入力端子をつなぐコネクタが上部に備えられており、  
前記金属板は屈曲しており、前記制御回路基板と前記直流入力端子との間の空間に、屈曲した金属板の一部が配置されていることを特徴とする電力変換装置。
- [請求項2] 請求項1記載の電力変換装置であって、  
前記屈曲した金属板は、前記制御回路基板の上に平面上に配置された第一の部分と、前記第一の部分の面に対して概略垂直に配置された第二の部分とを備えて構成されることを特徴とする電力変換装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の電力変換装置であって、  
前記金属板は金属製であることを特徴とする電力変換装置。
- [請求項4] 請求項2または3に記載の電力変換装置であって、  
前記直流入力端子には、バッテリー負極側接続端子部とバッテリー正極側接続端子部とがあり、  
前記直流入力端子の各々が電波吸収体により覆われていることを特徴とする電力変換装置。
- [請求項5] 請求項2乃至4のいずれかに記載の電力変換装置であって、  
前記直流入力端子と前記金属板の第二の部分との間に誘電材料が挿

入されていることを特徴とする電力変換装置。

[請求項6]

請求項2乃至5のいずれかに記載の電力変換装置であって、  
前記制御回路基板と前記直流入力端子との間の空間に、前記ケースの一部が挿入されていることを特徴とする電力変換装置。

[請求項7]

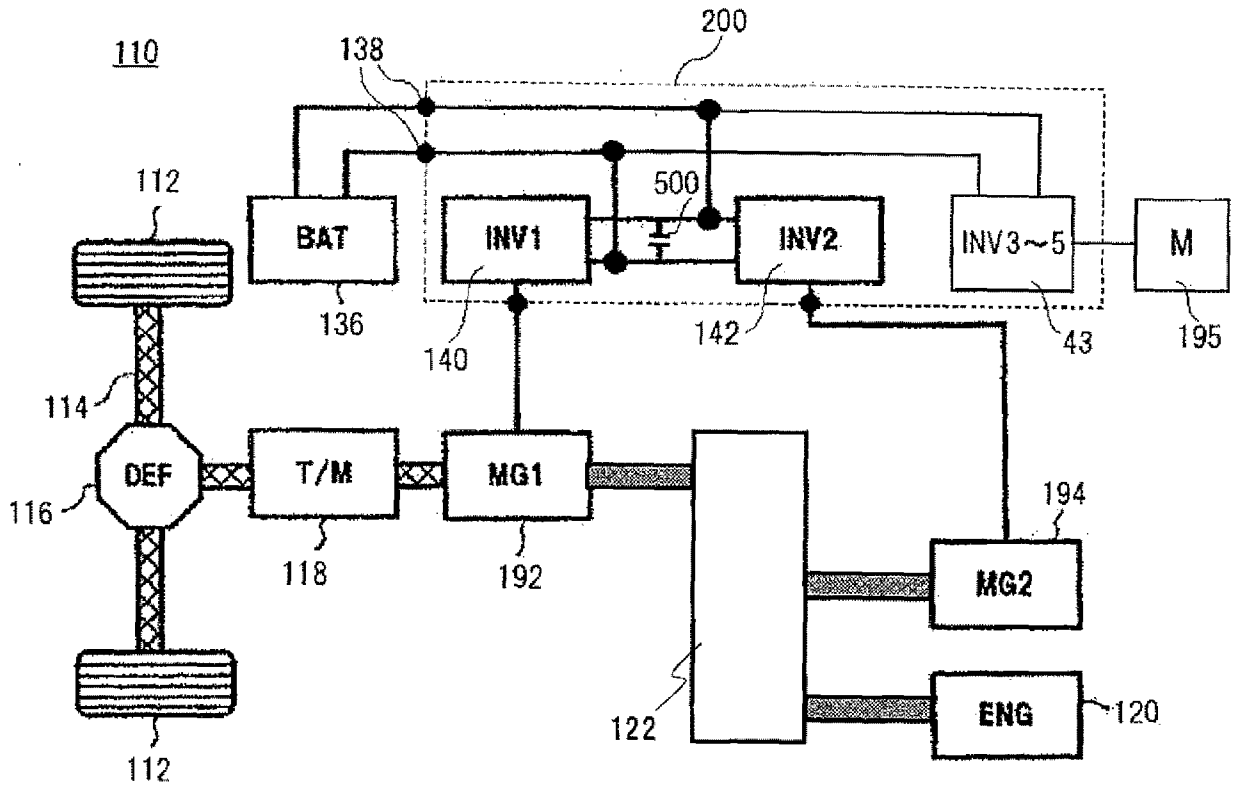
請求項2乃至6のいずれかに記載の電力変換装置であって、  
前記金属板は、前記制御コネクタを覆うように前記第二の部分と接続された第三の部分が形成されていることを特徴とする電力変換装置。  
。

[請求項8]

請求項7記載の電力変換装置であって、  
前記第三の部分は、前記制御コネクタを覆うように前記制御回路基板の面と平行な面に形成されていることを特徴とする電力変換装置。

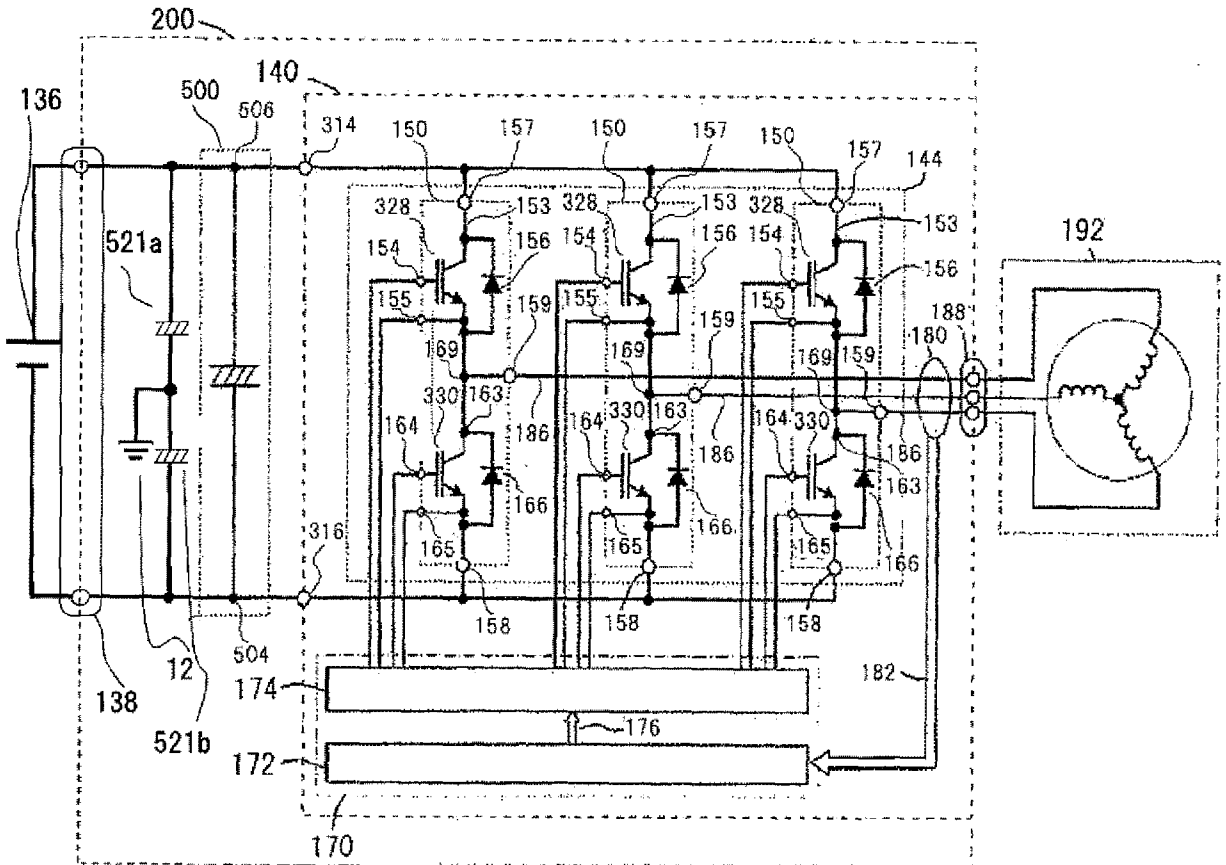
[図1]

【図1】



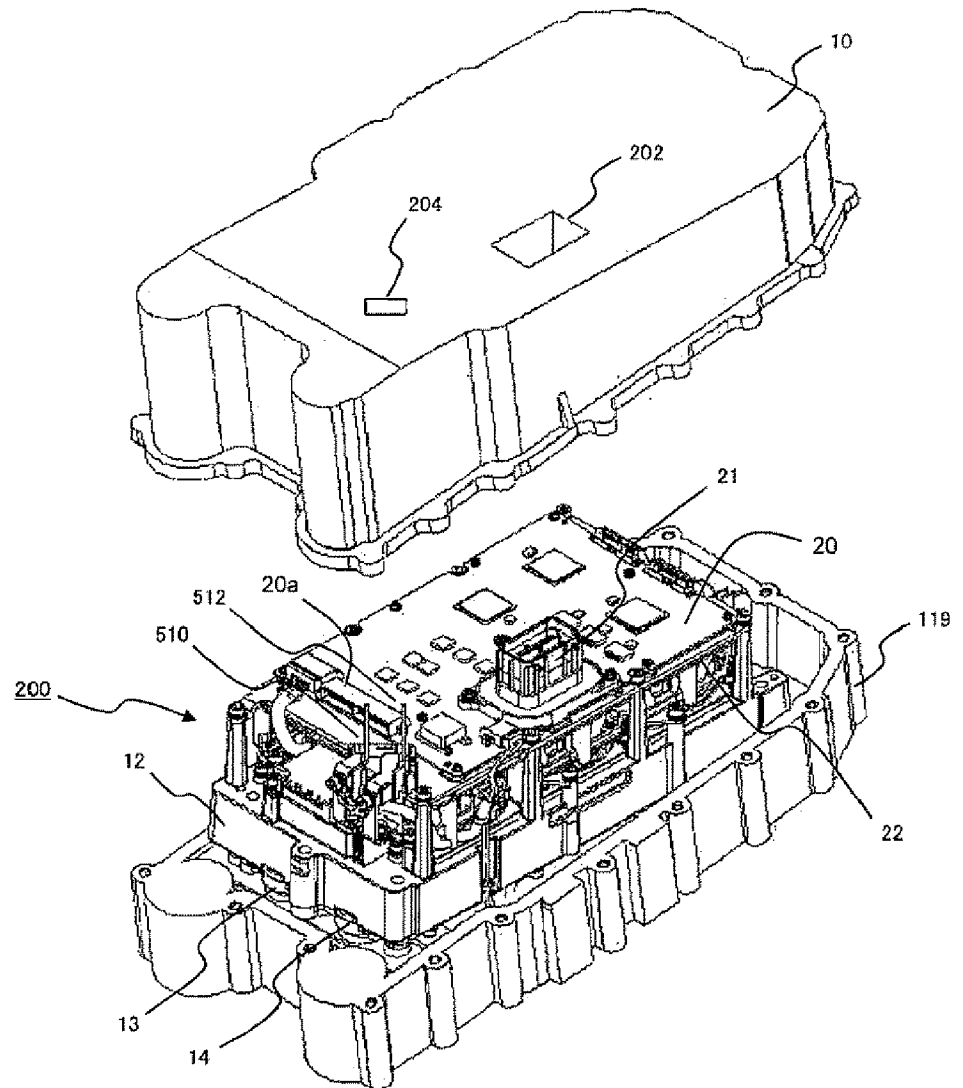
[図2]

【図2】



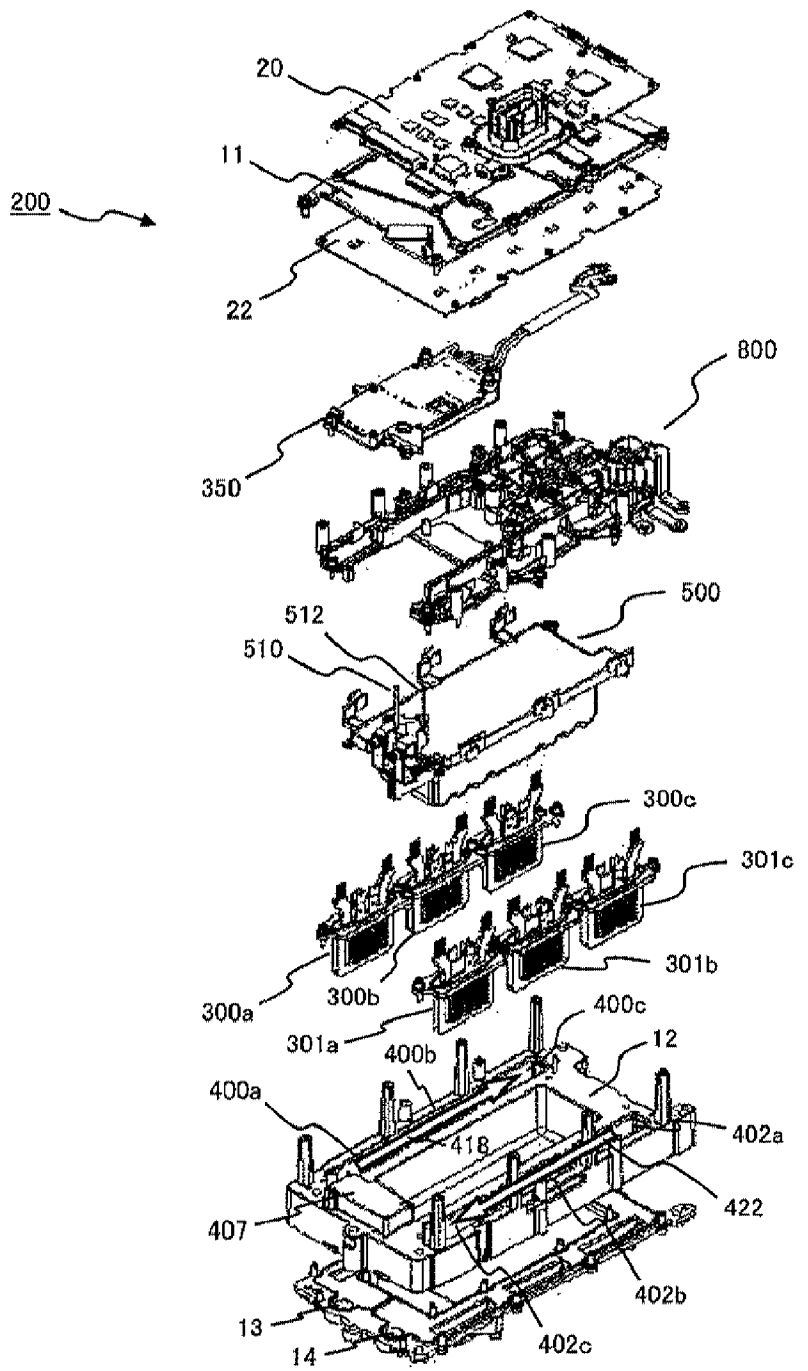
[図3]

【図3】



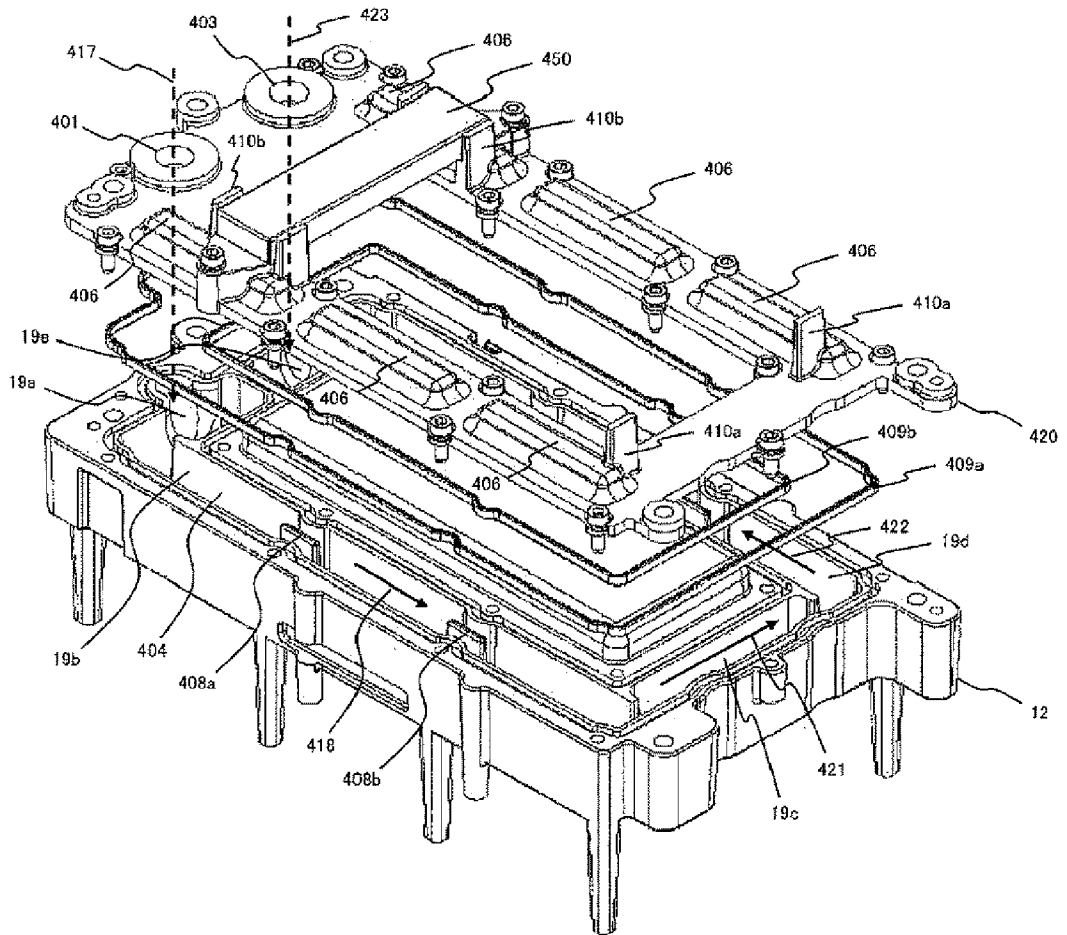
[図4]

【図4】



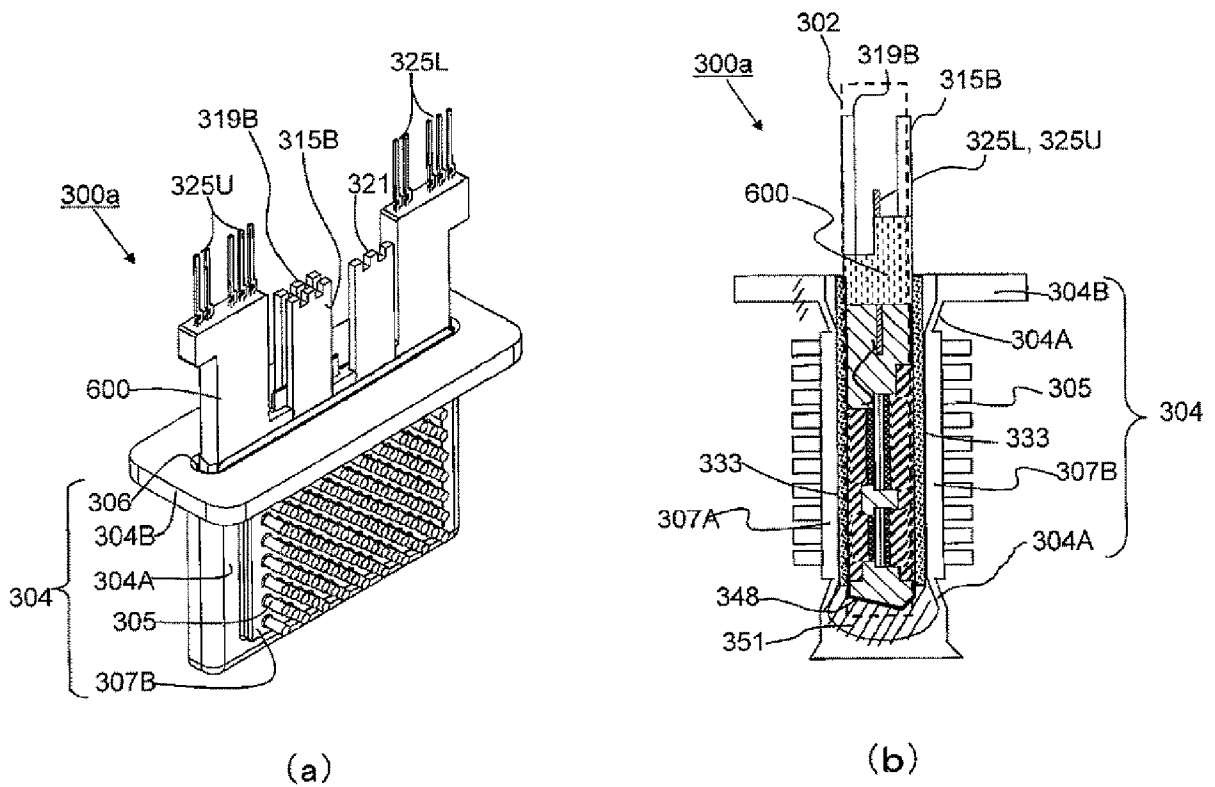
[図5]

【図5】



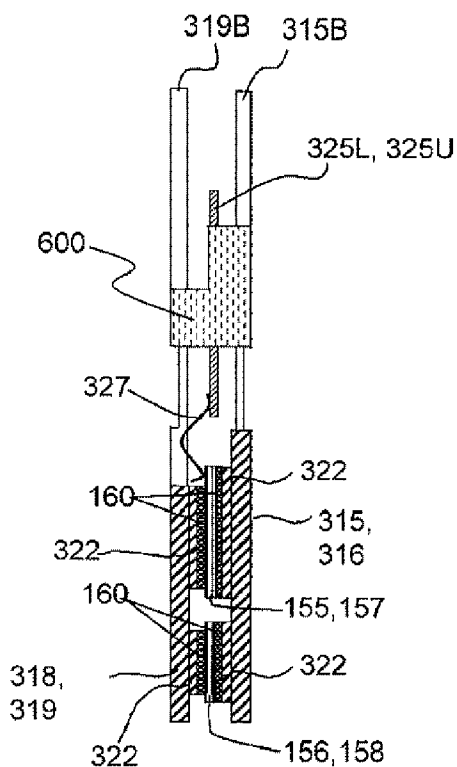
[図6]

【図6】

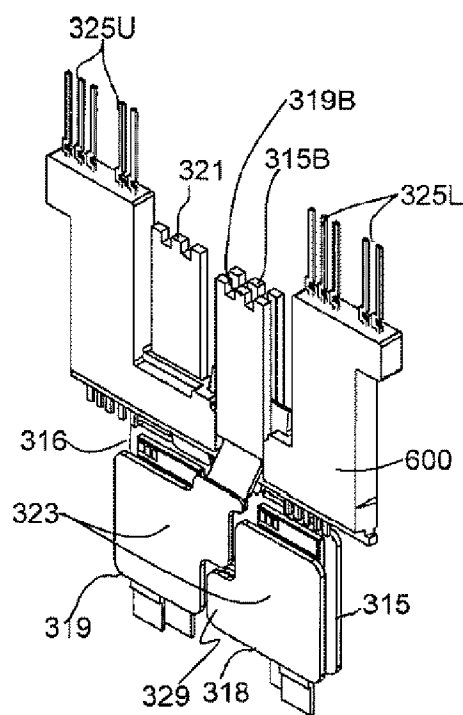


[図7]

【図7】



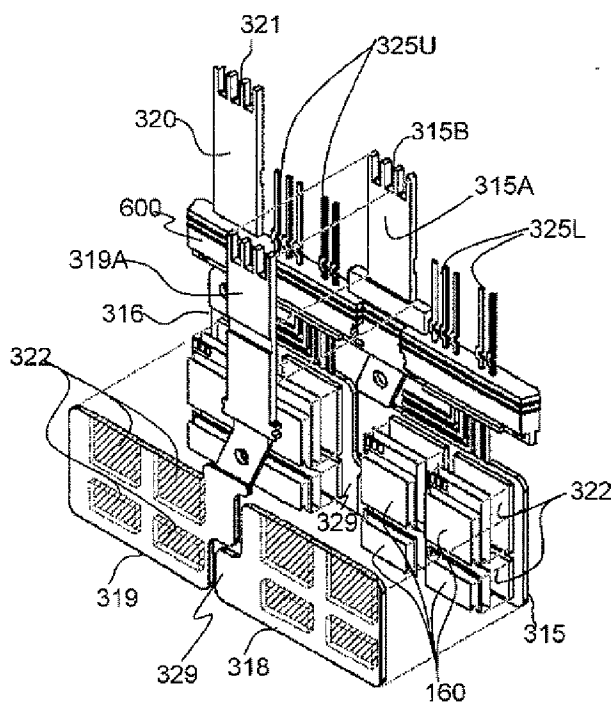
(a)



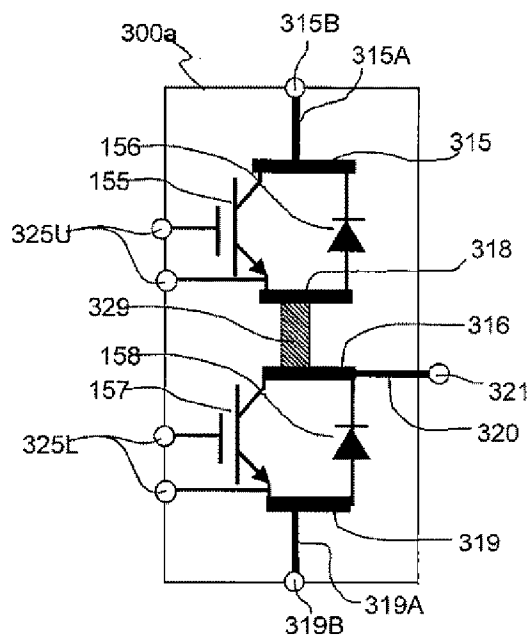
(b)

[図8]

【図8】



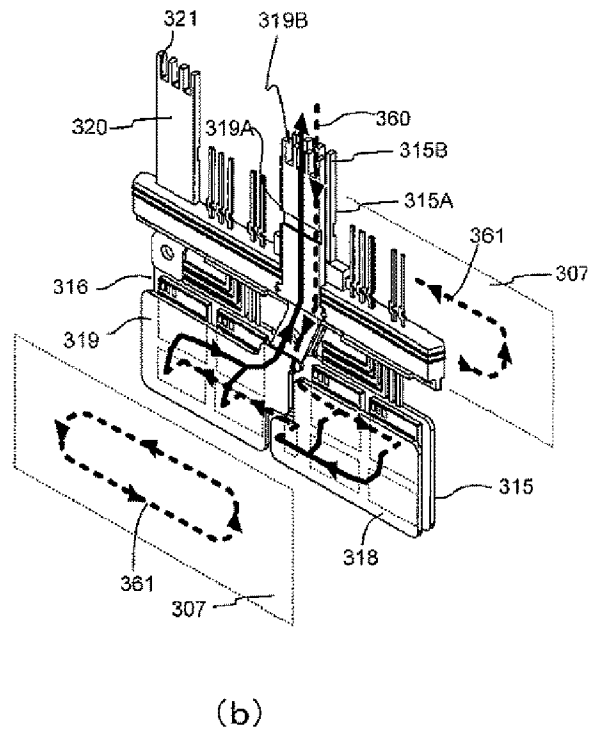
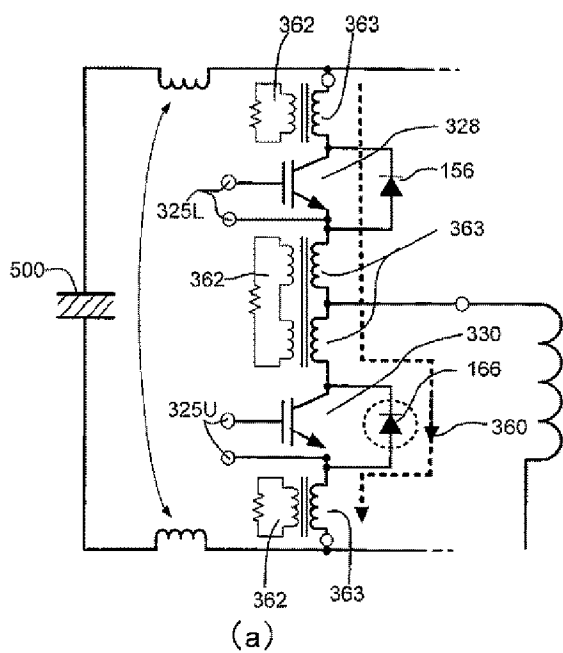
(a)



(b)

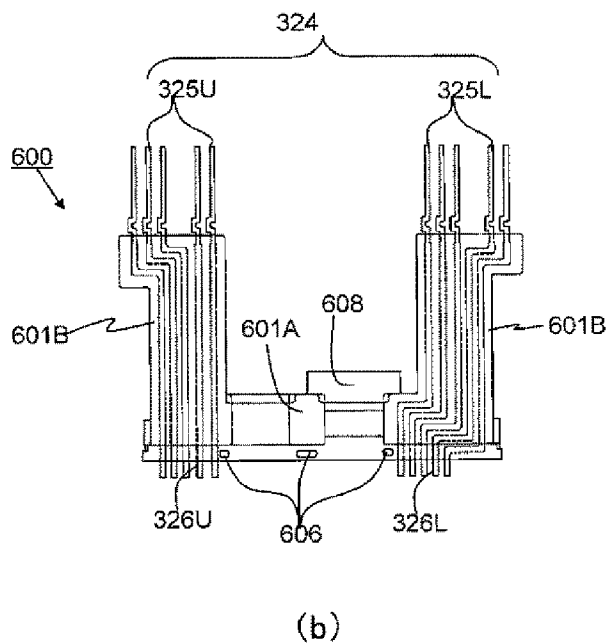
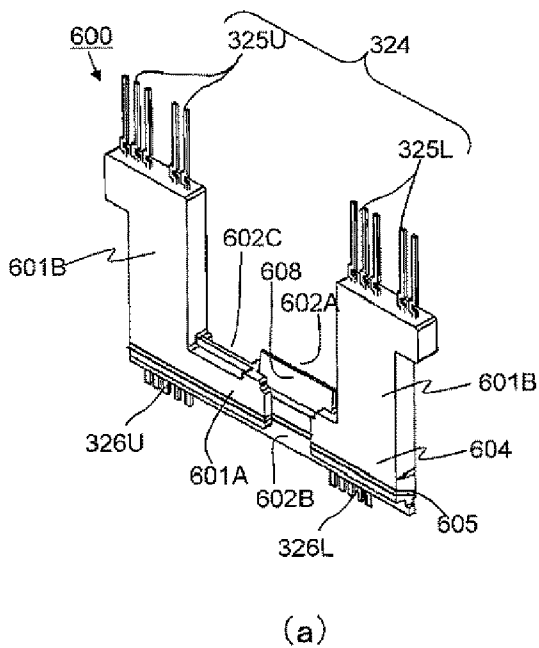
[図9]

【図9】



[図10]

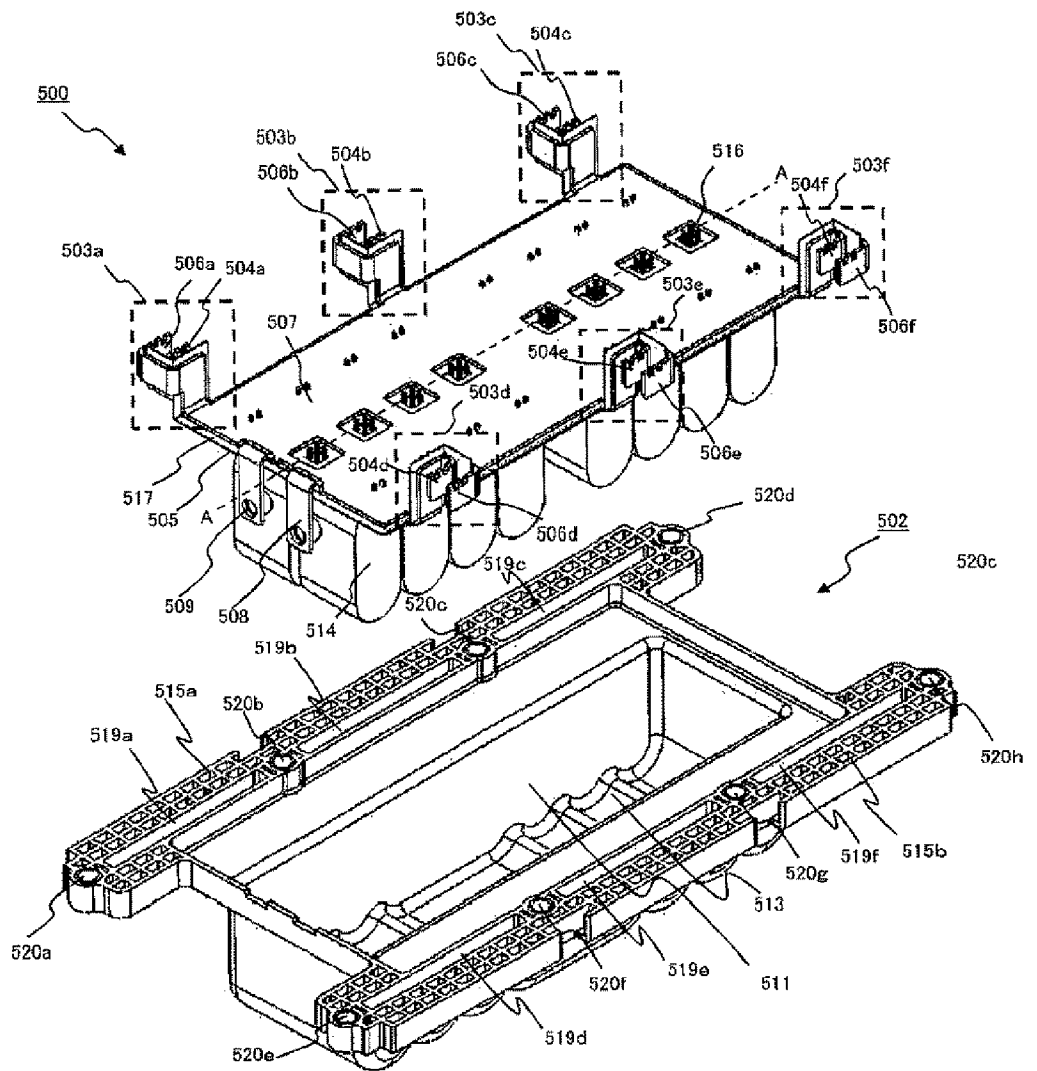
【図10】





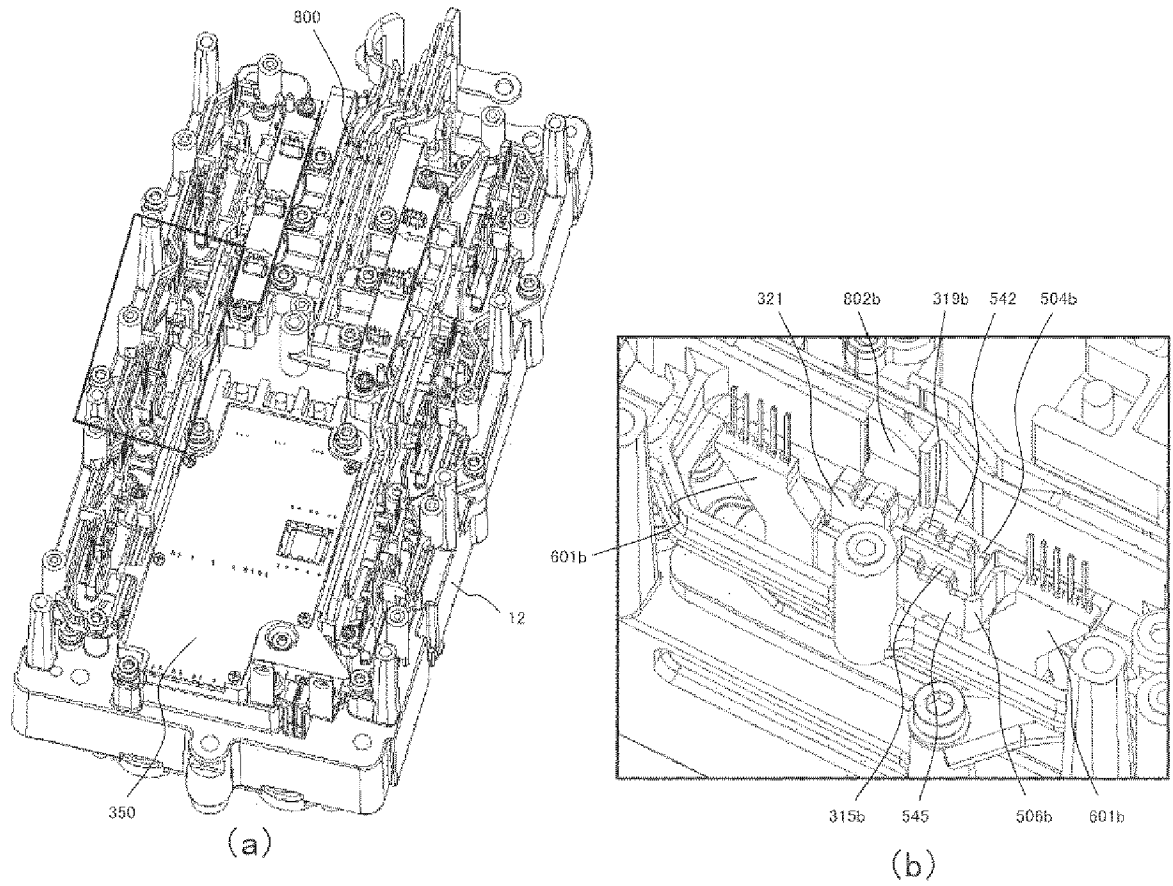
[図11]

【図11】



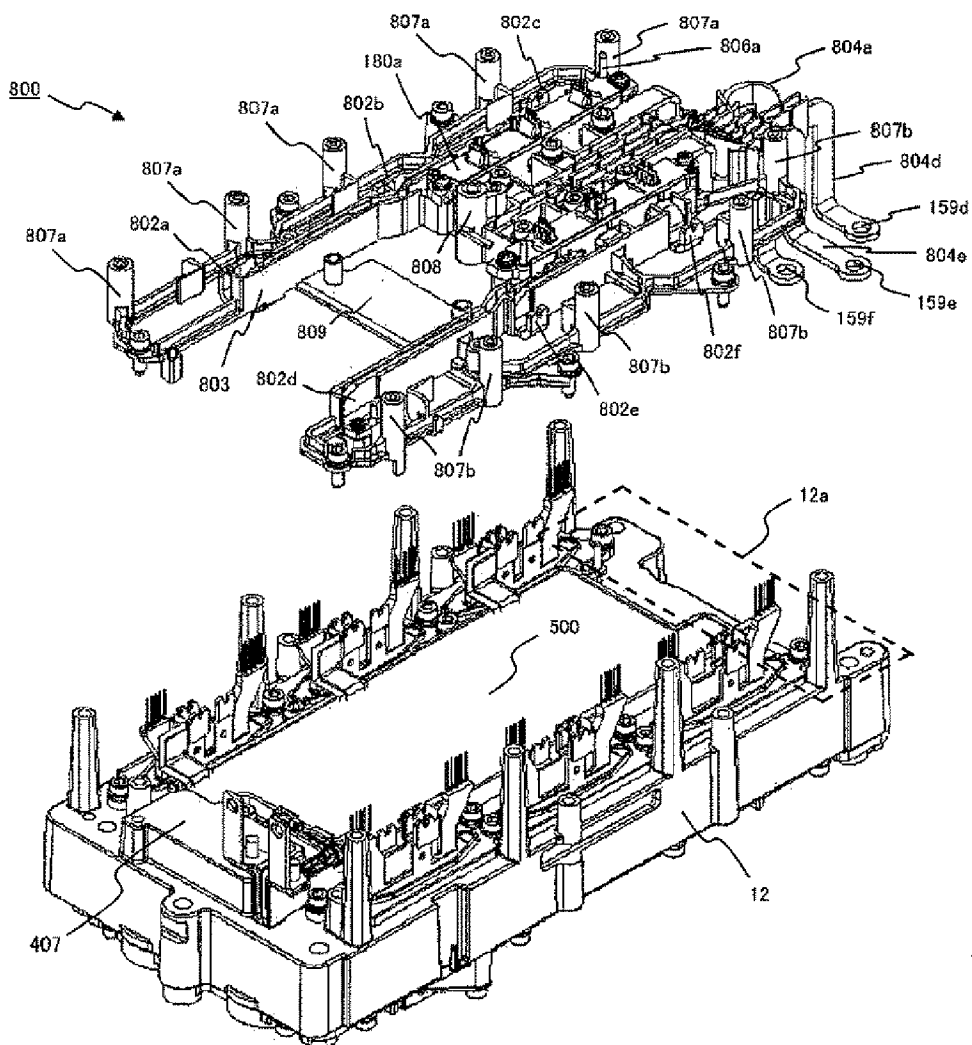
[圖12]

【圖12】



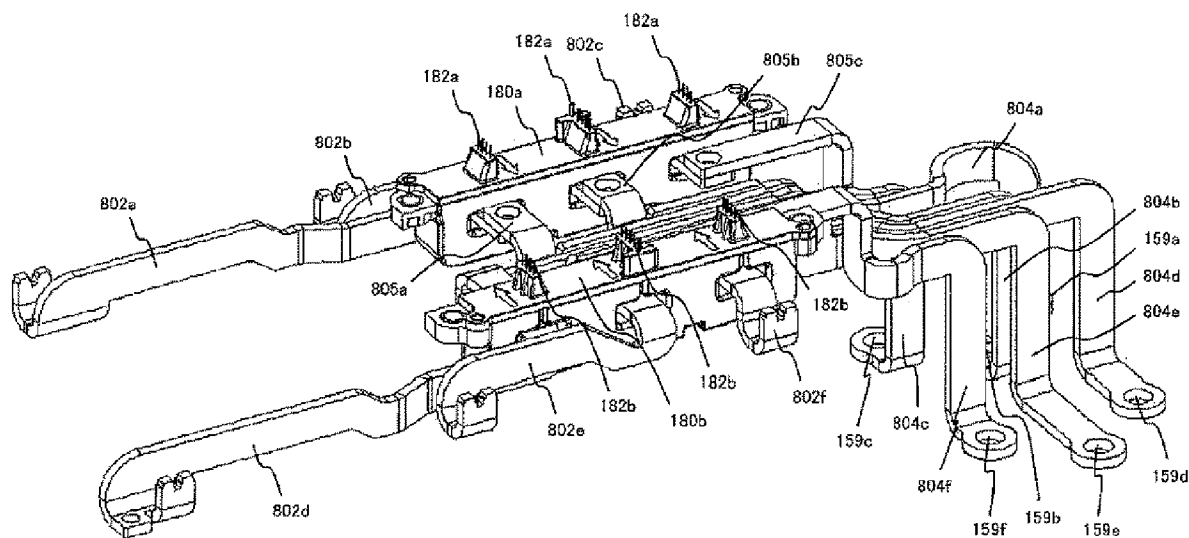
[圖13]

【圖13】



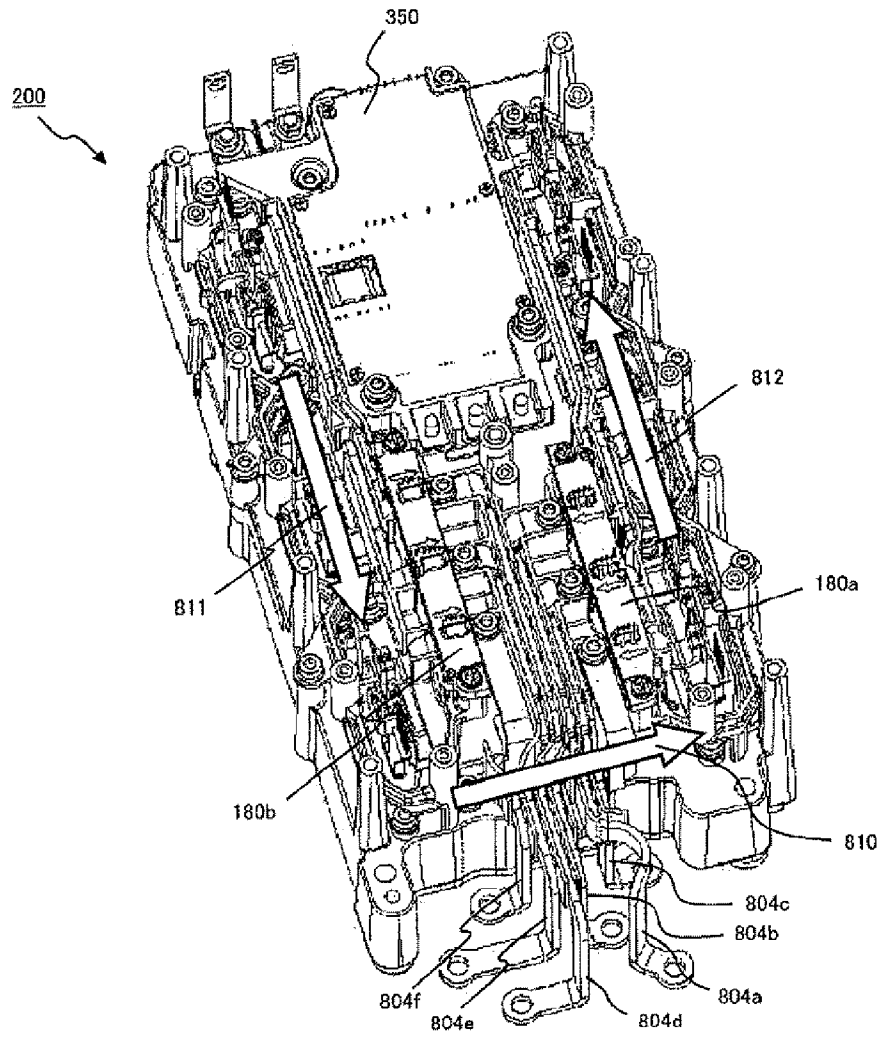
[圖14]

【圖14】



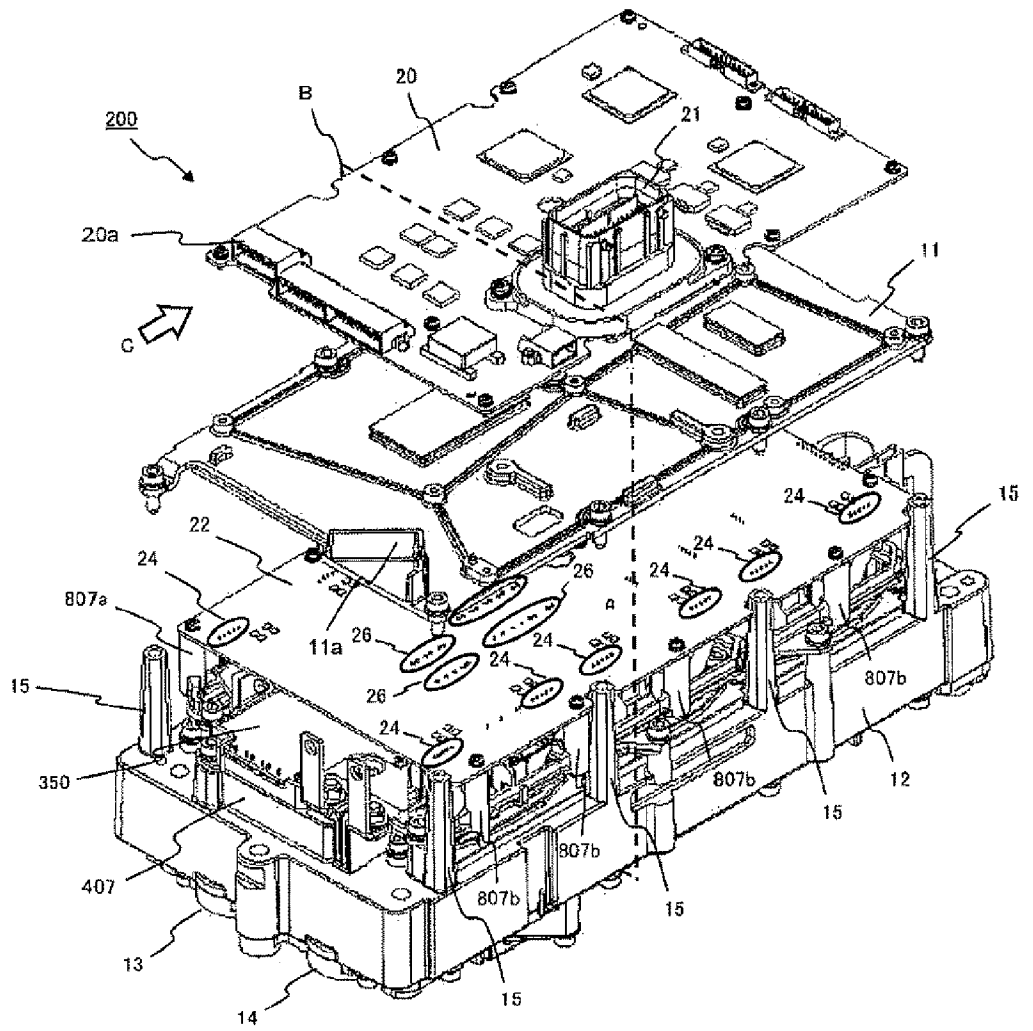
[図15]

【図15】



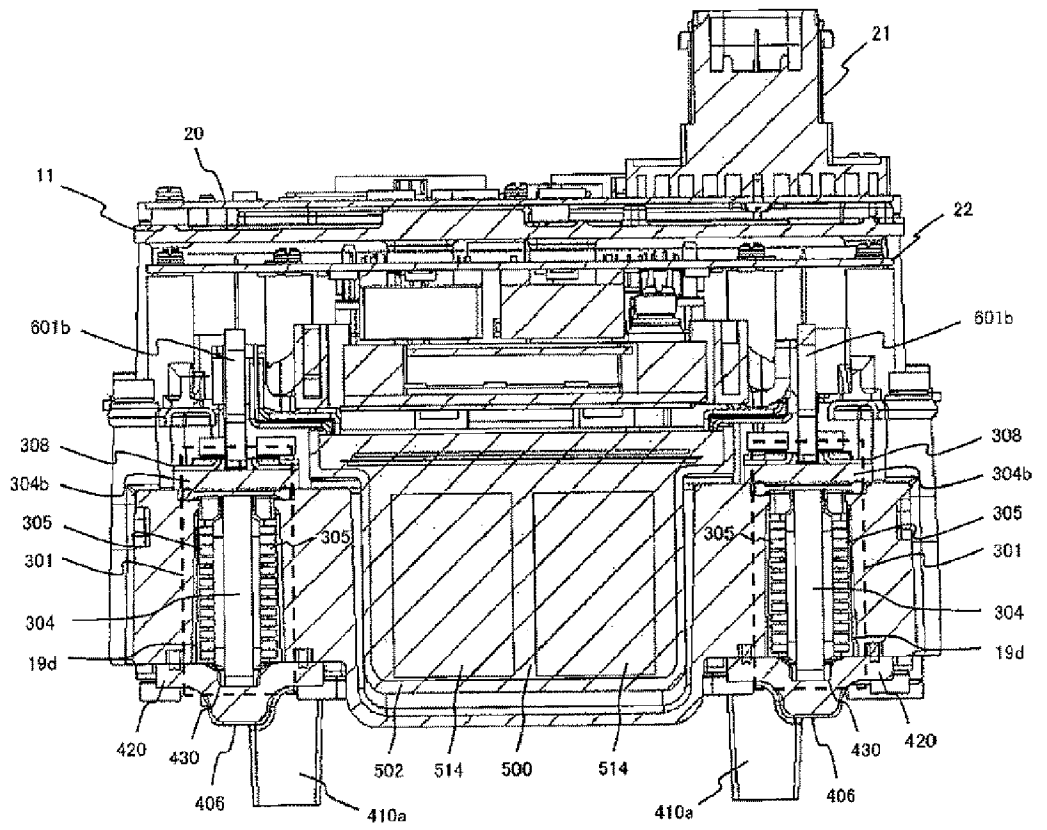
[図16]

【図16】



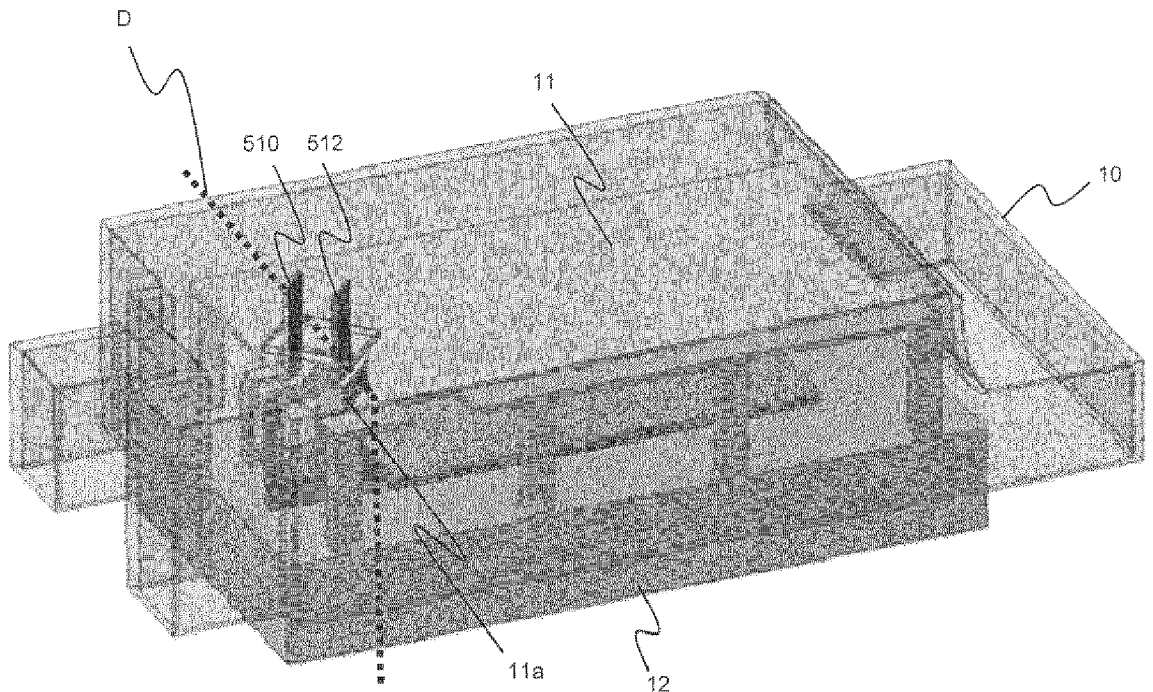
[圖17]

【圖17】



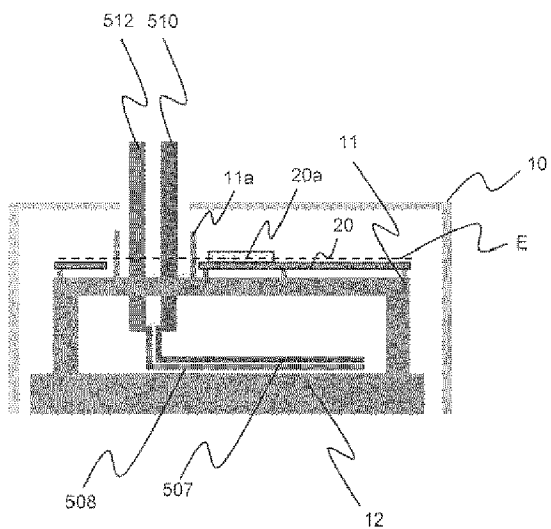
[圖18]

【圖18】



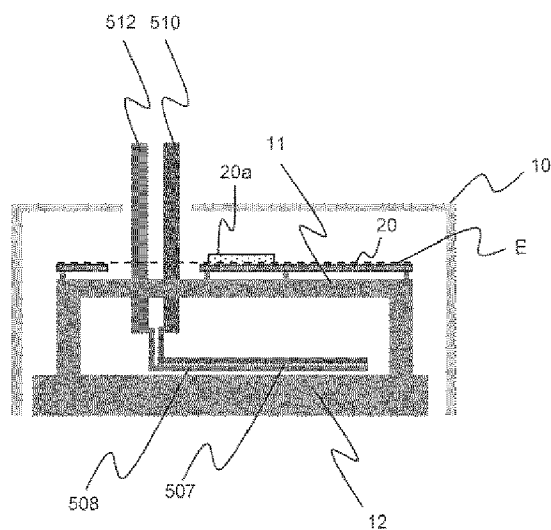
[図19]

【図19】



シールド有り

(a)

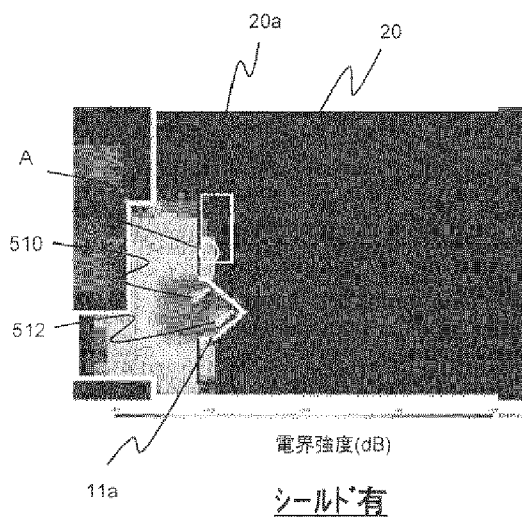


シールド無し

(b)

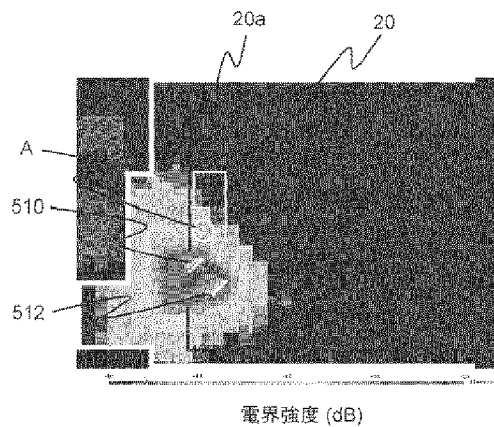
[図20]

【図20】



シールド有

(a)

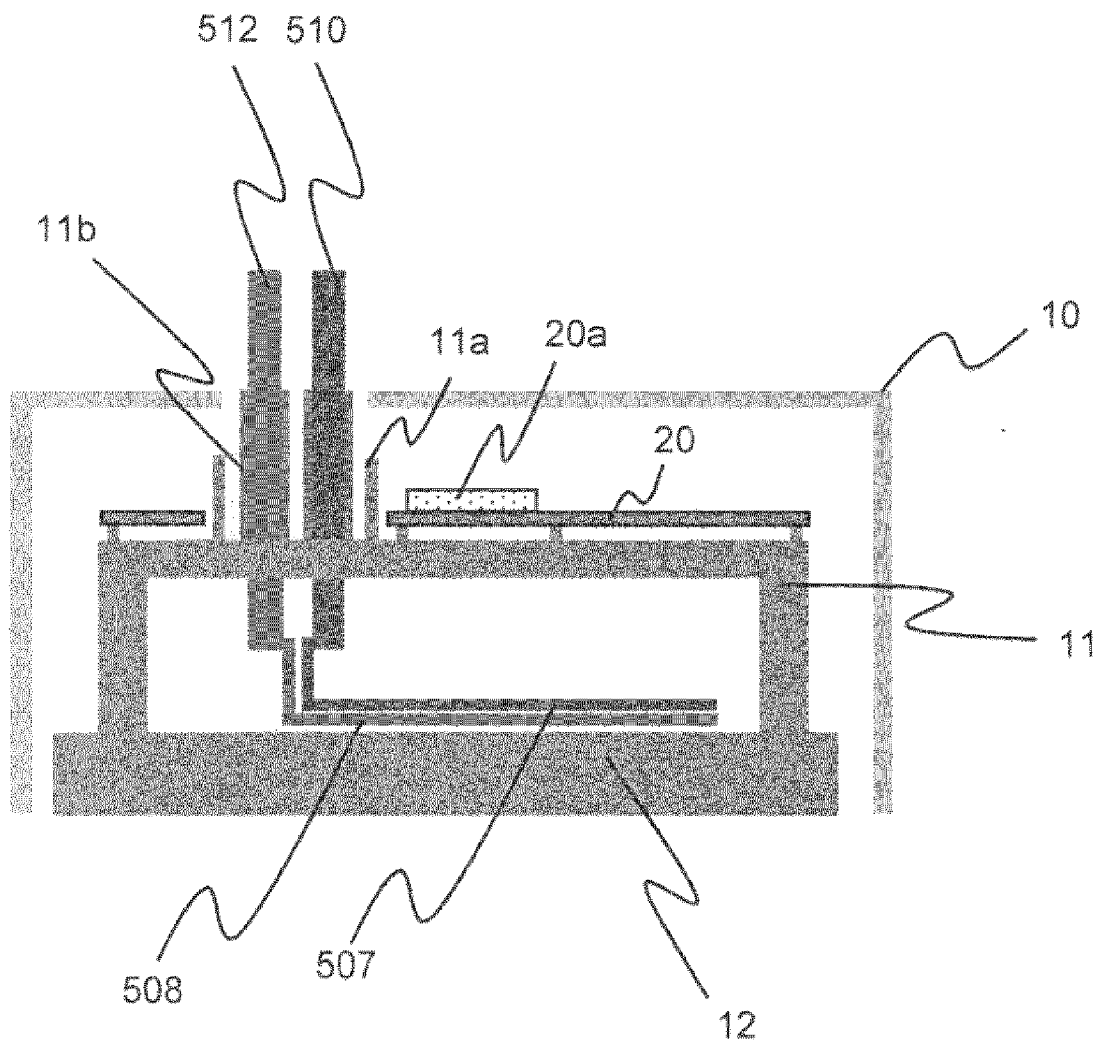


シールド無

(b)

[図21]

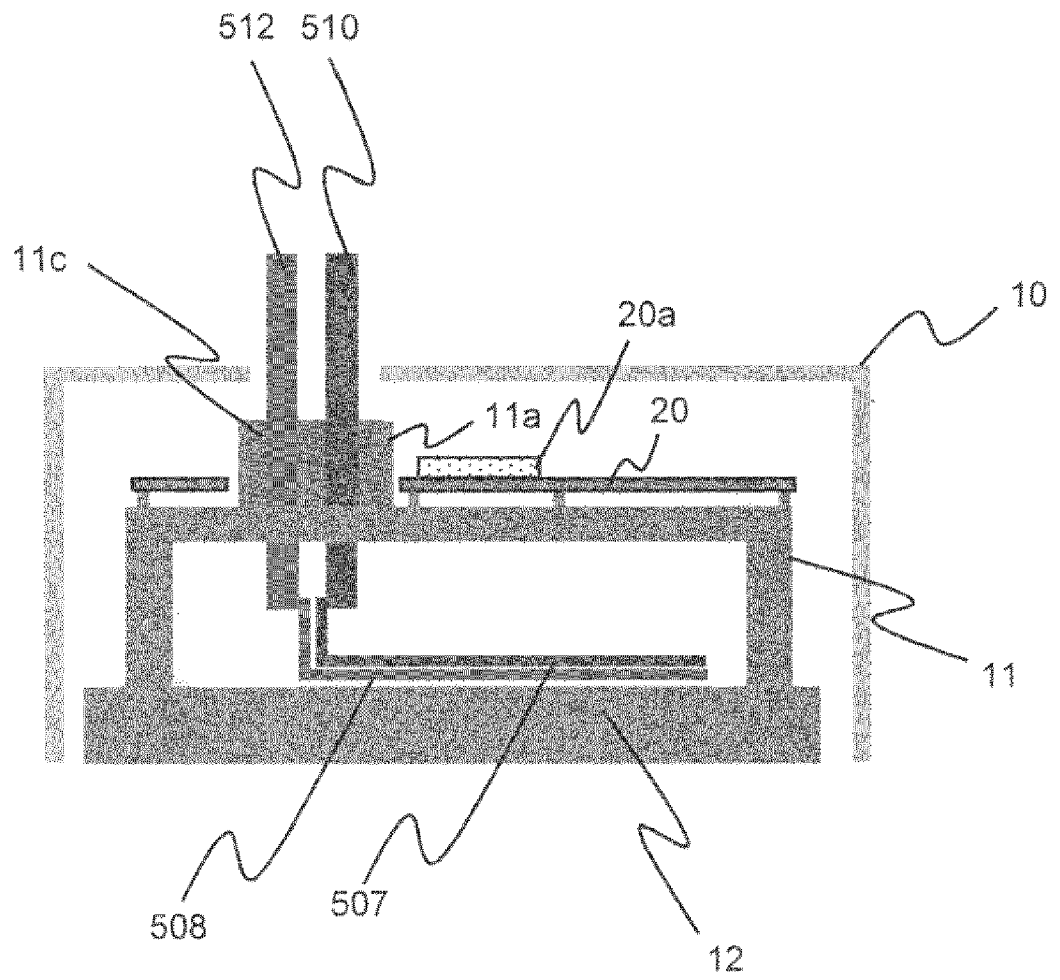
【図21】





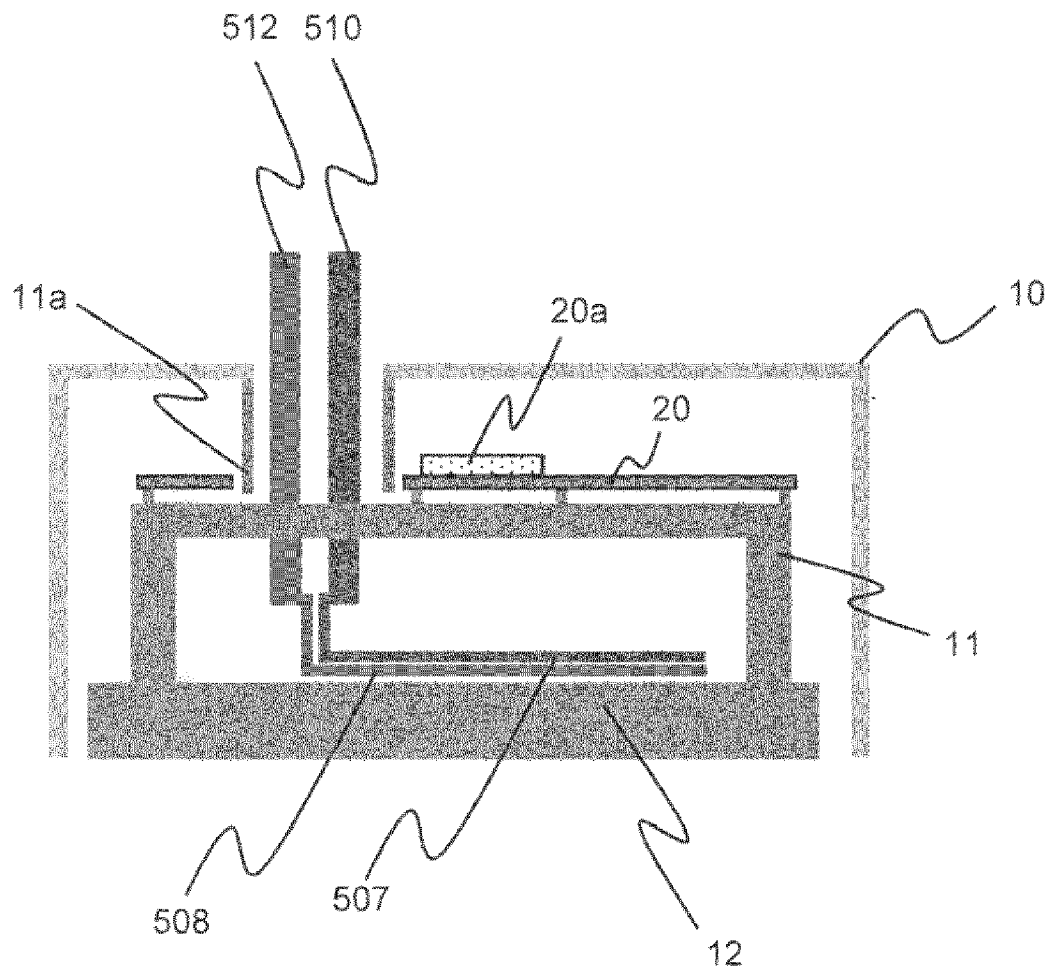
[図22]

【図22】



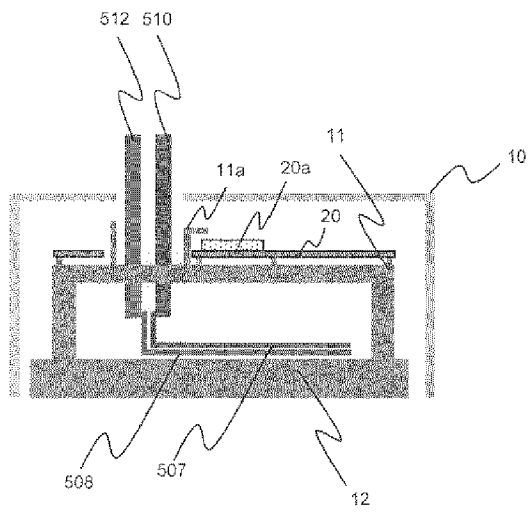
[図23]

【図23】

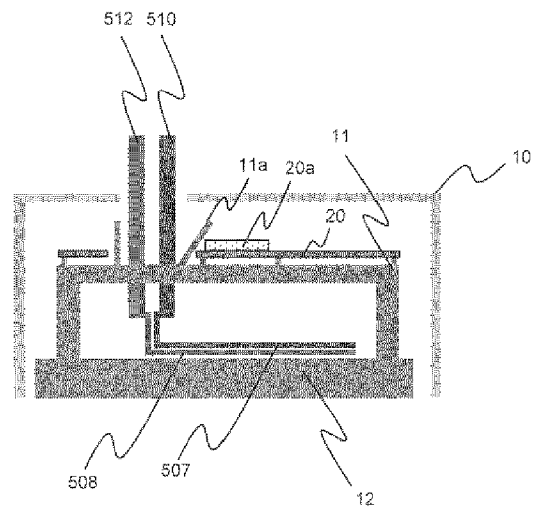


[図24]

【図24】



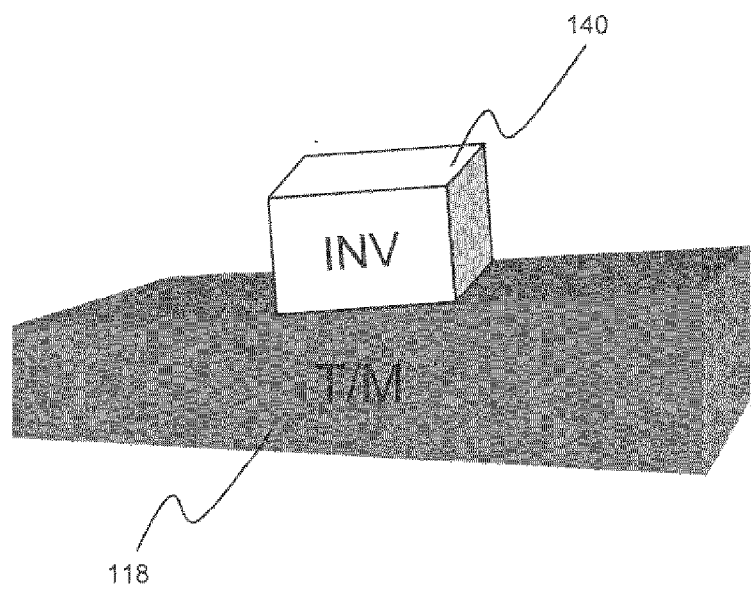
(a)



(b)

[图25]

【图25】



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2011/006553

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H02M7/48(2007.01) i, H02K11/00(2006.01) 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, H02K11/00

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
Y A	JP 2010-112261 A (Sanden Corp.), 20 May 2010 (20.05.2010), paragraphs [0017] to [0024]; fig. 1 to 3 & WO 2010/052923 A1	1-6 7-8
Y A	JP 2006-27315 A (Denso Corp.), 02 February 2006 (02.02.2006), paragraphs [0017] to [0041]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-6 7-8

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  
20 February, 2012 (20.02.12)

Date of mailing of the international search report  
28 February, 2012 (28.02.12)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/006553

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 56537/1990 (Laid-open No. 16452/1992) (Fuji Xerox Co., Ltd.), 10 February 1992 (10.02.1992), specification, page 9, line 12 to page 10, line 7; fig. 5 to 6 (Family: none)	4-6
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 68290/1980 (Laid-open No. 170884/1981) (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 17 December 1981 (17.12.1981), specification, page 1, line 20 to page 2, line 13; fig. 1 (Family: none)	5-6
A	JP 2008-271701 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 06 November 2008 (06.11.2008), paragraphs [0011] to [0021]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-8
A	JP 2008-301544 A (Toyota Motor Corp.), 11 December 2008 (11.12.2008), claim 5; fig. 1 to 2 (Family: none)	7-8
A	JP 2000-102221 A (Hitachi, Ltd.), 07 April 2000 (07.04.2000), paragraphs [0007], [0016] to [0032]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-8

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, H02K11/00(2006.01)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, H02K11/00		
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 1971-2012年 日本国実用新案登録公報 1996-2012年 日本国登録実用新案公報 1994-2012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
Y A	JP 2010-112261 A（サンデン株式会社）2010.05.20, 段落【0017】 —【0024】, 図1-3 & WO 2010/052923 A1	1-6 7-8
Y A	JP 2006-27315 A（株式会社デンソー）2006.02.02, 段落【0017】— 【0041】, 図1-6（ファミリーなし）	1-6 7-8
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 20.02.2012	国際調査報告の発送日 28.02.2012	
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） 安池 一貴 電話番号 03-3581-1101 内線 3358	3V 9150

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	日本国実用新案登録出願 2-56537 号(日本国実用新案登録出願公開 4-16452 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (富士ゼロックス株式会社) 1992.02.10, 明細書 9 頁 1 2 行-1 0 頁 7 行, 図 5-6 (ファミリーなし)	4-6
Y	日本国実用新案登録出願 55-68290 号(日本国実用新案登録出願公開 56-170884 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (沖電気工業株式会社) 1981.12.17, 明細書 1 頁 2 0 行-2 頁 1 3 行, 図 1 (ファミリーなし)	5-6
A	JP 2008-271701 A (松下電器産業株式会社) 2008.11.06, 段落【0011】-【0021】, 図 1-6 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2008-301544 A (トヨタ自動車株式会社) 2008.12.11, 【請求項 5】, 図 1-2 (ファミリーなし)	7-8
A	JP 2000-102221 A (株式会社日立製作所) 2000.04.07, 段落【0007】, 【0016】-【0032】, 図 1-3 (ファミリーなし)	1-8