(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
2013 年 1 月 31 日(31.01.2013)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2013/015106 A1

(51) 国際特許分類:
H02M 7/48 (2007.01) *H02M 3/335* (2006.01)
H02M 3/28 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/067516

(22) 国際出願日: 2012 年 7 月 9 日(09.07.2012)

(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 2011-164055 2011 年 7 月 27 日(27.07.2011) 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): 樋口 勝弘 **(HIGUCHI, Katsuhiro)** [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). 石井 旭 **(ISHII, Akira)** [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). 篠原 秀則 **(SHINOHARA, Hidenori)** [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).

(74) 代理人: 永井 冬紀 **(NAGAI, Fuyuki)**; 〒1000011 東京都千代田区内幸町２丁目２番２号 富国生命ビル 永井特許事務所 Tokyo (JP).

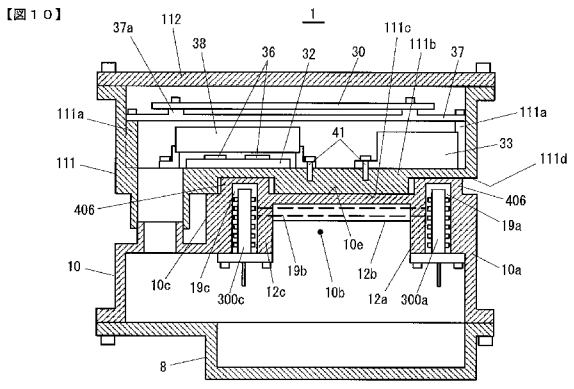
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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**: POWER CONVERSION DEVICE

(54) 発明の名称 : 電力変換装置

[図10]



(57) **Abstract**: A power conversion device comprising: an inverter device in which a plurality of power semiconductor modules are provided, the inverter device being housed in an inverter case; and a DC/DC converter device in which a step-down circuit and/or a booster circuit is provided, the DC/DC converter device being housed in a converter case secured in a detachable fashion to the inverter case; wherein the inverter case has: a first flow channel formation in which is formed a first coolant flow channel into which is inserted a power semiconductor module, the first flow channel formation being in thermal contact with the converter case; and a second flow channel formation in which is formed a second coolant flow channel into which is inserted a power semiconductor module, the second coolant flow channel being provided parallel to the first coolant flow channel, and the second flow channel formation being in thermal contact with the converter case; the DC/DC converter device has an inductor element and a switching element substrate on which is mounted a switching element controlling the electric current flowing to the inductor element; and the inductor element and the switching element substrate are positioned in an area in thermal contact with the first and second flow channel formations of the converter case.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2013/015106 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, 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)）

電力変換装置は、インバータケースに収納され、複数のパワー半導体モジュールが設けられたインバータ装置と、インバータケースに分離可能に固定されるコンバータケースに収納され、降圧回路および／または昇圧回路が設けられたＤＣＤＣコンバータ装置と、を備え、インバータケースは、パワー半導体モジュールが挿入される第１冷媒流路が形成され、コンバータケースと熱的に接触する第１流路形成体と、第１冷媒流路と平行に設けられパワー半導体モジュールが挿入される第２冷媒流路が形成され、コンバータケースと熱的に接触する第２流路形成体と、を有し、ＤＣＤＣコンバータ装置は、インダクタ素子と、該インダクタ素子に流れる電流を制御するスイッチング素子が搭載されるスイッチング素子基板とを有し、インダクタ素子およびスイッチング素子基板は、コンバータケースの第１および第２流路形成体と熱的に接触する領域に配置されている。

明　細　書

発明の名称 ： 電力変換装置

技術分野

[0001] 本発明は、ＤＣＤＣコンバータ装置とインバータ装置とを分離可能に一体化した電力変換装置に関する。

背景技術

[0002] 電気自動車やプラグインハイブリッド車は、動力駆動用の高電圧蓄電池でモータ駆動するためのインバータ装置と車両のライトやラジオなどの補機を作動させるための低電圧蓄電池を搭載している。このような車両においては、高電圧蓄電池から低電圧蓄電池への電力変換または低電圧蓄電池から高電圧蓄電池への電力変換を行うＤＣＤＣコンバータ装置を搭載している（例えば、特許文献１参照）。

[0003] このような車両においては、車両全体の容積に対する室内の割合をできるだけ大きくし、居住性を良くすることが望まれている。このため、インバータ装置やＤＣＤＣコンバータ装置は、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いる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特許第４３００７１７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、エンジンルーム内の温度環境は従来の使用環境より高く、特に高温域での使用は、インバータ装置やＤＣＤＣコンバータ装置の制御機能低下や構造部品の劣化を早めることが考えられる。このため、インバータ装置やＤＣＤＣコンバータ装置の冷却機構としては、一般に水と混合物で構成する冷媒により装置を冷却している。この冷却方法含む冷却機構として、冷却効率が高く、省スペース性を良くすることが重要な技術要素となっている。

[0006] しかしながら、インバータ装置およびＤＣＤＣコンバータ装置のそれぞれに対して冷却パイプを含む冷却機構が必要なため、冷却経路が複雑化し、また、車載スペースが増大するという問題があった。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の１の態様によると、電力変換装置は、インバータケースに収納され、交流電流を出力する複数のパワー半導体モジュールが設けられたインバータ装置と、インバータケースに分離可能に固定されるコンバータケースに収納され、降圧回路および／または昇圧回路が設けられたＤＣＤＣコンバータ装置と、を備え、インバータケースは、パワー半導体モジュールが挿入される第１冷媒流路が形成され、コンバータケースと熱的に接触する第１流路形成体と、第１冷媒流路と平行に設けられパワー半導体モジュールが挿入される第２冷媒流路が形成され、コンバータケースと熱的に接触する第２流路形成体と、を有し、ＤＣＤＣコンバータ装置は、電圧変換するためのインダクタ素子と、該インダクタ素子に流れる電流を制御するスイッチング素子が搭載されるスイッチング素子基板とを有し、インダクタ素子およびスイッチング素子基板は、コンバータケースの第１流路形成体および第２流路形成体と熱的に接触する領域に配置されている。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、電力変換装置の高温度環境による装置の機能低下や構成部品の劣化進行を防ぎ、大型化を抑えた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]図１は、電力変換装置１を説明するための外観斜視図である。

[図2]図２は、電力変換装置１を説明するための外観斜視図である

[図3]図３は、インバータ装置２００の構成を説明する回路ブロック図である。

[図4]図４は、インバータ装置２００の分解斜視図である。

[図5]図５は、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6]図６は、パワー半導体モジュール３００ａの断面図である。

[図7]図７は、ケース１０を下カバー４２０が設けられている底面側から見た図である。

[図8]図８は、ＤＣＤＣコンバータ装置１００の回路構成を示す図である。

[図9]図９は、ＤＣＤＣコンバータ装置１００における部品配置を示す分解斜視図である。

[図10]図１０は、電力変換装置１の断面図である。

[図11]図１１は、ＤＣＤＣコンバータ装置１００のケース内の部品配置を示す模式図である。

[図12]図１２は、図１０の凸部４０６と凹部１１１ｄとが接触している部分の拡大図である。

[図13]図１３は、傾斜した側面１１１ｆ，１０ｆを説明する図である。

[図14]図１４は、アダプタベース板７０を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図を参照して本発明を実施するための形態について説明する。図１，２は、電力変換装置１の外観を示す斜視図である。図２は、図１の天地方向を逆にして示した図である。電力変換装置１は、ＤＣＤＣコンバータ装置１００とインバータ装置２００とを一体化したものであり、図１，２ではＤＣＤＣコンバータ装置１００とインバータ装置２００とを分離した状態で示した。ＤＣＤＣコンバータ装置１００は、複数のボルト１１３によりインバータ装置２００のケース底面側に固定されている。

[0011] この電力変換装置１は電気自動車等に適用され、インバータ装置２００は車載の高電圧蓄電池からの電力により走行用モータを駆動する。車両にはライトやラジオなどの補機を作動させるための低電圧蓄電池が搭載されており、ＤＣＤＣコンバータ装置１００は、高電圧蓄電池から低電圧蓄電池への電力変換または低電圧蓄電池から高電圧蓄電池への電力変換を行う。

[0012] 後述するように、インバータ装置２００のケース１０の側壁内には冷媒が流れる冷媒流路が形成されている。冷媒は入口配管１３から流路内に流入し

、出口配管１４から流出する。流路が形成された側壁の下端には、流路の開口を塞ぐために下カバー４２０が固定されている。すなわち、図２の下カバー４２０の下方に冷媒流路が形成されている。そのため、ケース１０の底面側は下カバー４２０の部分がコの字状に突出し、底面部中央は凹部となっている。一方、ＤＣＤＣコンバータ装置１００のケース１１１は、インバータ装置２００と対向する面に凹部１１１ｄが形成されている。インバータ装置２００は、この凹部１１１ｄにケース１０の底面部分が嵌り込むようにＤＣＤＣコンバータ装置１００に固定される。

[0013] 図３はインバータ装置２００の構成を説明する回路ブロック図である。なお、図３では半導体素子として絶縁ゲート型バイポーラトランジスタを使用しており、以下略してＩＧＢＴと記す。上アームとして動作するＩＧＢＴ３２８及びダイオード１５６と、下アームとして動作するＩＧＢＴ３３０及びダイオード１６６とで、上下アームの直列回路１５０が構成される。インバータ回路１４０は、この直列回路１５０を、出力しようとする交流電力のＵ相、Ｖ相、Ｗ相の３相に対応して備えている。

[0014] これらの３相は、この実施の形態では走行用モータに対応するモータジェネレータＭＧ１の電機子巻線の３相の各相巻線に対応している。３相のそれぞれの上下アームの直列回路１５０は、直列回路の中点部分である中間電極１６９から交流電流を出力する。この中間電極１６９は、交流端子１５９及び交流端子１８８を通して、モータジェネレータＭＧ１への交流電力線である交流バスバー８０２と接続される。

[0015] 上アームのＩＧＢＴ３２８のコレクタ電極１５３は、正極端子１５７を介してコンデンサモジュール５００の正極側のコンデンサ端子５０６に電気的に接続されている。また、下アームのＩＧＢＴ３３０のエミッタ電極は、負極端子１５８を介してコンデンサモジュール５００の負極側のコンデンサ端子５０４に電気的に接続されている。

[0016] 制御回路１７２は上位の制御装置からコネクタ２１を介して制御指令を受け、これに基づいてインバータ回路１４０を構成する各相の直列回路１５０

の上アームあるいは下アームを構成するＩＧＢＴ３２８やＩＧＢＴ３３０を制御するための制御信号である制御パルスを発生し、ドライバ回路１７４に供給する。

[0017] ドライバ回路１７４は、上記制御パルスに基づき、各相の直列回路１５０の上アームあるいは下アームを構成するＩＧＢＴ３２８やＩＧＢＴ３３０を制御するための駆動パルスを各相のＩＧＢＴ３２８やＩＧＢＴ３３０に供給する。ＩＧＢＴ３２８やＩＧＢＴ３３０は、ドライバ回路１７４からの駆動パルスに基づき、導通あるいは遮断動作を行い、バッテリ１３６から供給された直流電力を三相交流電力に変換し、この変換された電力はモータジェネレータＭＧ１に供給される。

[0018] 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は、コレクタ電極１５３とエミッタ電極１５５との間に電気的に接続されている。また、ダイオード１６６は、コレクタ電極１６３とエミッタ電極１６５との間に電気的に接続されている。

[0019] スイッチング用パワー半導体素子としては金属酸化物半導体型電界効果トランジスタ（以下略してＭＯＳＦＥＴと記す）を用いてもよい、この場合はダイオード１５６やダイオード１６６は不要となる。スイッチング用パワー半導体素子としては、ＩＧＢＴは直流電圧が比較的高い場合に適していて、ＭＯＳＦＥＴは直流電圧が比較的低い場合に適している。

[0020] コンデンサモジュール５００は、正極側のコンデンサ端子５０６と負極側のコンデンサ端子５０４と正極側の電源端子５０９と負極側の電源端子５０８とを備えている。バッテリ１３６からの高電圧の直流電力は、直流コネクタ１３８を介して、正極側の電源端子５０９や負極側の電源端子５０８に供給され、コンデンサモジュール５００の正極側のコンデンサ端子５０６および負極側のコンデンサ端子５０４から、インバータ回路１４０へ供給される。

[0021] 一方、交流電力からインバータ回路１４０によって変換された直流電力は、正極側のコンデンサ端子５０６や負極側のコンデンサ端子５０４からコンデンサモジュール５００に供給され、正極側の電源端子５０９や負極側の電源端子５０８から直流コネクタ１３８を介してバッテリ１３６に供給され、バッテリ１３６に蓄積される。

[0022] 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。マイコンへの入力情報としては、モータジェネレータＭＧ１に対して要求される目標トルク値、直列回路１５０からモータジェネレータＭＧ１に供給される電流値、及びモータジェネレータＭＧ１の回転子の磁極位置がある。

[0023] 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による検出信号に基づいて検出されたものである。磁極位置は、モータジェネレータＭＧ１に設けられたレゾルバなどの回転磁極センサ（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、電流センサ１８０は３相の電流値を検出する場合を例に挙げているが、２相分の電流値を検出するようにし、演算により３相分の電流を求めても良い。

[0024] 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ＭＧ１のｄ軸，ｑ軸の電流指令値を演算し、この演算されたｄ軸，ｑ軸の電流指令値と、検出されたｄ軸，ｑ軸の電流値との差分に基づいてｄ軸，ｑ軸の電圧指令値を演算し、この演算されたｄ軸，ｑ軸の電圧指令値を、検出された磁極位置に基づいてＵ相、Ｖ相、Ｗ相の電圧指令値に変換する。そして、マイコンは、Ｕ相、Ｖ相、Ｗ相の電圧指令値に基づく基本波（正弦波）と搬送波（三角波）との比較に基づいてパルス状の変調波を生成し、この生成された変調波をＰＷＭ（パルス幅変調）信号としてドライバ回路１７４に出力する。

[0025] 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。

[0026] また、制御回路１７２内のマイコンは、異常検知（過電流、過電圧、過温度など）を行い、直列回路１５０を保護している。このため、制御回路１７２にはセンシング情報が入力されている。例えば、各アームの信号用のエミッタ電極１５５及び信号用のエミッタ電極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。

[0027] 直列回路１５０に設けられた温度センサ（不図示）からは直列回路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。

[0028] 図４は、インバータ装置２００の分解斜視図である。冷媒を流入するための入口配管１３と冷媒を流出するための出口配管１４が、ケース１０の同一側壁に配置されている。ケース１０内の底部側にはコの字形状に流路形成部１２ａ，１２ｂ，１２ｃが設けられている。なお、流路形成部１２ｃは流路形成部１２ａと平行に対向配置されており、図４では見えていない。流路形成部１２ａ，１２ｂ，１２ｃには、後述する冷媒流路１９（図７参照）が形成されている。入口配管１３から流入した冷媒は、流路形成部１２ａ～１２ｃ内の冷媒流路１９を流れて、出口配管１４から流出される。

[0029] 互いに平行となっている流路形成部１２ａ，１２ｃには、パワー半導体モジュール３００ａ～３００ｃを冷媒流路内に装着するための開口部４００が複数形成されている。図４に示す例では、図示左側に設けられた流路形成部１２ａには、パワー半導体モジュール３００ａ，３００ｂが装着される２つの開口部４００が形成されている。一方、図では見えないが、反対側に平行に設けられた流路形成部１２ｃにはパワー半導体モジュール３００ｃが装着される開口部４００が１つ形成されている。これらの開口４００は、流路形成部１２ａ，１２ｃにパワー半導体モジュール３００ａ～３００ｃを固定することによって塞がれる。

[0030] 図５、６は、パワー半導体モジュール３００ａを説明する図である。なお、パワー半導体モジュール３００ａ～３００ｃ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。図５はパワー半導体モジュール３００ａの外観を示す斜視図であり、図６は、パワー半導体モジュール３００ａを、直線Ｄを通る断面で切断して方向Ｅから見たときの断面図である。

[0031] なお、図５，６において信号端子３２５Ｕは、図３に開示したゲート電極１５４および信号用エミッタ電極１５５に対応し、信号端子３２５Ｌは、図３に開示したゲート電極１６４およびエミッタ電極１６５に対応する。また直流正極端子３１５Ｂは、図３に開示した正極端子１５７と同一のものであり、直流負極端子３１９Ｂは、図３に開示した負極端子１５８と同一のものである。また交流端子３２０Ｂは、図３に開示した交流端子１５９と同じものである。

[0032] 図６の断面図は、上下アームの直列回路１５０のＩＧＢＴ３２８およびダイオード１５６が配置された部分を示している。ＩＧＢＴ３３０およびダイオード１６６は、ＩＧＢＴ３２８およびダイオード１５６に対して図面に垂直方向に並置されている。ＩＧＢＴ３２８およびダイオード１５６は、導体板３１５と導体板３１８との間に挟まれるように固着されている。同様に、ＩＧＢＴ３３０およびダイオード１６６は、導体板３１９と導体板３２０と

の間に挟まれるように固着されている。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。

[0033] 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は、モジュールケース３０４の中に挿入され、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（図５）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、第二封止樹脂３５１が充填される。

[0034] 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（ＡＩ，ＡＩＳｉ，ＡＩＳｉＣ，ＡＩ－Ｃ等）で構成され、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よって、その外周を囲まれている。

[0035] また、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。当該対向する第１放熱面３０７Ａと第２放熱面３０７Ｂとを繋ぐ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、図６に示す如く角が曲面を成していても良い。

[0036] 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冷媒流路１９内に挿入しても、冷媒に対するシールをフランジ３０４Ｂにて確保できるため、冷却媒体がモジュールケース３０４の内部に侵入するのを簡易な構成で防ぐことができる。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が挿入された後の生産性が向上する。

[0037] 図５に示すように、モジュールケース３０４の外部には、コンデンサモジュール５００と電気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３１９Ａが設けられており、その先端部に直流正極端子３１５Ｂ（１５７）と直流負極端子３１９Ｂ（１５８）がそれぞれ形成されている。また、モータジェネレータＭＧ１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（１５９）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。

[0038] モジュールケース３０４の外部にはさらに、ドライバ回路１７４と電気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（１５４，１５５）と信号端子３２５Ｌ（１６４，１６５）がそれぞれ形成されている。本実施形態では、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。

[0039] 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。

[0040] 補助モールド体６００は、モジュール一次封止体と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。

[0041] 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３２０Ａや信号端子３２５Ｕ，３２５Ｌも、直流正極配線３１５Ａ及び直流負極配線３１９Ａと同様の方向に向かって延びている。

[0042] モジュール一次封止体と補助モールド体６００が金属接合により接続されている接続部３７０は、第二封止樹脂３５１によりモジュールケース３０４内で封止される。これにより、接続部３７０とモジュールケース３０４との間で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３００ａの小型化が実現できる。

[0043] 図４に戻って、コの字形状に設けられた流路形成部１２ａ～１２ｃによって囲まれた領域は、コンデンサモジュール５００を収納するための収納空間４０５を形成している。収納空間４０５に収納されたコンデンサモジュール５００は、流路形成部１２ａ～１２ｃ内の冷媒流路を流れる冷媒によって冷やされる。このように、コンデンサモジュール５００は、冷媒流路が設けられた流路形成部１２ａ～１２ｃによって囲まれるように配置されるため、効率良く冷却される。

[0044] また、コンデンサモジュール５００の外側面に沿って流路が形成されているので、流路やコンデンサモジュール５００やパワー半導体モジュール３００ａ～３００ｃとの配置が整然と整い、全体がより小型となる。また冷媒流路がコンデンサモジュール５００の長辺に沿って配置されており、冷媒流路

に挿入固定されるパワー半導体モジュール３００ａ～３００ｃ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。本実施の形態では、冷媒としては水が最も適している。しかし、水以外であっても利用できる。

[0045] コンデンサモジュール５００の上方には、バスバーアッセンブリ８００が配置される。バスバーアッセンブリ８００は、交流バスバーや当該交流バスバーを保持する保持部材を備えており、さらに電流センサ１８０を保持している。流路形成部１２ａ～１２ｃとケース１０とを一体にアルミ材の鋳造で作ることにより、冷却効果に加えて、ケース１０の機械的強度を強くする効果がある。また、インバータ装置２００全体の熱伝導が良くなり冷却効率が向上する。もちろん、流路形成部１２ａ～１２ｃをケース１０と別体で形成するようにしても構わない。

[0046] ドライバ回路基板２２は、バスバーアッセンブリ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、ケース１０に固定される。当該金属ベース板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。

[0047] さらに金属ベース板１１は、制御回路基板２０の機械的な共振周波数を高める作用を奏する。すなわち金属ベース板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。エンジン等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。蓋８は、金属ベース板１１に固定されて、制御回路基板２０を外部からの電磁ノイズから保護する。

[0048] 本実施形態に係るケース１０は、流路形成部１２ａ～１２ｃが収納された

部分は略直方体の形状を為しているが、ケース１０の一側面側から突出収納部１０ｇが形成されている。当該突出収納部１０ｄには、ＤＣＤＣコンバータ装置１００から延ばされる端子１０２や、直流側のバスバーアッセンブリ９００や、抵抗器４５０が収納される。ここで抵抗器４５０は、コンデンサモジュール５００のコンデンサ素子に蓄えられた電荷を放電するための抵抗素子である。このようにバッテリ１３６とコンデンサモジュール５００との間の電気回路部品を突出収納部１０ｄに集約しているため、配線の複雑化を抑制することができ、装置全体の小型化に寄与することができる。

[0049] なお、蓋１８は、ＤＣＤＣコンバータ装置１００から延ばされる端子１０２を接続するための作業用の窓１７を塞ぐための部材である。なお、ＤＣＤＣコンバータ装置１００は、ケース１０の底面と対向する面に、端子１０２が貫通する開口部１０１が形成されている。

[0050] このように、インバータ装置２００の底部側に流路形成部１２ａ～１２ｃを配置し、次にコンデンサモジュール５００，バスバーアッセンブリ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。

[0051] 図７は、ケース１０を下カバー４２０が設けられている底面側から見た図である。ケース１０は、４つの側壁１０ａ，１０ｂ，１０ｃ，１０ｄを備える直方体形状を有している。ケース１０の底面側には、冷媒流路１９の開口部４０４が形成されている。コの字形状の冷媒流路１９は、直線状の３つの流路部（第１流路部１９ａ，第２流路部１９ｂ，第３流路部１９ｃ）から構成される。開口部４０４もコの字形状をしており、この開口部４０４は下カバー４２０によって塞がれる。下カバー４２０とケース１０の間には、シール部材４０９が設けられ気密性を保っている。

[0052] 下カバー４２０には、第１流路部１９ａおよび第３流路部１９ｃと対向する位置に、冷媒流路１９とは反対の方向に向かって突出する３つの凸部４０６と１つの凸部４０７とが形成されている。３つの凸部４０６は、パワー半導体モジュール３００ａ～３００ｃに対応して設けられている。なお、第３

流路部１９ｃに対応する位置に形成された凸部４０７は、冷媒流路１９の断面積を調整するために設けられたものであり、この部分にはパワー半導体モジュールは配置されない。凸部４０７は凸部４０６と同一形状である。符号１０ｅで示す部分は、コンデンサモジュール５００を収納する収納空間４０５（図４参照）の底部である。

[0053] 冷媒は、矢印４１７で示すように入口配管１３に流入し、ケース１０の長手方向の辺に沿って形成された第１流路部１９ａ内を矢印４１８の方向に流れる。さらに、冷媒は、ケース１０の短手方向の辺に沿って形成された第２流路部１９ｂ内を、矢印４２１の方向に流れる。この第２流路部１９ｂは折り返し流路を形成する。さらに、冷媒は、ケース１０の長手方向の辺に沿って形成された流路形成部１２ｃの第３流路部１９ｃを流れる。第３流路部１９ｃは、コンデンサモジュール５００を挟んで第１流路部１９ａと平行に設けられている。冷媒は、矢印４２３で示すように出口配管１４から流出される。

[0054] 第１流路部１９ａ，第２流路部１９ｂ，第３流路部１９ｃは、いずれも幅方向より深さ方向が大きく形成される。また、流路形成部１２ａ～１２ｃには、ケース１０裏面に形成された開口部４０４と、複数の開口部４００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。

[0055] 次に、ＤＣＤＣコンバータ装置１００について説明する。図８はＤＣＤＣコンバータ装置１００の回路構成を示す図である。図８に示すように、本実施の形態のＤＣＤＣコンバータ装置１００では、双方向ＤＣＤＣ対応としている。そのために、降圧回路（ＨＶ回路）、昇圧回路（ＬＶ回路）は、ダイオード整流ではなく同期整流構成としている。また、ＨＶ/ＬＶ変換で高出力とするために、スイッチング素子への大電流部品の採用、平滑コイルの大型化を図っている。

[0056] 具体的には、ＨＶ/ＬＶ側共に、リカバリーダイオードを持つＭＯＳＦＥＴを利用したＨブリッジ型・同期整流スイッチング回路構成（Ｈ１～Ｈ４）と

した。スイッチング制御にあっては、ＬＣ直列共振回路（Ｃｒ，Ｌｒ）を用いて高スイッチング周波数（100ｋＨｚ）でゼロクロススイッチングさせ、変換効率を向上させて熱損失を低減するようにした。加えて、アクティブクランプ回路を設けて、降圧動作時の循環電流による損失を低減させ、ならびに、スイッチング時のサージ電圧発生を抑制してスイッチング素子の耐圧を低減させることで、回路部品の低耐圧化を図ることで装置を小型化している。

[0057] さらに、ＬＶ側の高出力を確保するために、全波整流型の倍電流（カレントダブラー）方式とした。なお、高出力化にあたり、複数のスイッチング素子を並列同時作動させることで高出力を確保している。図８の例では、ＳＷＡ１～ＳＷＡ４、ＳＷＢ１～ＳＷＢ４のように４素子並列とした。また、スイッチング回路および平滑リアクトルの小型リアクトル（Ｌ１，Ｌ２）を、対称性を持たせるように２回路並列配置とすることで高出力化している。このように、小型リアクトルを２回路配置とすることで、大型リアクトル１台を配置させる場合に比べて、ＤＣＤＣコンバータ装置全体の小型化が可能となる。

[0058] 図９，１０および１１は、ＤＣＤＣコンバータ装置１００における部品配置を説明する図である。図９はＤＣＤＣコンバータ装置１００の分解斜視図である。図１０は、ＤＣＤＣコンバータ装置１００とインバータ装置２００とを一体化した電力変換装置１の断面図である。図１１は、ＤＣＤＣコンバータ装置１００のケース内の部品配置を模式的に示した図である。

[0059] 図９に示すように、ＤＣＤＣコンバータ装置１００の回路部品は、金属製（例えば、アルミダイカスト製）のケース１１１内に収納されている。ケース１１１の開口部にはケースカバー１１２がボルト固定される。上述したように、ケース１１１の底面側に、インバータ装置２００のケース１０が固定される。ケース内の底面部分には、主トランス３３、インダクタ素子３４、スイッチング素子Ｈ１～Ｈ４が搭載されたパワー半導体モジュール３５、スイッチング素子３６が搭載されている昇圧回路基板３２、コンデンサ３８等

が載置されている。主な発熱部品は、主トランス３３、インダクタ素子３４、パワー半導体モジュール３５およびスイッチング素子３６である。

[0060] なお、図８の回路図との対応を記載すると、主トランス３３はトランスＴｒに、インダクタ素子３４はカレントダブラーのリアクトルＬ１，Ｌ２に、スイッチング素子３６はスイッチング素子ＳＷＡ１～ＳＷＡ４，ＳＡＷＢ１～ＳＷＢ４にそれぞれ対応している。昇圧回路基板３２には、図８のスイッチング素子Ｓ１，Ｓ２等も搭載されている。

[0061] スイッチング素子Ｈ１～Ｈ４の端子３９はケース上方へと延在しており、パワー半導体モジュール３５の上方に配置された降圧回路基板３１と接続されている。降圧回路基板３１はケース底面から上方に突出した複数の支持部材上に固定される。パワー半導体モジュール３５においては、スイッチング素子Ｈ１～Ｈ４は、パターンが形成された金属基板上に実装されており、金属基板の裏面側はケース底面に密着するように固定されている。スイッチング素子３６が実装される昇圧回路基板３２も同様の金属基板で構成されている。図９では、昇圧回路基板３２はコンデンサ３８等の陰に隠れて見えないので、破線で示している。

[0062] 制御回路基板３０には、昇圧回路や降圧回路に設けられたスイッチング素子を制御する制御回路が実装されている。制御回路基板３０は金属製のベース板３７上に固定されている。ベース板３７はケース１１１の底面部から上方に突出した複数の支持部１１１ａに固定されている。これにより、制御回路基板３０は、ケース底面部に配置された発熱部品（主トランス３３、インダクタ素子３４やパワー半導体モジュール３５など）の上方に、ベース板３７を介して配置されることになる。

[0063] 図１０および１１を参照して、ＤＣＤＣコンバータ装置１００に設けられた部品の配置について説明する。なお、図１０の断面図では、インバータ装置２００内に収納されている部品としては、流路形成部１２ａ～１２ｃに装着されたパワー半導体モジュール３００ａ～３００ｃのみを示した。前述したように、インバータ装置２００のケース１０内には、各側壁１０ａ，１０

ｂ，１０ｃに沿って流路形成部１２ａ～１２ｃが設けられている。

[0064] 側壁１０ａに沿った流路形成部１２ａには第１流路部１９ａが形成され、側壁１０ｂに沿った流路形成部１２ｂには第２流路部１９ｂが形成され、側壁１０ｃに沿った流路形成部１２ｃには第３流路部１９ｃが形成されている。第１流路部１９ａにはパワー半導体モジュール３００ａが挿入され、第３流路部１９ｃにはパワー半導体モジュール３００ｃが挿入されている。なお、図示していないが、パワー半導体モジュール３００ｂは第１流路部１９ａに挿入されている。

[0065] ＤＣＤＣコンバータ装置１００のケース１１１は、ケース底部１１１ｂの外周面に凹部１１１ｄおよび凸部１１１ｃが形成されている。図１に示すように、ケース１１１の凹部１１１ｄは、少なくともケース１０の底部外周面に設けられた凸部４０６に対向する領域に形成されている。すなわち、凹部１１１ｄは、凸部４０６を介して流路部１９ａ，１９ｂ，１９ｃに対向している。また、凸部１１１ｃは、ケース１０の底部外周面の凸部４０６によって囲まれた領域に対向するように形成されている。

[0066] 図１０では図示を省略しているが、ケース１１１とケース１０との隙間には、熱伝導性能に優れたシール材（放熱シート、熱伝導性グリース）が設けられている。主トランス３３は第１流路部１９ａと対向するケース内周面に固定されている。一方、スイッチング素子３６を搭載する昇圧回路基板３２やコンデンサ３８は、第３流路部１９ｃと対向するケース内周面に固定されている。主トランス３３、昇圧回路基板３２、コンデンサ３８等はケース１１１の底面部にボルト４１等によりネジ止めされているが、ケース底部の肉厚の厚い領域、例えば凸部１１１ｃにネジ穴が形成されている。また、流路部１９ａ，１９ｂ，１９ｃと対向しないケース底面部にも部品を配置する場合には、その部分の肉厚を厚くしてケース１０と接触させることで、その部品の冷却効率の向上を図るようにしている。

[0067] ベース板３７はケース１１１に形成された支持部１１１ａ上にボルト固定されている、制御回路基板３０はベース板３７の上面に形成された凸部３７

ａ上にボルト等により固定されている。ケース１１１の開口部にはケースカバー１１２が取り付けられ、ケース内部が密閉されている。

[0068] ケース１１１は、底面部（凹部１１１ｄや凸部１１１ｃなど）がインバータ装置２００のケース１０と熱的に接触しているため、ケース１０の流路部１９ａ～１９ｃを流れる冷媒によって間接的に冷却されている。ケース底面部に部品を固定することにより、効果的に冷却が行われる。特に、発熱量の大きな部品に関しては、冷媒が直接接している下カバー４０２の凸部４０６が接触する領域に配置することで、冷却効果の向上を図ることができる。また、ベース板３７は金属で形成されているので、制御回路基板３０で発生した熱は支持部１１１ａおよびケース１１１を介してケース１０へと伝達される。また、ベース板３７は、ケース底面部に設けられた発熱部品からの輻射熱の遮蔽部材として機能するとともに、銅材等を用いることでスイッチング素子からのスイッチング放射ノイズを遮蔽するシールドとしても機能する。

[0069] 図１１の平面図は、ケース１１１の底面部に設けられた発熱部品の配置を示したものであり、ケースカバー１１２を外した状態を示す。破線はインバータ装置２００のケース１０に設けられた流路部１９ａ～１９ｃの配置を示している。流路部１９ａ～１９ｃは、ケース１１１の底面部に対してコの字形状に設けられており、第１流路部１９ａと第３流路部１９ｃとは平行に設けられている。入口配管１３から第１流路部１９ａに流入した冷媒は、第２流路部１９ｂ，第３流路部１９ｃの順に流れて、出口配管１４から流出する。

[0070] 主トランス３３および２つのインダクタ素子３４は、第１流路部１９ａと対向するケース底面部に配置されている。また、降圧回路を構成するパワー半導体モジュール３５および降圧回路基板３１は、主に第２流路部１９ｂと対向するケース底面部に配置されている。昇圧回路を構成するスイッチング素子３６および昇圧回路基板３２は、第３流路部１９ｃと対向するケース底面部に配置されている。このように、比較的発熱量の大きな部品を流路部１９ａ～１９ｃと対向する位置に配置して、冷却効率を高めるようにしている

。

[0071] なお、ケース１１１の底面部の外周面を、図１０に示すような凹凸構造とせず平面状としても構わない。その場合でも、凸部４０６と接触しているケース底面部、すなわち、流路部１９ａ～１９ｃと対向するケース底面部に発熱部品を配置することで、発熱部品に対する冷却効率の向上を図ることができる。ただし、図１０のようにボルト４１等により部品をケース底面部に固定する場合、凸部１１１ｃのようにネジ穴の深さを考慮した肉厚にする必要がある。そのため、ケース１１１の底面部の外周面を平面状とする場合には、図１０のように凹凸構造とする場合に比べて、ケース１１１全体の高さ寸法が大きくなってしまうという欠点がある。

[0072] さらにケース１１１とケース１０との接触面を凹凸構造とすることで、接触面積をより大きくすることができ、ケース１１１に対する冷却性能をより大きくすることができる。また、ケース１１１の凸部１１１ｃがケース１０の凹部１０ｅと接触することで、流路部１９ａ～１９ｃと対向していないケース底面部に配置された部品に対する冷却効率の向上を図ることができる。

[0073] 次に、凹凸構造における凹凸面の断面形状について説明する。図１２は、図１０の凸部４０６と凹部１１１ｄとが接触している部分の拡大図である。ケース１１１とケース１０との間には、伝熱性能を向上させるために放熱シート１２０が配置されている。放熱シート１２０には、例えば、放熱用シリコーンゴムシートが用いられる。

[0074] 図１２に示す例では、凸部４０６および凸部１１１ｃのいずれも、側面は傾斜角＝０度で垂直になっている。すなわち、凸部４０６の側面と、それが嵌り込む凹部１１１ｄの側面とは垂直になっている。放熱シート１２０はケース１１１とケース１０との間に挟み込まれ、若干圧縮されて適切な面圧とすることにより、適切な放熱特性が得られる。しかし、凸部４０６，１１１ｃの側面が垂直になっている場合には、予め設定された垂直な隙間に放熱シートが配置される構造であるため、適切な面圧を得ることができないばかりか、図１２に示すように角部Ｃにおいて隙間が生じてしまうおそれがある。

[0075] そこで、図１３に示すように、凸部１１１ｃの側面１１１ｆ（凹部１１１ｄの側面でもある）を傾斜角θ１（＜９０度）の傾斜面とするとともに、凸部４０６の対応する側面１０ｆを傾斜角θ２（＜９０度）の傾斜面とした。傾斜角θ１およびθ２は９０度よりも小さく設定されるが、好ましくは３０～４５度程度が良い。このように側面１１１ｆ，１０ｆを傾斜角が９０度よりも小さな傾斜面とすることにより、ケース１１１をケース１０に固定する際に、傾斜面部分の放熱シート１２０を圧縮することができ、適切な面圧とすることができる。また、角部の角度も９０度よりも大きく緩やかになり、角部において隙間が生じ難くなる。

[0076] さらに、傾斜角θ１，θ２をθ１＜θ２のように設定することで、図１３（ｂ）の矢印のようにケース１１１をケース１０方向に付勢して放熱シート１２０を圧縮した際に、斜面部分の放熱シートがケース１０方向に押しやられる。その結果、放熱シート１２０が角部に入り込み、角部における隙間発生を防止する機能がより向上する。

[0077] また、放熱シート１２０に代えて熱伝導性グリースをケース間の隙間に埋め込むようにしても良い。具体的には、ケース１０，１１１の対向面全体にグリースを塗り、ケース１１１をケース１０に固定すれば良い。この場合も、凸部１１１ｃ、１０ｅの側面が垂直に形成されていると、垂直面の間の隙間にグリースを隙間無く塗布するのは難しい。一方、凸部４０６、１１１ｃの側面を傾斜面とすることで、隙間無くグリースを行き渡らせることができる。例えば、電力変換装置１が車両のボンネット（例えばエンジンルーム）内に収納される場合では、グリースで覆われていない隙間があると、空気、湿気、水等の影響でその部分の冷却性能が劣化するおそれがある。しかし、ケース１１１とケース１０との隙間を非常に小さく（ほぼゼロと見なせるくらい小さく）設定することにより、毛管現象による浸透性により隙間なく行き渡らせることができる。また、溶剤が蒸発してグリースが硬化することにより、水などの影響を防止できる。

[0078] インバータ装置はＨＥＶ（ハイブリッド車），ＰＨＥＶ（プラグインハイ

ブリッド車）あるいはＥＶに共通利用される動力駆動用コンポーネントであり、車両種別に関係なく利用されることが多い。一方、ＤＣＤＣコンバータ装置はＰＨＥＶあるいはＥＶに搭載されるもので、車両種別に異なる場合が多く、かつ、ＬＶバッテリ負荷に応じて多彩なＤＣＤＣ容量への対応が必要である。そのため、ＤＣＤＣコンバータ装置１００の機種によっては嵌合面の形状がインバータ装置２００と若干異なる場合も考えられる。そのような場合には、図１４に示すようなアダプタベース板７０をＤＣＤＣコンバータ装置１００とインバータ装置２００との間に配置することで、嵌合面の不一致を解消することができる。なお、嵌合部においては図１３に示したような傾斜構造が採用される。

[0079] 上述した本実施の形態の電力変換装置１は、以下のような作用効果を奏する。（１）電力変換装置１は、ケース１０に収納され、交流電流を出力する複数のパワー半導体モジュール３００が設けられたインバータ装置２００と、ケース１０に分離可能に固定されるケース１１１に収納され、降圧回路および／または昇圧回路が設けられたＤＣＤＣコンバータ装置１００と、を備える。そして、ケース１０は、パワー半導体モジュール３００が挿入される第１冷媒流路である第１流路部１９ａが形成され、ケース１１１と熱的に接触する流路形成部１２ａと、第１流路部１９ａと平行に設けられパワー半導体モジュール３００が挿入される第２冷媒流路である第３流路部１９ｃが形成され、ケース１１１と熱的に接触する流路形成部１２ｃと、を有している。ＤＣＤＣコンバータ装置１００は、電圧変換するためのインダクタ素子（主トランス３３およびインダクタ素子３４）と、該インダクタ素子に流れる電流を制御するための、スイッチング素子３６が搭載される昇圧回路基板３２、スイッチング素子Ｈ１～Ｈ４が搭載されている基板（パワー半導体モジュール３５）を有している。それらインダクタ素子およびスイッチング素子基板は、ケース１１１の流路形成部１２ａおよび流路形成部１２ｃと熱的に接触する領域に配置されている。

[0080] このように、流路部１９ａ、１９ｃが形成された流路形成部１２ａ，１２

ｃに熱的に接触するようにケース１１１を固定し、そのケース１１１の流路形成部１２ａ，１２ｃと熱的に接触する領域に発熱部品である電圧変換用インダクタ素子３４等を配置することで、インバータ装置２００の冷却系を用いてＤＣＤＣコンバータ装置１００の発熱部品を効率良く冷却することができる。その結果、高温度環境による装置の機能低下や構成部品の劣化進行を防止することができる。

[0081] 上述したように、インバータ装置はＨＥＶ（ハイブリッド車），ＰＨＥＶ（プラグインハイブリッド車）あるいはＥＶに共通利用される動力駆動用コンポーネントであり、車両種別に関係なく利用されることが多い。一方、ＤＣＤＣコンバータ装置はＰＨＥＶあるいはＥＶに搭載されるもので、車両種別に異なる場合が多く、かつ、ＬＶバッテリ負荷に応じて多彩なＤＣＤＣ容量への対応が必要である。そのため、従来の装置では、インバータ装置とＤＣＤＣコンバータ装置とを別に配置し、それぞれに冷媒による冷却構造を備えているのが一般的である。その結果、冷却構造が各々の２回路分離構成となり、水路損失も多くなり、軽量・小型化およびコスト低減の阻害要因となっていた。

[0082] 一方、本実施の形態では、インバータ装置２００とＤＣＤＣコンバータ装置１００とを分離一体型とし、ＤＣＤＣコンバータ装置１００の冷却系を省略する構成としているため、電力変換装置１の小型化を図ることができる。また、ケース１１１のケース底部１１１ｂにおいて、インバータ装置２００の流路形成部１２ａ、１２ｃが熱的に接触する領域だけでなく、それらの間の領域も冷却面として利用することができ、より多くの部品を冷却することができる。また、インバータ装置２００とＤＣＤＣコンバータ装置１００とを分離一体型としているので、車両種別に応じてＤＣＤＣコンバータ装置１００が異なる場合でも、インバータ部分まで含めた構造・回路設計変更する必要がなく、ＤＣＤＣ容量に応じて単独で変更が行える。

[0083] なお、流路部１９ａと流路部１９ｃとは、流路部１９ｂによってケース１０内でＵターンするように接続されているが、流路部１９ａの出口と流路部

１９ｃの入口を側壁１０ｂに形成し、配管等によりケース１０の外部で連結するようにしても良い。

[0084] （２）特に、発熱量が比較的大きい電圧変換用インダクタ素子３４を、冷媒の流れの上流側である流路形成部１２ａと熱的に接触するケース１１１の領域に配置し、スイッチング素子基板を冷媒の流れの下流側である流路形成部１２ｃと熱的に接触するケース１１１の領域に配置することで、発熱量の異なる複数の発熱部品に対して各々効果的な冷却を行うことができる。

[0085] （３）ケース１０は、冷媒流路１９ａと冷媒流路１９ｃとを連結する冷媒流路１９ｂが形成されてケース１１１と熱的に接触する流路形成部１２ｂを有する。ＤＣＤＣコンバータ装置１００は降圧回路および昇圧回路を備え、インダクタ素子（主トランス３３，インダクタ素子３４）は、ケース１１１の、流路形成部１２ａと熱的に接触する領域に配置され、降圧回路のスイッチング素子Ｈ１～Ｈ４が搭載されている基板（パワー半導体モジュール３５）は、ケース１１１の、流路形成部１２ｃおよび流路形成部１２ｂのいずれか一方と熱的に接触する領域に配置され、昇圧回路のスイッチング素子が搭載されている昇圧回路基板３２は、ケース１１１の、流路形成部１２ｃおよび流路形成部１２ｂの他方と熱的に接触する領域に配置するようにしても良い。流路形成部１２ａ～１２ｃをこのように配置することにより、より多数の発熱部品を冷媒流路と対向するケース底部１１１ｂに配置することができる。

[0086] なお、上述した実施の形態では、図１１に示すように、パワー半導体モジュール３５を流路形成部１２ｂと接触するケース１１１の領域に配置したが、流路形成部１２ｃと接触する領域に配置するようにしても良い。

[0087] （４）流路形成部１２ａ、流路形成部１２ｃおよび流路形成部１２ｂのそれぞれは、対向するケース１１１方向に突出する凸部４０６，４０７を有し、ケース１１１のケース１０と対向する面は、少なくとも凸部４０６，４０７と対向する領域が凹部１１１ｄを形成し、凸部４０６，４０７を、凹部１１１ｄに入り込むように熱的に接触させるようにしても良い。その結果、ケ

ース１０とケース１１１との間の熱接触面積がより大きくなり、ケース１１１側の冷却効果がより向上する。また、肉厚を必要とする構造を凹部１１１ｄ以外の肉厚の大きな領域に配置することで、ケース１０とケース１１１とを積み上げるように固定したときの、積層方向寸法をより小さくすることができ、電力変換装置１の小型化を図ることができる。さらに、一体化時には凹凸を嵌め込むような作業となるため、組み立て作業が容易となる。

[0088] （５）凸部と凹部との隙間に熱伝導性グリースまたは放熱シートを配置しても良く、それにより、ケース１０とケース１１１と伝熱特性が向上する。なお、図１０，１２に示す例では、放熱シート１２０をケース１０とケース１１１との隙間の全面に配置しているが、必ずしも全面に配置する必要はなく、例えば、発熱部品が配置されている領域の隙間に設けるようにしても良い。

[0089] （６）図１３に示すように、凸部４０６の側面１０ｆの傾斜角θ２を９０度よりも小さく、かつ、凹部１１１ｄの側面１１１ｆの傾斜角θ１を９０度よりも小さく設定することにより、熱伝導性グリースまたは放熱シートの密着性が良くなり、また、伝熱特性を阻害する要因である接触面における空隙等の発生を防止することができる。

[0090] （７）さらに、凸部４０６の側面１０ｆの傾斜角θ２を、凹部１１１ｄの側面１１１ｆの傾斜角θ１よりも大きくすることにより、空隙が生じやすい角部に放熱シート１２０を押し流すような効果が働き、角部における空隙の発生を撚り効果的に防止することができる。

[0091] （８）ケース底部１１１ｂから突出した複数の支持部１１１ａにより、ベース板３７を電圧変換用インダクタ素子３４および昇圧回路基板３２の上方に支持し、そのベース板３７上に制御回路基板３０を載置するようにしても良い。このような構成とすることで、発熱部品からの熱輻射をベース板３７により遮蔽することができるとともに、制御回路基板３０で発生する熱をベース板３７、支持部１１１ａを介してケース底部１１１ｂへ逃がすことができる。

[0092] なお、以上の説明はあくまでも一例であり、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の態様も本発明の範囲内に含まれる。例えば、上述した実施の形態では、ＰＨＥＶあるいはＥＶ等の車両に搭載される電力変換装置を例に説明したが、本発明はこれらに限らず建設機械等の車両に用いられる電力変換装置にも適用することができる。

[0093] 次の優先権基礎出願の開示内容は引用文としてここに組み込まれる。

日本国特許出願２０１１年第１６４０５５号（２０１１年７月２７日出願）

請求の範囲

[請求項1] インバータケースに収納され、交流電流を出力する複数のパワー半導体モジュールが設けられたインバータ装置と、

前記インバータケースに分離可能に固定されるコンバータケースに収納され、降圧回路および／または昇圧回路が設けられたＤＣＤＣコンバータ装置と、を備え、

前記インバータケースは、

パワー半導体モジュールが挿入される第１冷媒流路が形成され、前記コンバータケースと熱的に接触する第１流路形成体と、

前記第１冷媒流路と平行に設けられパワー半導体モジュールが挿入される第２冷媒流路が形成され、前記コンバータケースと熱的に接触する第２流路形成体と、を有し、

前記ＤＣＤＣコンバータ装置は、電圧変換するためのインダクタ素子と、該インダクタ素子に流れる電流を制御するスイッチング素子が搭載されるスイッチング素子基板とを有し、

前記インダクタ素子および前記スイッチング素子基板は、前記コンバータケースの前記第１流路形成体および前記第２流路形成体と熱的に接触する領域に配置されている電力変換装置。

[請求項2] 請求項１に記載の電力変換装置において、

冷媒は前記第１冷媒流路から前記第２冷媒流路へと流れ、

前記インダクタ素子は前記第１流路形成体と熱的に接触する領域に配置され、

前記スイッチング素子基板は前記第２流路形成体と熱的に接触する領域に配置されている電力変換装置。

[請求項3] 請求項１に記載の電力変換装置において、

前記インバータケースは、前記第１冷媒流路と前記第２冷媒流路とを連結する第３冷媒流路が形成されて前記コンバータケースと熱的に接触する第３流路形成体を有し、

前記ＤＣＤＣコンバータ装置は降圧回路および昇圧回路を備え、

前記インダクタ素子は、前記コンバータケースの、前記第１流路形成体と熱的に接触する領域に配置され、

前記降圧回路のスイッチング素子が搭載されている基板は、前記コンバータケースの、前記第２流路形成体および前記第３流路形成体のいずれか一方と熱的に接触する領域に配置され、

前記昇圧回路のスイッチング素子が搭載されている基板は、前記コンバータケースの、前記第２流路形成体および前記第３流路形成体の他方と熱的に接触する領域に配置されている電力変換装置。

［請求項4］ 請求項３に記載の電力変換装置において、

前記第１流路形成体、第２流路形成体および第３流路形成体のそれぞれは、対向する前記コンバータケース方向に突出する凸部を有し、

前記コンバータケースの前記インバータケースと対向する面は、少なくとも前記凸部と対向する領域が凹部を形成し、

前記凸部は、前記凹部に入り込むように熱的に接触している電力変換装置。

［請求項5］ 請求項４に記載の電力変換装置において、

前記凸部と前記凹部との隙間に熱伝導性グリースまたは放熱シートを配置した電力変換装置。

［請求項6］ 請求項５に記載の電力変換装置において、

熱的に接触している前記凸部および前記凹部の側面は、それぞれ傾斜角が９０度よりも小さな傾斜面で構成されている電力変換装置。

［請求項7］ 請求項６に記載の電力変換装置において、

前記凸部の側面の傾斜角は、前記凹部の側面の傾斜角よりも大きい電力変換装置。

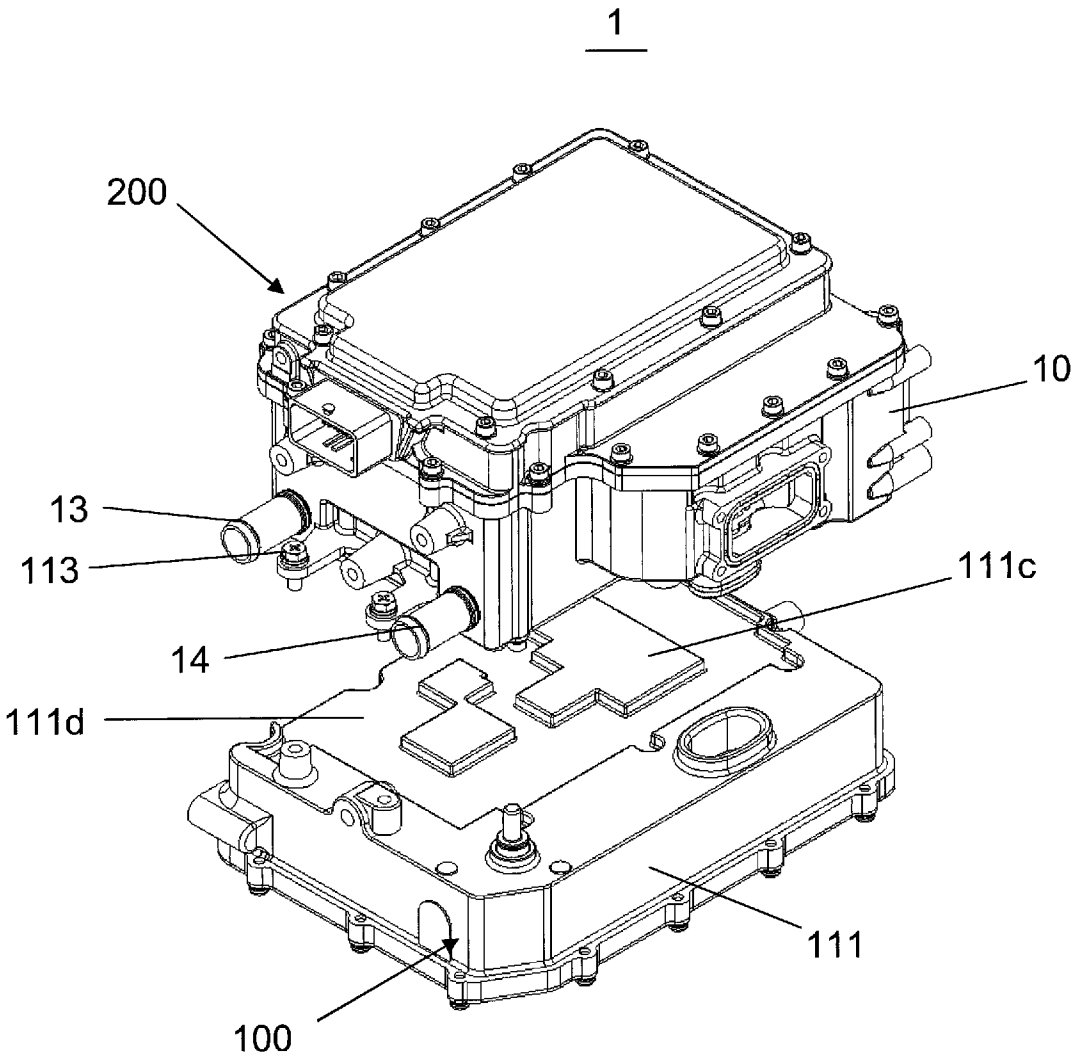
［請求項8］ 請求項１乃至７のいずれか一項に記載の電力変換装置において、

前記コンバータケースに形成され、前記インダクタ素子およびスイッチング素子基板の上方に金属板を支持する複数の支持部材と、

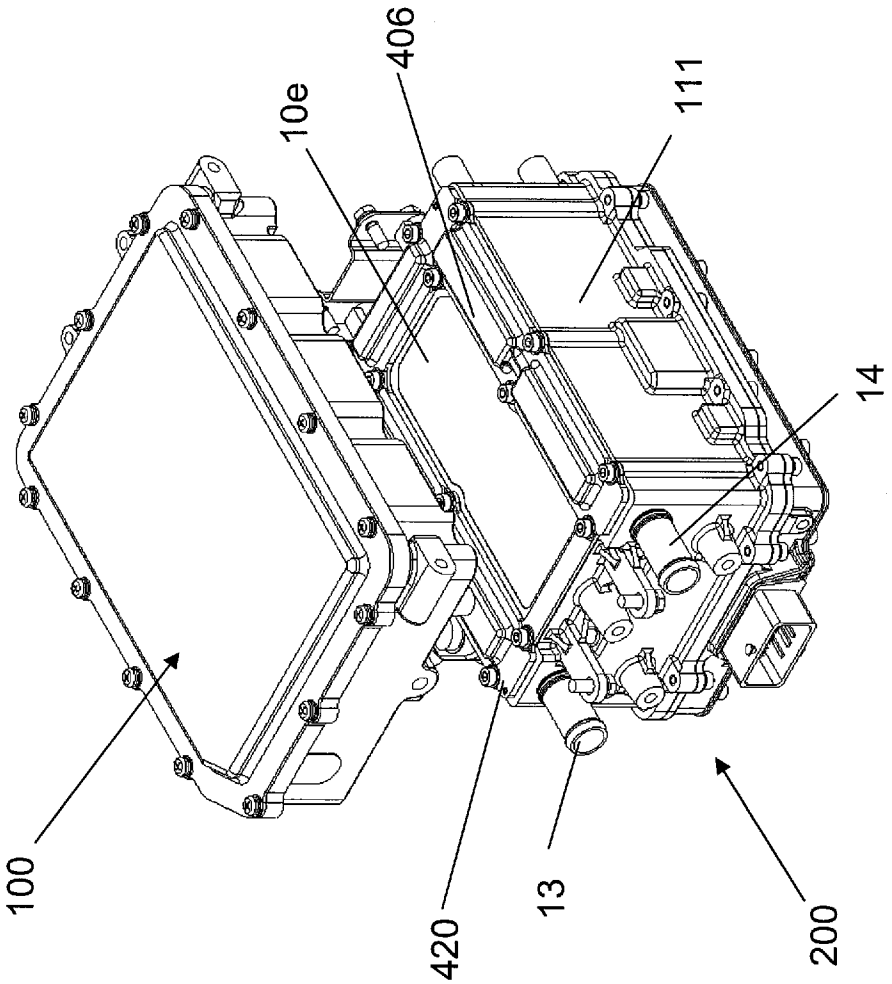
前記金属板上に載置され、前記ＤＣＤＣコンバータ装置のスイッチング素子の駆動を制御する制御回路基板と、を備えた電力変換装置。

[図1]

【図1】

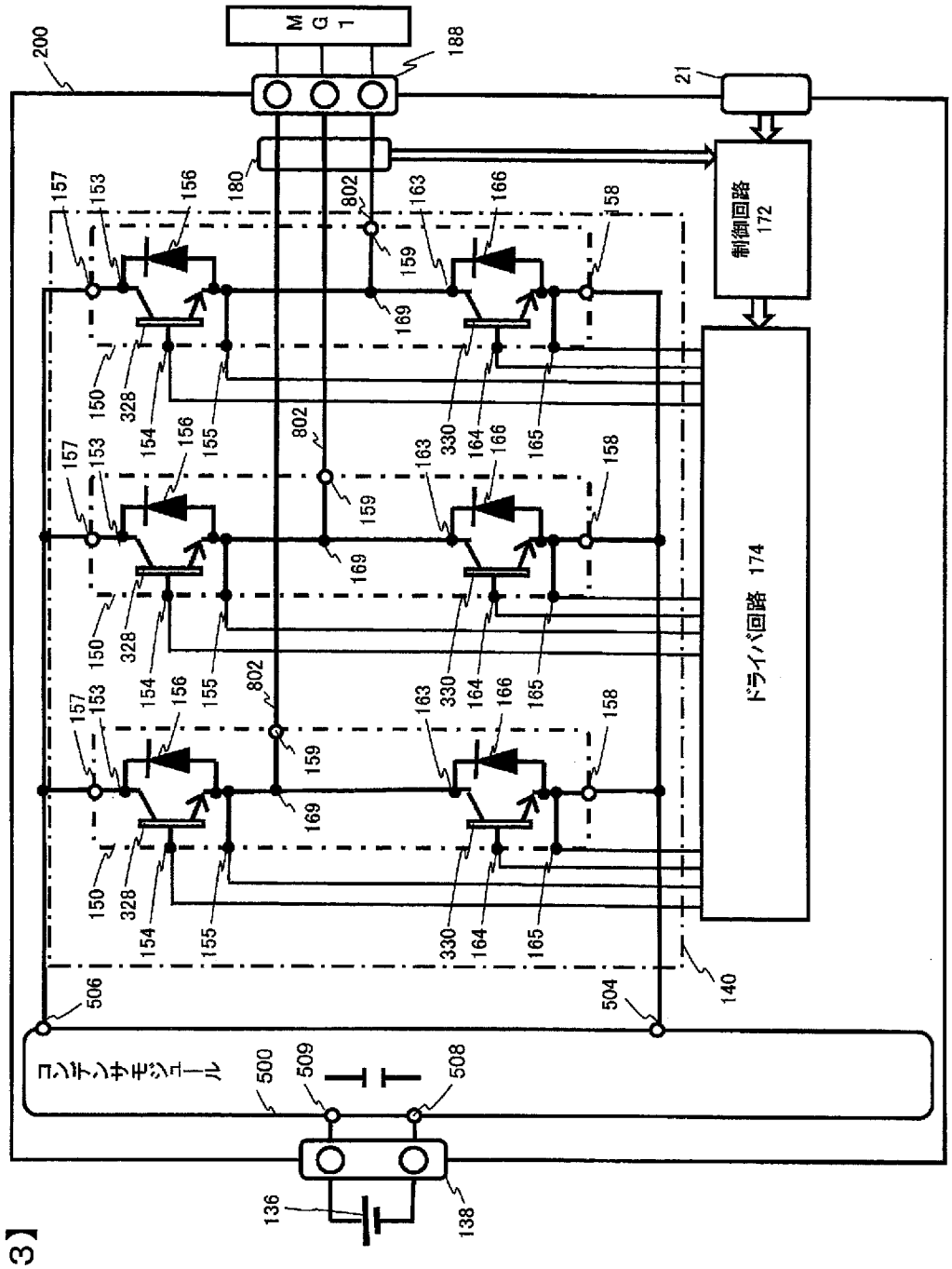


[図2]



【図2】

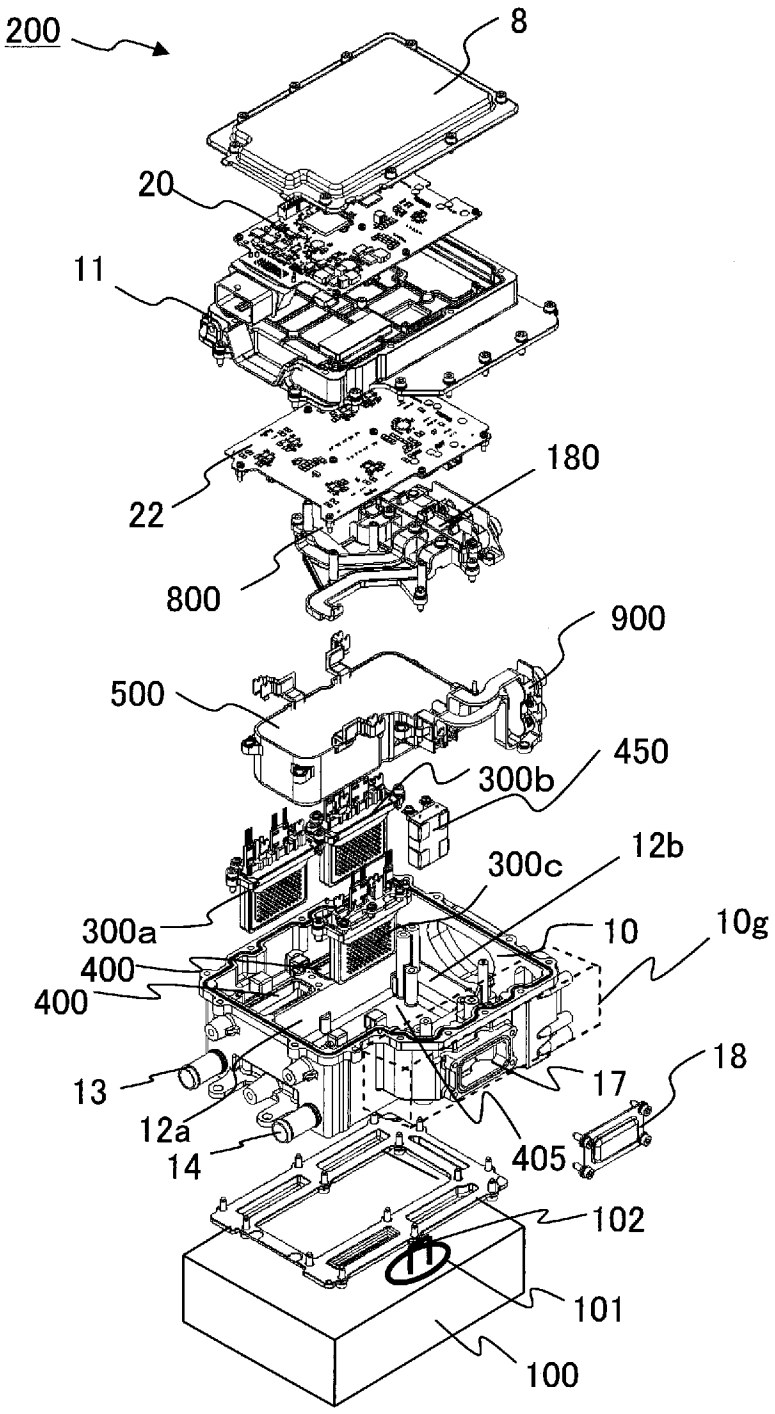
[図3]


MG1
200
188
21
制御回路
172
ドライバ回路 174
140
506
504
500
509
508
136
138
180
802
157
153
156
158
159
163
166
169
150
328
154
155
330
164
165

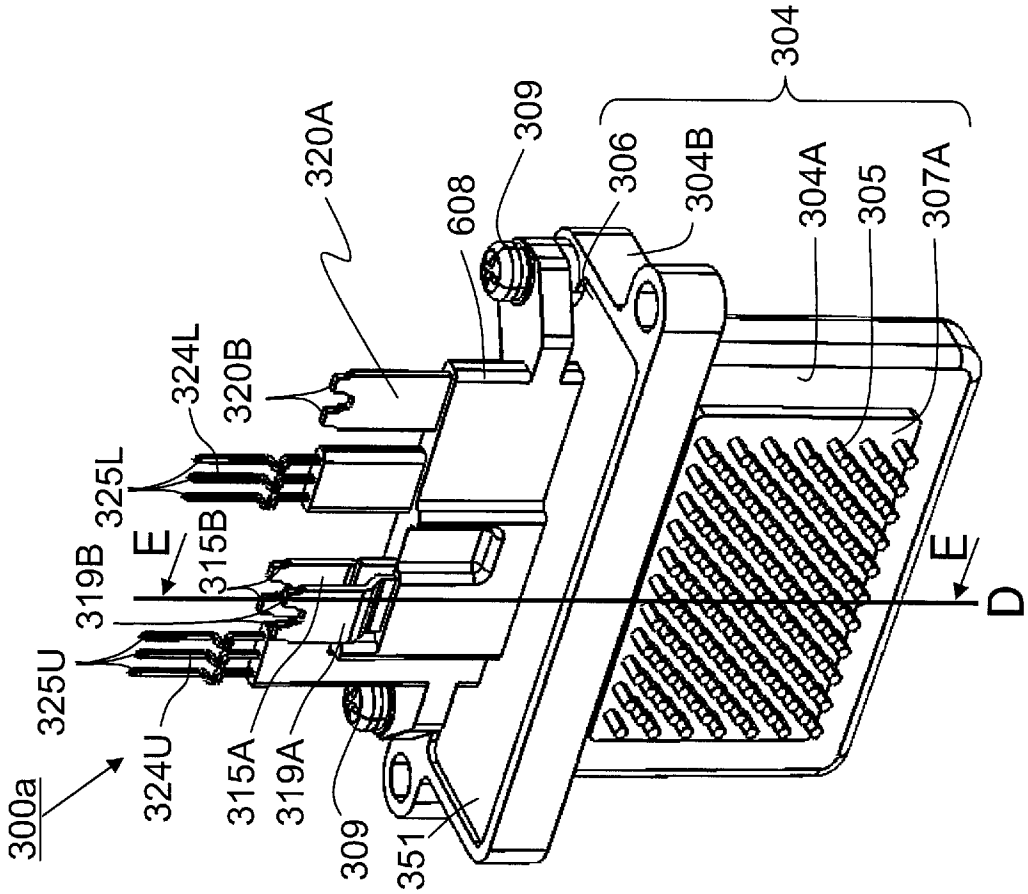
【図3】

[図4]

【図4】

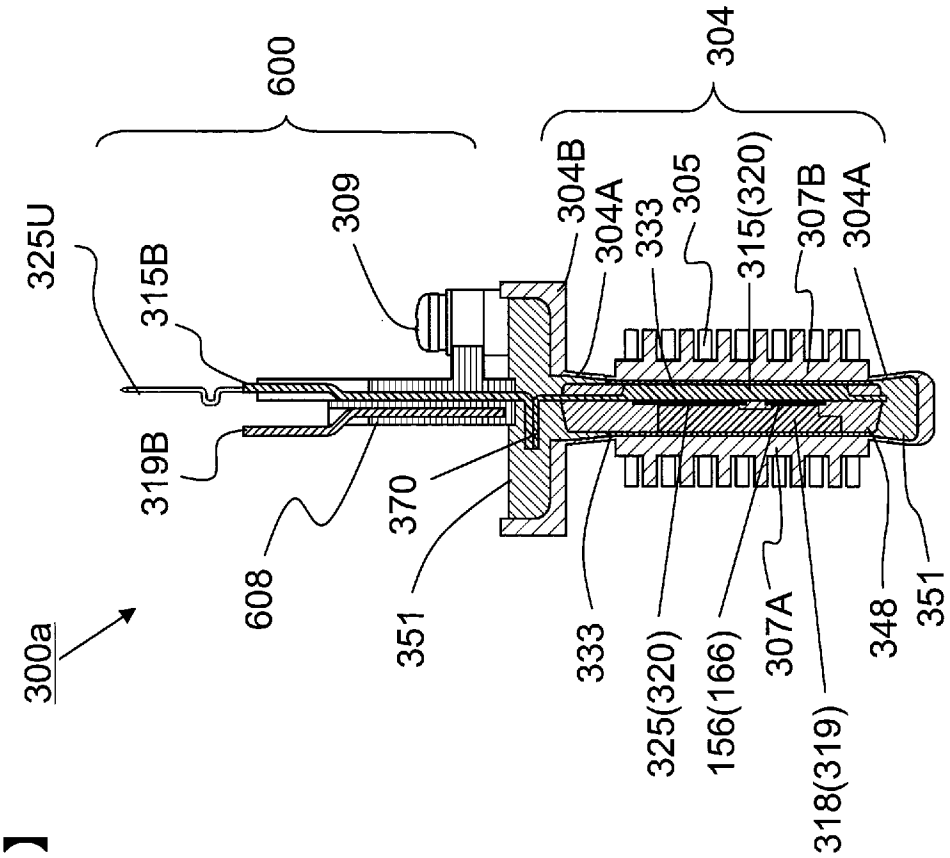

200
8
20
11
22
180
800
900
500
450
300b
12b
300c
300a
10
10g
400
400
13
12a
14
17
18
405
102
101
100

[図5]


304
309
320A
608
306
304B
304A
305
307A
324L
320B
325L
315B
319B
325U
324U
315A
319A
309
351
300a
E
E
D

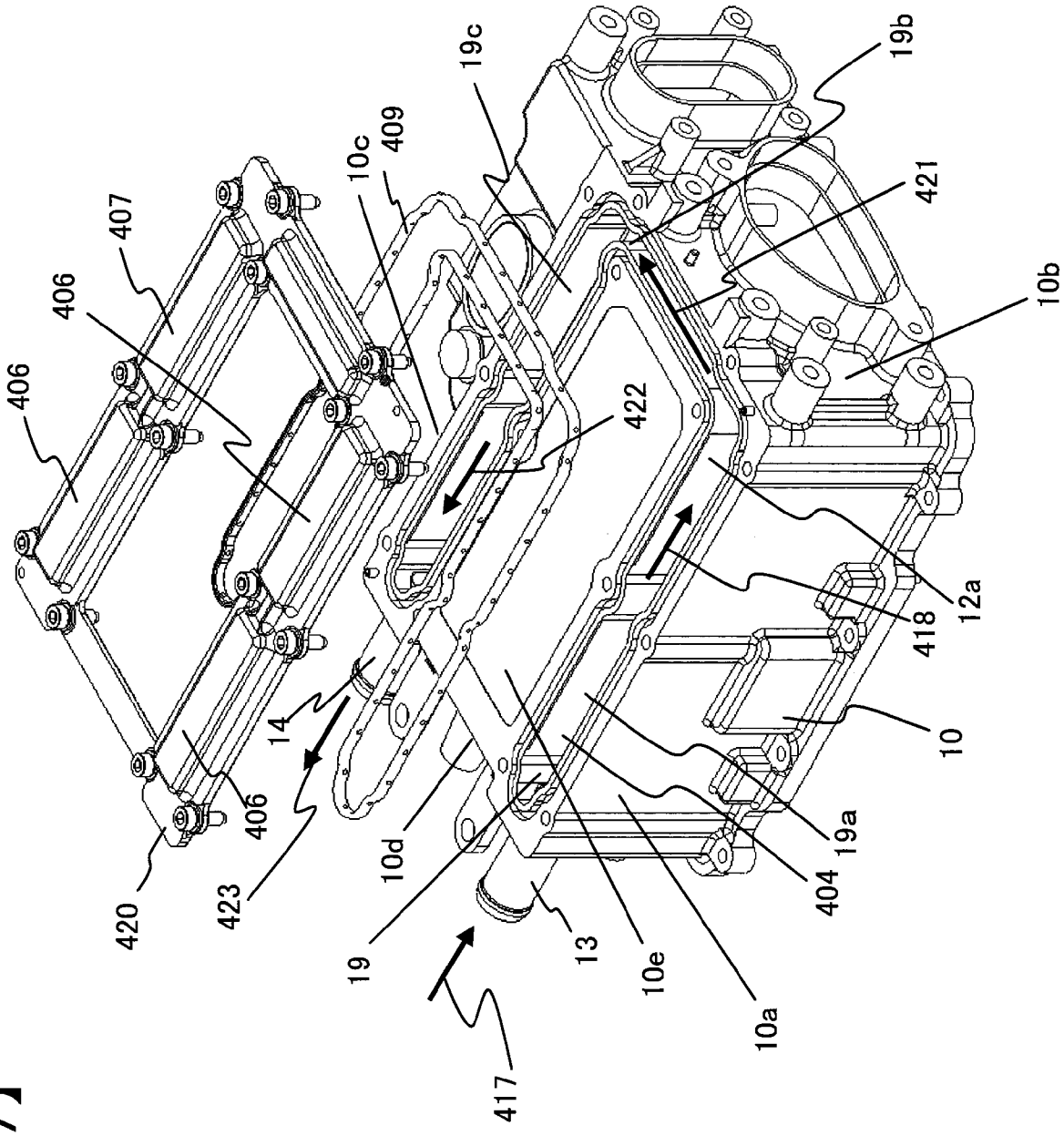
【図5】

[図6]


600
304
325U
315B
309
304B
304A
333
305
315(320)
307B
304A
319B
370
608
351
333
325(320)
156(166)
307A
318(319)
348
351
300a

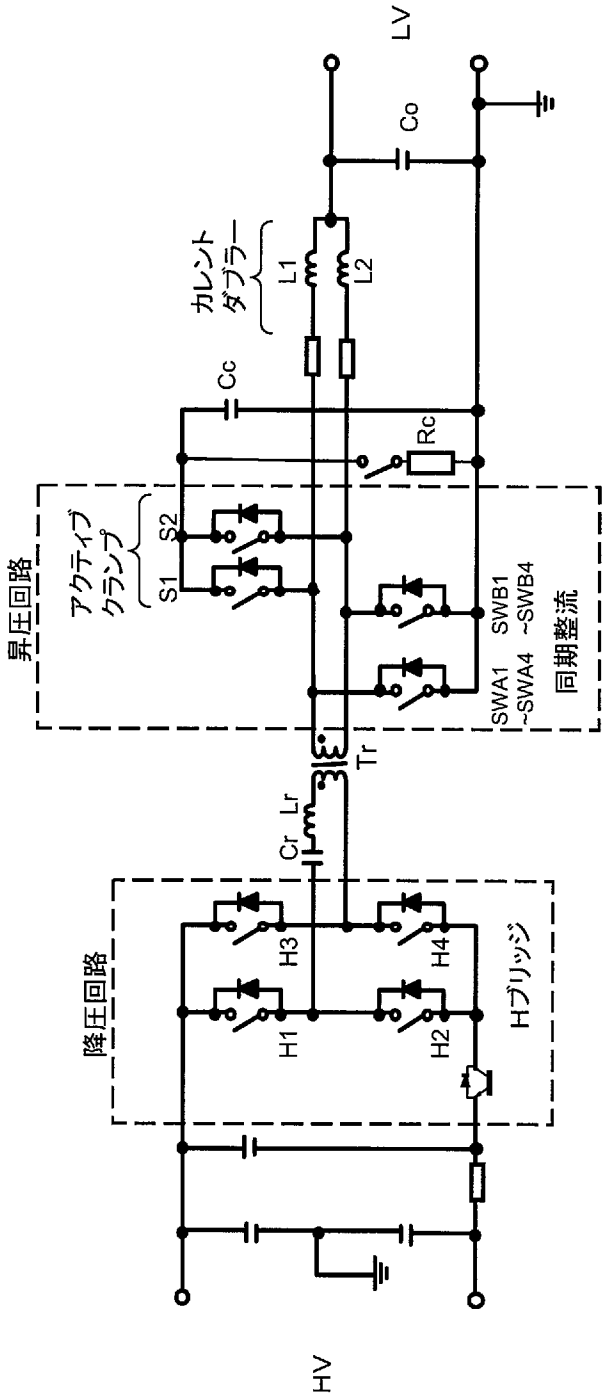
【図6】

[図7]


19c
19b
409
10c
421
407
406
10b
406
422
418
12a
14
10
406
19a
10d
404
420
423
19
13
10e
10a
417

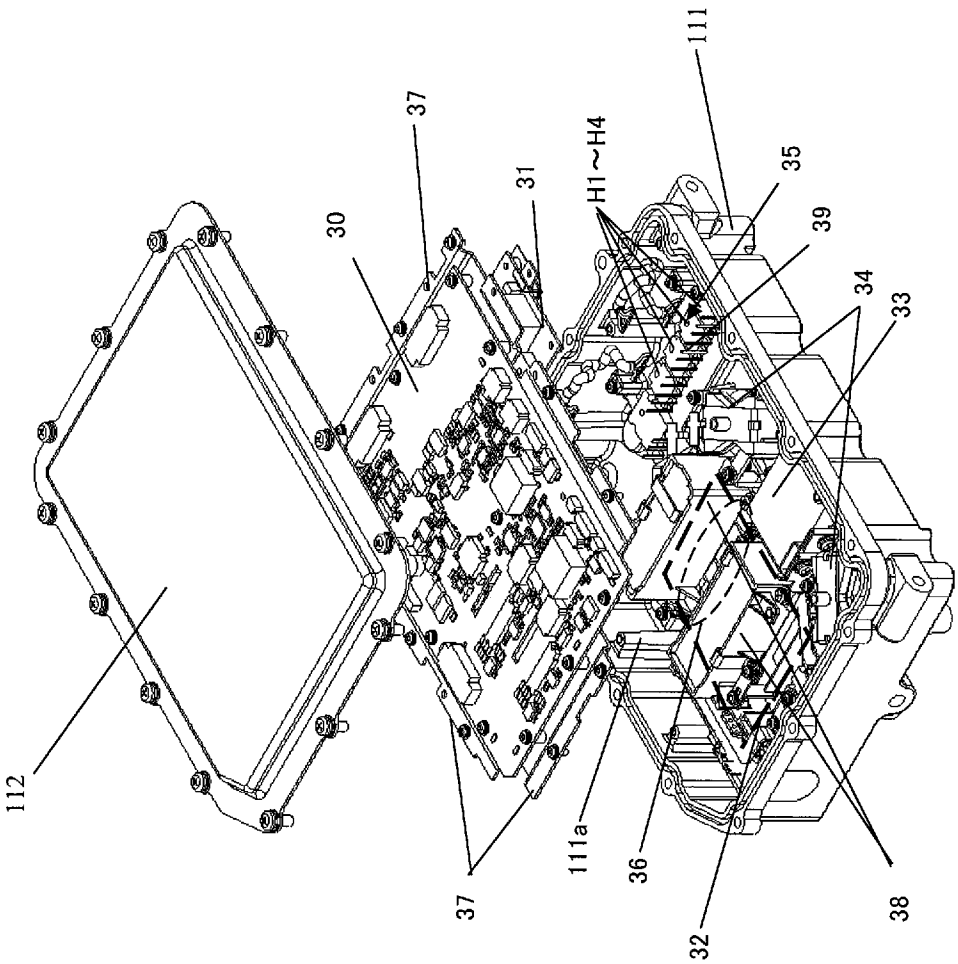
【図7】

[図8]


LV
Co
カレントダブラー
L1
L2
Cc
Rc
昇圧回路
アクティブクランプ
S1
S2
SWA1 ~SWA4
SWB1 ~SWB4
同期整流
Tr
Cr
Lr
降圧回路
H1
H2
H3
H4
Hブリッジ
HV

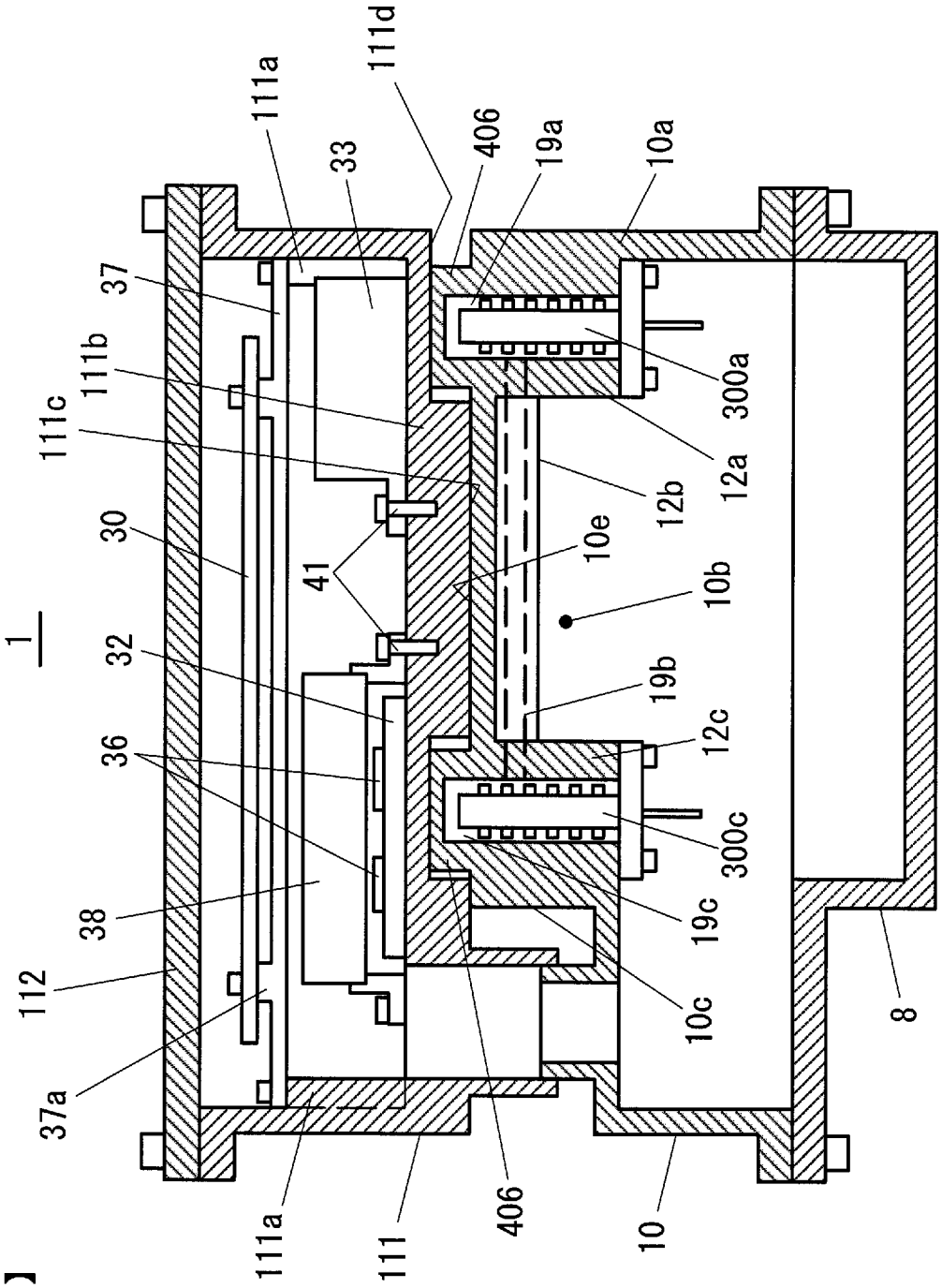
【図8】

[図9]



【図9】

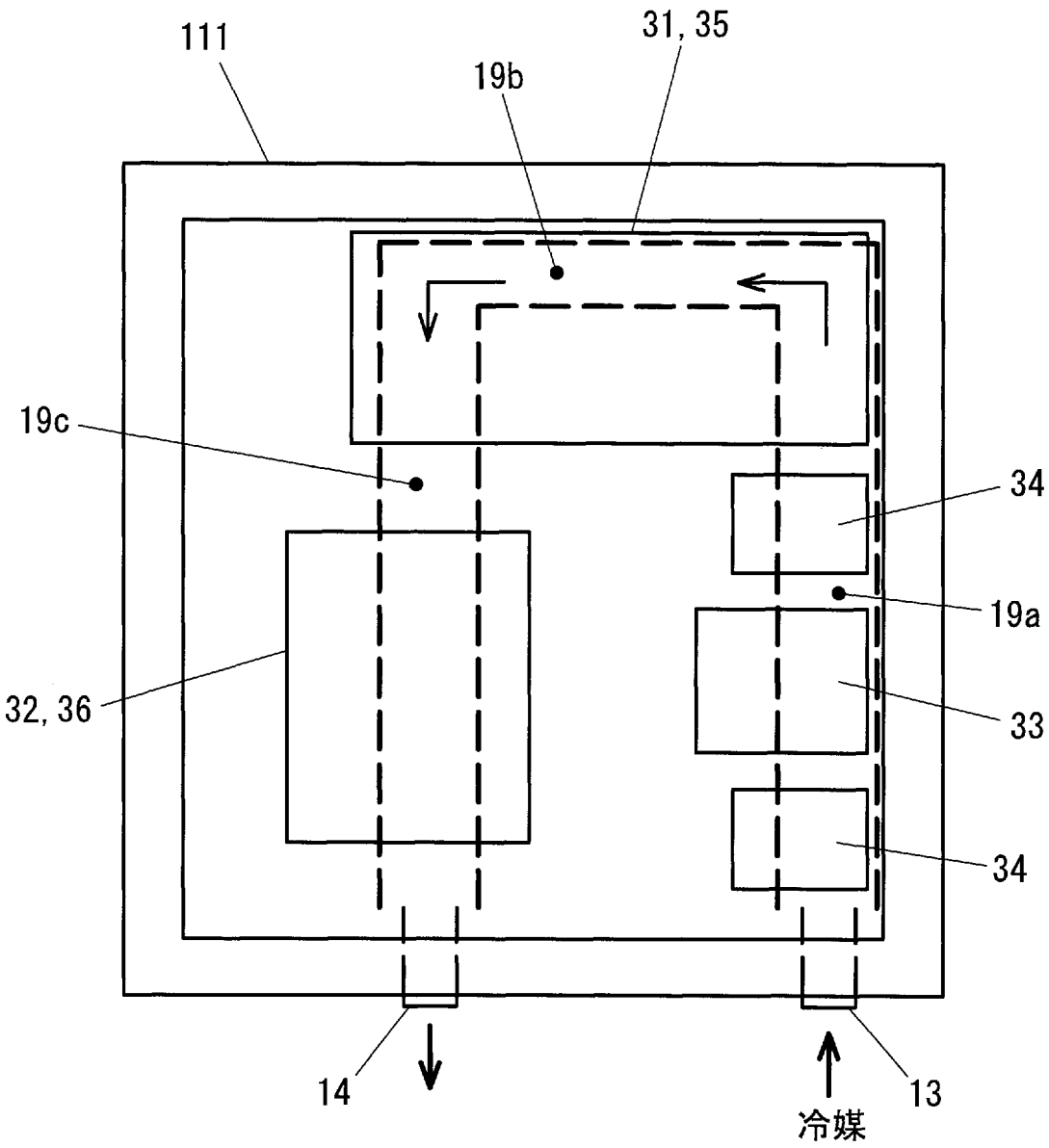
[図10]


111d
111a
33
406
19a
10a
37
111b
111c
30
41
10e
12b
12a
300a
10b
1
32
19b
12c
36
300c
38
19c
112
10c
8
37a
111a
111
406
10

【図１０】

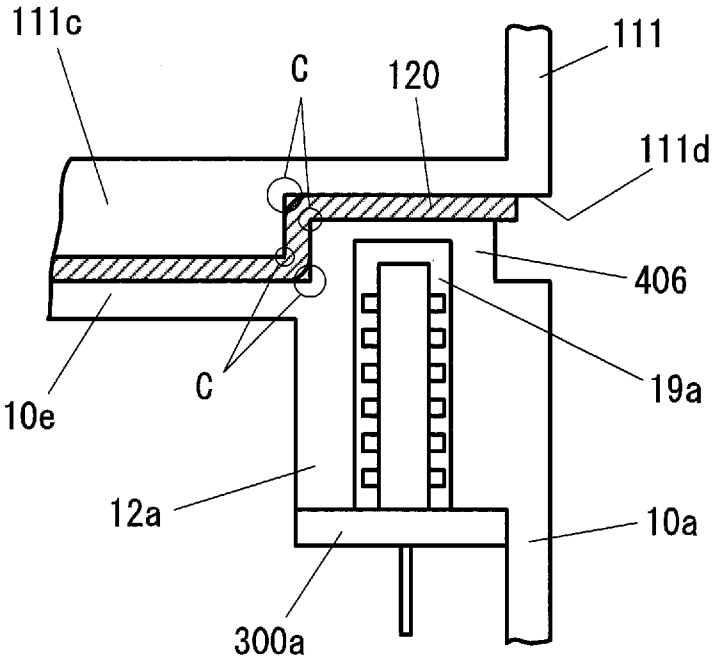
[図11]

図１１



[図12]

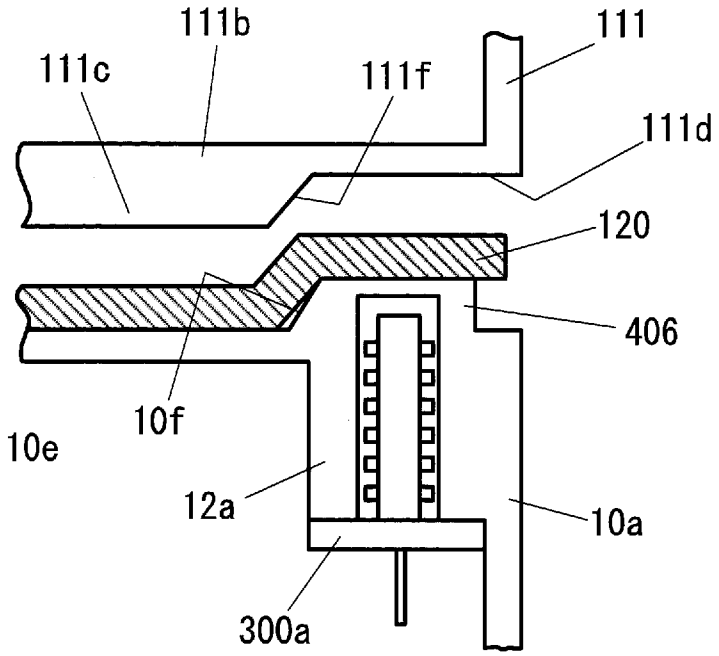
図１２



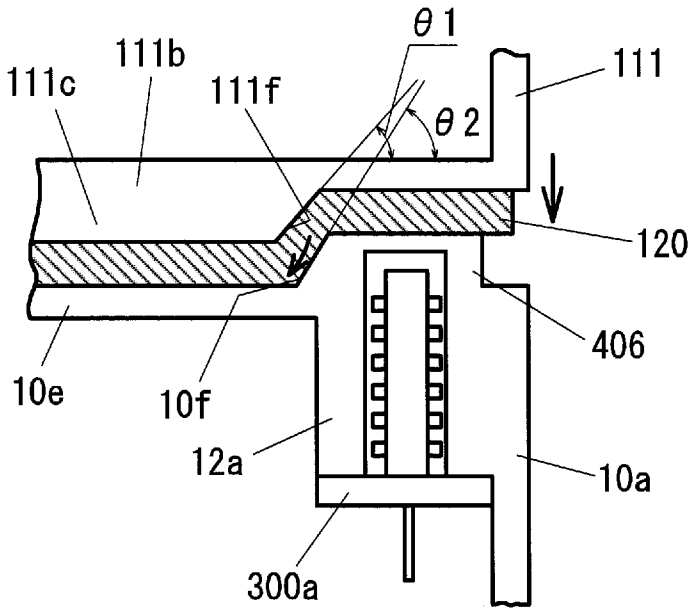
[図13]

図１３

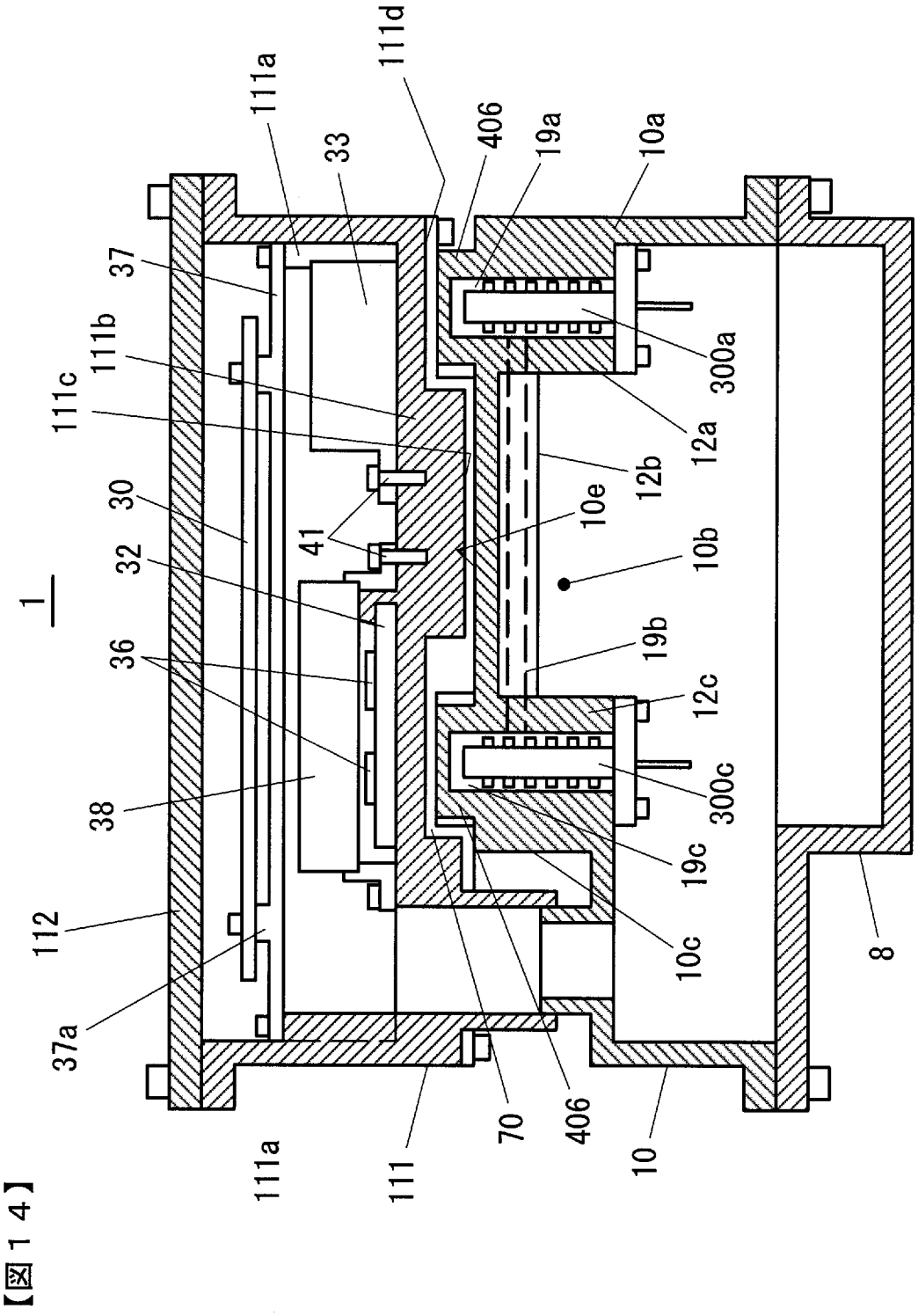
(a)


111b
111
111c
111f
111d
120
406
10f
10e
12a
10a
300a

(b)


θ1
111b
111
111c
111f
θ2
120
406
10e
10f
12a
10a
300a

[図14]


111d
111a
33
406
19a
10a
37
111b
111c
300a
12a
12b
30
41
10e
10b
32
1
36
19b
12c
38
300c
19c
112
10c
8
37a
111a
111
70
406
10

【図１４】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/067516

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02M7/48(2007.01)i, *H02M3/28*(2006.01)i, *H02M3/335*(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, H02M3/28, H02M3/335

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.
A	JP 2009-219270 A (Hitachi, Ltd.), 24 September 2009 (24.09.2009), entire text; all drawings & US 2009/0231811 A1 & EP 2101402 A2 & CN 101534069 A & CN 102291034 A	1-8
A	JP 2011-29480 A (Denso Corp.), 10 February 2011 (10.02.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

☐ 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	Date of mailing of the international search report
03 October, 2012 (03.10.12)	16 October, 2012 (16.10.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１２／０６７５１６

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, H02M3/28(2006.01)i, H02M3/335(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, H02M3/28, H02M3/335

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
A	JP 2009－219270 A（株式会社日立製作所）2009.09.24, 全文、全図 & US 2009／0231811 A1 & EP 2101402 A2 & CN 101534069 A & CN 102291034 A	1－8
A	JP 2011－29480 A（株式会社デンソー）2011.02.10, 全文、全図（ファミリーなし）	1－8

☐　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 ０３．１０．２０１２	国際調査報告の発送日 １６．１０．２０１２
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　３Ｖ　９３３５ 尾家　英樹 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５７