

(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
2021年9月16日(16.09.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/181831 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 23/28 (2006.01) *H01L 21/56* (2006.01)
H01L 25/07 (2006.01) *H02M 7/48* (2007.01)
H01L 25/18 (2006.01)

ブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 金子 裕
二郎(KANEKO Yujiro); 〒3128503 茨城県ひた
ちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティ
ブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/048708

(22) 国際出願日: 2020年12月25日(25.12.2020)

(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 2020-039863 2020年3月9日(09.03.2020) JP

(71) 出願人: 日立 A s t e m o 株式会社(HITACHI
ASTEMO, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひ
たちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 露 野 円 丈 (TSUYUNO Nobutake);
〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6
号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 高木 佑
輔(TAKAGI Yusuke); 〒3128503 茨城県ひた
ちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティ

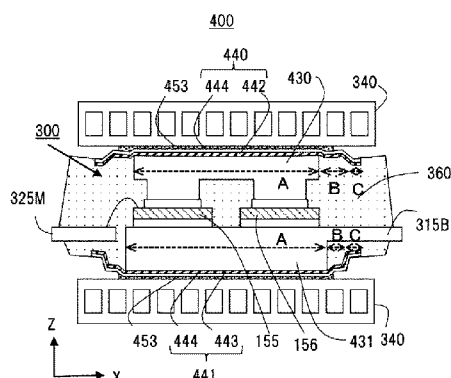
(74) 代理人: 戸田 裕二(TODA Yuji); 〒1008220 東
京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式
会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: ELECTRICAL CIRCUIT BODY, POWER CONVERSION DEVICE, AND ELECTRICAL CIRCUIT BODY
MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 電気回路体、電力変換装置、および電気回路体の製造方法

図2



(57) Abstract: An electrical circuit body comprising:
a power semiconductor element; a first conductor plate
which is connected to one surface of the power semicon-
ductor element; a first sheet-like member which has a first
resin insulation layer and which at least covers the sur-
face of the first conductor plate; a sealant for sealing the
respective ends of the power semiconductor element, the
first conductor plate, and the first sheet-like member; and
a first cooling member which is firmly attached to the first
sheet-like member, wherein the first sheet-like member
has an embedded part where the ends of the first sheet-like
member is covered by the sealant, a heat-dissipating sur-
face part which is a region that overlaps the surface of the
first conductor plate, and a margin part which is a region
between the embedded part and the heat-dissipating sur-
face part, the margin part is disposed at a position reced-
ed toward the inner side from the heat-dissipating surface
part, and the embedded part is disposed at a position fur-
ther receded from the margin part.

(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, ST, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: パワー半導体素子と、前記パワー半導体素子の一方の面に接続される第1導体板と、第1樹脂絶縁層を有し、前記第1導体板の表面を少なくとも覆う第1シート状部材と、前記パワー半導体素子、前記第1導体板、および前記第1シート状部材の端部を封止する封止材と、前記第1シート状部材に密着する第1冷却部材とを備え、前記第1シート状部材は、前記第1シート状部材の前記端部が前記封止材によって覆われた埋没部と、前記第1導体板の表面と重なる領域である放熱面部と、前記埋没部と前記放熱面部との間の領域である余白部と、を有し、前記余白部は前記放熱面部よりも内部に後退し、前記埋没部は前記余白部よりも内部に後退している電気回路体。

明 細 書

発明の名称：

電気回路体、電力変換装置、および電気回路体の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、電気回路体、電力変換装置、および電気回路体の製造方法に関する。

背景技術

[0002] パワー半導体素子のスイッチングを用いた電力変換装置は、変換効率が高いため、民生用、車載用、鉄道用、変電設備等に幅広く利用されている。このパワー半導体素子は通電により発熱するため、高い放熱性が求められる。例えば、車載用においては、小型、軽量化のため水冷を用いた高効率な装置が採用されている。

[0003] 特許文献1には、半導体素子とヒートシンクとを封止しているモールド樹脂は、放熱面を囲う位置に凹部が設けられており、絶縁シートは、放熱面の全体を覆いつつ、端部が凹部内に接着されている電気回路体が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2013-258334号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1に記載の装置の放熱面に冷却部材を密着した場合に、電気回路体に反りが生じると冷却部材との間の密着性が弱まり、放熱性が損なわれる。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明による電気回路体は、パワー半導体素子と、前記パワー半導体素子

の一方の面に接続される第1導体板と、第1樹脂絶縁層を有し、前記第1導体板の表面を少なくとも覆う第1シート状部材と、前記パワー半導体素子、前記第1導体板、および前記第1シート状部材の端部を封止する封止材と、前記第1シート状部材に密着する第1冷却部材とを備え、前記第1シート状部材は、前記第1シート状部材の前記端部が前記封止材によって覆われた埋没部と、前記第1導体板の表面と重なる領域である放熱面部と、前記埋没部と前記放熱面部との間の領域である余白部と、を有し、前記余白部は前記放熱面部よりも内部に後退し、前記埋没部は前記余白部よりも内部に後退している。

本発明による電気回路体の製造方法は、パワー半導体素子と、前記パワー半導体素子の一方の面に接続される第1導体板と、第1樹脂絶縁層を有し、前記第1導体板の表面を少なくとも覆う第1シート状部材とを封止材で封止する工程であって、前記第1シート状部材は、前記第1シート状部材の端部が前記封止材によって覆われる埋没部と、前記第1導体板の表面と重なる領域である放熱面部と、前記埋没部と前記放熱面部との間の領域である余白部と、を有し、前記埋没部を、前記放熱面部および前記余白部よりも内部に後退して、前記封止材で封止する第1工程と、前記封止材を硬化収縮させ、前記余白部を前記放熱面部より内部に後退させる第2工程と、冷却部材を前記第1シート状部材に密着する第3工程と、よりなる。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、電気回路体に反りが生じて、冷却部材との間の密着性を確保し、放熱性が損なわれない。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]電気回路体の平面図である。

[図2]電気回路体の図1に示すX-X線の断面図である。

[図3]電気回路体の図1に示すY-Y線の断面図である。

[図4]図1に示すX-X線におけるパワーモジュールの断面斜視図である。

[図5] (a) ~ (c) 電気回路体の製造方法を示す断面図である。

[図6] (d) ~ (f) 電気回路体の製造方法を示す断面図である。

[図7] 第1シート状部材の端部近傍を示す図である。

[図8] 第1シート状部材の端部近傍の詳細を示す変形例1である。

[図9] 第1シート状部材の端部近傍の詳細を示す変形例2である。

[図10] 封止材の収縮量と温度の関係を示す図である。

[図11] (a) 本実施形態における電気回路体の断面模式図、(b) 比較例1の断面模式図、(c) 比較例2の断面模式図である。

[図12] 本実施形態におけるパワーモジュールの半透過平面図である。

[図13] 本実施形態におけるパワーモジュールの回路図である。

[図14] 電気回路体を用いた電力変換装置の回路図である。

[図15] 電力変換装置の外観斜視図である。

[図16] 図15に示す電力変換装置のXV-XV線の断面斜視図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。以下の記載および図面は、本発明を説明するための例示であって、説明の明確化のため、適宜、省略および簡略化がなされている。本発明は、他の種々の形態でも実施する事が可能である。特に限定しない限り、各構成要素は単数でも複数でも構わない。

[0010] 図面において示す各構成要素の位置、大きさ、形状、範囲などは、発明の理解を容易にするため、実際の位置、大きさ、形状、範囲などを表していない場合がある。このため、本発明は、必ずしも、図面に開示された位置、大きさ、形状、範囲などに限定されない。

[0011] 図1は、本実施形態による電気回路体400の平面図、図2は、電気回路体400の図1に示すX-X線の断面図である。図3は、電気回路体400の図1に示すY-Y線の断面図である。

[0012] 図1に示すように、電気回路体400は、3個のパワーモジュール300と冷却部材340よりなる。パワーモジュール300は、半導体素子を用い直流電流と交流電流とを変換する機能があり、通電により発熱する。このた

め、冷却部材340の中に冷媒を流通して冷却する構造としている。冷媒には、水や水にエチレングリコールを混入した不凍液等を用いる。なお、冷却部材340は、ピン状のフィンが冷却部材340のベース板に立設された構成であってもよい。冷却部材340は、熱伝導率が高く軽量なアルミ系が望ましい。冷却部材340は、押し出し成型や、鍛造、ろう付け等で作製する。

[0013] パワーモジュール300は、一方側に、直流回路のコンデンサモジュール500(後述の図14参照)に連結する正極側端子315Bおよび負極側端子319Bを備えている。

正極側端子315Bおよび負極側端子319Bの他方側には、交流回路のモータジェネレータ192、194(後述の図14参照)に連結する交流側端子320B等の大電流が流れるパワー端子を備えている。また、他方側には、下アームゲート信号端子325L、ミラーエミッタ信号端子325M、ケルビンエミッタ信号端子325K、上アームゲート信号端子325U、ミラーエミッタ信号端子325M、ケルビンエミッタ信号端子325K等のパワーモジュールの制御に用いる信号端子等を備えている。

[0014] 図2に示すように、上アーム回路を形成する第1パワー半導体素子として、能動素子155、ダイオード156を備える。能動素子155を構成する半導体材料としては、例えばSi、SiC、GaN、GaO、C等を用いることができる。能動素子155のボディダイオードを用いる場合は、ダイオード156を省略してもよい。能動素子155のコレクタ側およびダイオード156のカソード側は、第2導体板431に接合されている。能動素子155のエミッタ側およびダイオード156のアノード側には第1導体板430が接合されている。これらの接合には、はんだを用いてもよいし、焼結金属を用いてもよい。また、第1導体板430、第2導体板431は、電気伝導性と熱伝導率が高い材料であれば特に限定されないが、銅系又はアルミ系材料が望ましい。これらは、単独で用いてもよいが、はんだや、焼結金属との接合性を高めるためNiやAg等のめっきを施してもよい。第1導体板430は、絶縁距離

を確保するため第1パワー半導体素子155、156と接続する領域の外周に凹みを有する(詳細は後述の図4参照)。

[0015] 第1導体板430には、第1シート状部材440、さらに熱伝導部材453を介して冷却部材340が密着される。第1シート状部材440は、第1樹脂絶縁層442と金属箔444とを積層して構成され、金属箔444側が熱伝導部材453に密着される。

[0016] 第2導体板431には、第2シート状部材441、さらに熱伝導部材453を介して冷却部材340が密着される。第2シート状部材441は、第2樹脂絶縁層443と金属箔444とを積層して構成され、金属箔444側が熱伝導部材453に密着される。

[0017] 図3に示すように、下アーム回路を形成する第2パワー半導体素子として、能動素子157、ダイオード158(後述の図12、図13参照)を備える。なお、図3において、ダイオード158はX軸方向で能動素子157の奥側に配置されている。能動素子157のコレクタ側およびダイオード158のカソード側は、第4導体板433に接合されている。能動素子157のエミッタ側およびダイオード158のアノード側には第3導体板432が接合されている。

[0018] 詳細は後述するが、図2に示すように、第1シート状部材440および第2シート状部材441は、封止材360によって覆われた埋没部Cと、第1導体板430、第2導体板431の表面と重なる領域である放熱面部Aと、埋没部Cと放熱面部Aとの間の領域である余白部Bと、を有し、余白部Bは放熱面部Aよりも電気回路体400の内部(Z軸方向)に後退し、埋没部Cは余白部Bよりも電気回路体400の内部(Z軸方向)に後退している。

[0019] 図3に示すように、第1導体板430、第2導体板431、第3導体板432、第4導体板433は、電流を通電する役割の他に、第1パワー半導体素子155、156、第2パワー半導体素子157、158が発する熱を冷却部材340に伝熱する伝熱部材としての役割を果たしている。各導体板430、431、432、433と冷却部材340とは電位が異なるため、図

2に示すように、各導体板430、431、432、433と冷却部材340との間に第1樹脂絶縁層442を有する第1シート状部材440を介し、第2樹脂絶縁層443を有する第2シート状部材441を介する。各シート状部材440、441と冷却部材340との間には、接触熱抵抗を低減するため熱伝導部材453を有する。

[0020] 熱伝導部材453は、熱伝導率が高い材料であれば特に限定されないが、金属、セラミックス、炭素系材料等の高熱伝導材料を樹脂材料と組み合わせる用いることが好ましい。

これは、熱伝導部材453と冷却部材340との間、熱伝導部材453と各シート状部材440、441との間を樹脂材料が補填し、接触熱抵抗が低減するためである。

[0021] 第1パワー半導体素子155、156、第2パワー半導体素子157、158、各導体板430、431、432、433、各シート状部材440、441は、トランスファーモールド成型により封止材360で封止されている。各シート状部材440、441の第1樹脂絶縁層442、第2樹脂絶縁層443は、各導体板430、431、432、433との接着性を有するものであれば特に限定されないが、粉末状の無機充填剤を分散したエポキシ樹脂系樹脂絶縁層が望ましい。これは、接着性と放熱性のバランスが良いためである。各シート状部材440、441は、樹脂絶縁層単体でもよいが、熱伝導部材453と接する側に金属箔444を設けることが望ましい。トランスファーモールド成型工程において、各シート状部材440、441を金型に搭載する際、金型への接着を防ぐため、各シート状部材440、441と金型との接触面には、離型シート又は、金属箔444を設ける。離型シートは、熱伝導率が悪いいためトランスファーモールド後に剥離する工程が必要となるが、金属箔444の場合は、銅系や、アルミ系の熱伝導率の高い金属を選択することで、トランスファーモールド後に剥離することなく使用することができる。各シート状部材440、441を含めてトランスファーモールドする事で、各シート状部材440、441の端部が封止材360で被覆

されることで製品の信頼性が向上する効果がある。

[0022] 図4は、図1に示すX-X線におけるパワーモジュール300の断面斜視図であり、電気回路体400から冷却部材340を取り除いた状態を示す。図4に示すように、第1シート状部材440は、封止材360によって覆われた埋没部Cと、第1導体板430の表面と重なる領域である放熱面部Aと、埋没部Cと放熱面部Aとの間の領域である余白部Bと、を有し、余白部Bは放熱面部Aよりもパワーモジュール300の内部に後退し、埋没部Cは余白部Bよりもパワーモジュール300の内部に後退している。これにより、第1シート状部材440上に冷却部材340を密着した場合に、電気回路体400に反りが生じて、冷却部材340との間の密着性を確保し、放熱性が損なわれない。

[0023] 図5(a)～(c)、図6(d)～(f)は、電気回路体400の製造方法を示す断面図である。各図の左側に図1に示すX-X線における1パワーモジュール分の断面図を、右側に図1に示すY-Y線における1パワーモジュール分の断面図を示す。

[0024] 図5(a)は、はんだ接続工程及びワイヤボンディング工程を示す図である。第2導体板431に、第1パワー半導体素子である能動素子155のコレクタ側およびダイオード156のカソード側を接続し、能動素子155のゲート電極をワイヤボンディングで接続する。第1導体板430に能動素子155のエミッタ側およびダイオード156のアノード側を接続する。同様に、第4導体板433に、第2パワー半導体素子である能動素子157のコレクタ側およびダイオード158のカソード側を接続し、能動素子157のゲート電極をワイヤボンディングで接続する。第3導体板432に能動素子157のエミッタ側およびダイオード158のアノード側を接続する。

[0025] 図5(b)は、金型設置工程を示す図である。トランスファーモールド装置601は、スプリング602とシート状部材440、441を金型に真空吸着する。シート状部材440、441を金型に真空吸着するための真空脱気機構等は図示省略している。予め175℃の恒温状態に加熱した金型内に

、治具を用い位置合わせしたシート状部材４４０、４４１を真空吸着にて保持する。そこに、あらかじめ１７５℃に予熱した回路体３１０をシート状部材４４０、４４１から離間した状態の金型内に設置する。

[0026] 図５（ｃ）は、トランスファーモールド工程を示す図である。シート状部材４４０、４４１と回路体３１０とが離間した状態から、上下の金型を近接し、図示していない上下金型の周囲に設置したパッキンのみ接触させる。次に、金型のキャビティ内を真空排気する。所定の気圧以下になるよう真空排気が完了すると、パッキンを更に押しつぶすように、上下の金型を完全に締め付ける。この時、シート状部材４４０、４４１と回路体３１０は接触する。真空状態で、シート状部材４４０、４４１と回路体３１０とが接触し、スプリング６０２による加圧力で密着するため、ボイドを巻き込まず密着することができる。

[0027] 次に、封止材３６０を金型のキャビティ内に注入する。トランスファーモールドに用いる金型は、放熱面部Ａおよび余白部Ｂは同一面であり内部に後退しておらず、埋没部Ｃは放熱面部Ａおよび余白部Ｂよりも内部に後退する形状である。すなわち、この工程において、埋没部Ｃは、放熱面部Ａおよび余白部Ｂよりも内部に後退して、封止材３６０で封止する。換言すれば、放熱面部Ａおよび余白部Ｂは同一面であり内部に後退しておらず、埋没部Ｃが内部に後退して封止する。

[0028] 図６（ｄ）は、硬化工程を示す図である。トランスファーモールド装置６０１から封止材３６０で封止したパワーモジュール３００を取り出し、常温で冷却し、２時間以上の硬化を行う。これにより、封止材３６０の硬化収縮及び冷却収縮によって余白部Ｂは放熱面部Ａよりパワーモジュール３００の内部に後退する。埋没部Ｃは余白部Ｂよりパワーモジュール３００の内部に後退している。特に、パワーモジュール３００は、Ｘ軸方向の一方側に、コンデンサモジュール５００（後述の図１４参照）に連結する正極側端子３１５Ｂおよび負極側端子３１９Ｂを備え、他方側には、交流回路のモータジェネレータ１９２、１９４（後述の図１４参照）に連結する交流側端子３２０Ｂ等

のパワー端子を備えている。このため、パワーモジュール300のX軸方向の両端において封止材360の量が多くなり、封止材360の硬化収縮及び冷却収縮によって余白部Bを放熱面部Aよりパワーモジュール300の内部に後退させる効果がより顕著である。

[0029] 図6(e)は、冷却部材340の設置工程を示す図である。パワーモジュール300の両面に熱伝導部材453を介して冷却部材340を押し当てる。これにより、冷却部材340は、熱伝導部材453を介して第1シート状部材440、第2シート状部材441に密着される。

図6(f)は、以上の工程により製造された電気回路体400を示す図である。このようにして、パワーモジュール300の両面に冷却部材340が設置されて電気回路体400が製造される。

[0030] 図7は、図5(c)に示したトランスファーモールド工程における第1シート状部材440の端部近傍を示す図である。図7において、第1シート状部材440は破線で示した。第1シート状部材440は第1導体板430上でトランスファーモールド装置601によって押圧されている。そして、封止材360で封止される。

[0031] シート状部材440の埋没部Cは余白部Bよりも内部に後退しているので、埋没部Cにおいてシート状部材440の端部が封止材360に被覆される。そして、埋没部Cにおいてシート状部材440と金型との間に封止材360や封止材360の樹脂成分からなる樹脂バリが余白部Bに流入していくのを止める。

[0032] シート状部材440はトランスファーモールド装置601の金型に真空吸着しているが、その吸着力は、封止材360を注入する成型圧力 P_a に比べると遥かに小さい。また、封止材360を注入する金型内部が真空成型のため排気されると、吸着力がさらに弱くなる。このため、シート状部材440とトランスファーモールド装置601の金型の間には、封止材360や、封止材360中の樹脂成分からなる樹脂バリがシート状部材440の外周部（端部）440-1から流入する。この時、シート状部材440の外周部（端

部) 440-1 より少し内側に、凸部601-1が生じるよう金型が加工されていると、この凸部601-1で封止材360や樹脂バリがストップする。

[0033] 凸部601-1で封止材360や樹脂バリがストップする原理について述べる。図7に示すように、封止材360が金型に流入する過程において、まず、流動する封止材360により生じる成型圧力 P_a がシート状部材440を金型に押し付け、その後、金型内部がほぼ封止材360で充填された後、これまでより一段大きい最終的な成型圧力 P_a が封止材360に静水圧として加わる。この時、微小な隙間にも封止材360が流入し、シート状部材440の外周部(端部)440-1からシート状部材440と金型の狭い隙間に封止材360や樹脂バリが流入する。しかし、隙間は狭いので封止材360が流入する圧力 P_b に損失が生じる。シート状部材440と金型の隙間に封止材360が流入した先に、凸部601-1があると、シート状部材440と金型の狭い隙間に封止材360が流入しようとする圧力 P_b が、シート状部材440を金型に押し付けようとする成型圧力 P_a と対抗する方向に作用する。この時、シート状部材440を金型に押し付けようとする成型圧力 P_a の方が、狭い隙間を流動するため圧力 P_b より高いため、凸部601-1でシート状部材440と金型との間に流入する封止材360がストップする。特に直角に近い凸部601-1がごく一部でもあると、シート状部材440を金型に押し付けようとする成型圧力 P_a がシート状部材440と金型の狭い隙間に封止材360が流入しようとする圧力 P_b と完全に拮抗するため、封止材360や樹脂バリをストップする上で極めて効果的に作用する。このようにして、埋没部Cではシート状部材440の外周部(端部)440-1が封止材360や樹脂バリにより被覆される。

[0034] そして、図6(d)に示した硬化工程により、余白部Bは放熱面部Aよりも内部に後退し、また、埋没部Cは余白部Bよりも内部に後退しているので、詳細は後述するように電気回路体400に反りが生じても高い面圧で放熱面部Aを冷却部材340に押し付けることができる。

[0035] 図8は、変形例1であり、第1シート状部材440の端部近傍の詳細を示す図である。

図8において、第1シート状部材440は破線で示した。第1シート状部材440は第1導体板430と冷却部材340の間に配置されている。そして、図6(d)に示した硬化工程により、余白部Bは放熱面部Aよりも内部に後退し、また、埋没部Cは余白部Bよりも内部に後退している。この変形例1では、硬化工程により余白部Bが放熱面部Aより急激に内部に後退した例を示すが、このような形状であってもよい。

[0036] 図9は、変形例2であり、第1シート状部材440の端部近傍の詳細を示す図である。

図9において、第1シート状部材440は破線で示した。第1シート状部材440は第1導体板430と冷却部材340の間に配置されている。そして、図6(d)に示した硬化工程により、余白部Bは放熱面部Aよりも内部に後退し、また、埋没部Cは余白部Bよりも内部に後退している。この変形例2では、硬化工程により余白部Bが放熱面部Aから離れるに従って徐々に内部に後退した例を示すが、このような形状であってもよい。

[0037] また、変形例1、変形例2の他に、余白部Bは放熱面部Aよりも内部に後退し、また、埋没部Cは余白部Bよりも内部に後退していればよく、例えば、図示省略するが、余白部Bに溝を形成してもよい。

[0038] 図10は、封止材360の収縮量と温度の関係を示す図である。横軸に温度を、縦軸に収縮量を示す。

[0039] 例えば温度が175℃のTmoldにおいてトランスファーモールド装置601の金型内に封止材360を注入する。注入直後の寸法を基準にパワーモジュール300の構成部材のZ軸方向の収縮に注目する。パワーモジュール300の能動素子155、157のエミッタ側からコレクタ側に向かって構成部材を見ていくと、第1シート状部材440、第1導体板430および第3導体板432、はんだ、第1パワー半導体素子155、156および第2パワー半導体素子157、158、はんだ、第2導体板431および第4導体板

4 3 3、第2シート状部材4 4 1となる。各シート状部材4 4 0、4 4 1は、厚さ100umから500umの樹脂絶縁層と、厚さ30umから200umの金属箔とを積層して構成される。各導体板4 3 0、4 3 1は厚さ1mmから5mmの銅系材料から構成される。はんだは厚さ50umから200umのスズ系材料から構成される。第1パワー半導体素子1 5 5、1 5 6および第2パワー半導体素子1 5 7、1 5 8は厚さ80umから200umのシリコン系材料から構成される。

[0040] 様々な材料から構成されているが、本実施形態では、これらの各構成部材のZ軸方向の収縮量を、最も厚い構成材料である銅系材料を代表し、純銅の熱収縮量で近似して説明する。封止材3 6 0は、トランスファーモールド装置6 0 1の金型内に注入された後、硬化反応の進行により硬化収縮する。硬化収縮量は、封止材3 6 0の組成によって変化する。

硬化反応するエポキシ樹脂成分の割合と、硬化反応しないその他の充填剤の割合により変化し、エポキシ樹脂成分の割合が多い程、硬化収縮量は大きくなる。エポキシ樹脂成分の割合が同じでも、エポキシ樹脂成分中に占める反応性成分であるエポキシ基の割合が大きい程硬化収縮量は大きくなる。トランスファーモールド装置6 0 1の金型から取り出されたパワーモジュール3 0 0は、常温に冷却される。

[0041] 図1 0に示す封止材 α 、 γ のように、夫々、ガラス転移温度 α_t 、 γ_t が T_{mold} より低い場合は、ガラス転移温度 α_t 、 γ_t までは大きな収縮量で収縮し、ガラス転移温度 α_t 、 γ_t より温度が低くなるとこれより小さい収縮量で収縮する。

[0042] 図1 0に示す封止材 β のように、ガラス転移温度が T_{mold} より高い場合は、一定の収縮量で収縮する。 T_1 はパワーモジュール3 0 0の使用環境温度の最小値、 T_2 は使用環境温度の最大値で、例えば T_1 は -40°C 、 T_2 は 125°C となる。この温度域において、収縮量が銅Cuより大きい場合、つまり、封止材3 6 0の収縮量が図1 0に示すハッチング領域Hに入っている場合、使用温度域 T_1-T_2 で、余白部Bは放熱面部Aよりも内部に後退する。封止材 β 、 γ がこれに該当し、本実施形態で用いる封止材3 6 0となる。封止材 β は、例えば、

多官能エポキシ樹脂（シリカフィラ 66 体積%）である。封止材 γ は、例えば、ノボラック型エポキシ樹脂（シリカフィラ 66 体積%）である。封止材 α は、放熱面部 A が余白部 B より内部に後退するため本実施形態で用いる封止材 360 に該当しない。

[0043] 封止材 360 と Cu の収縮量の差は、Z 軸方向では電気回路体 400 の内部に後退する。

すなわち、封止材 360 は、第 1 導体板 430、第 2 導体板 431、第 3 導体板 432 および第 4 導体板 433 より温度に対する収縮量が大きい。このため、通常の使用温度域で、余白部 B、埋没部 C は放熱面部 A よりも電気回路体 400 の内部に後退する。

また、封止材 360 と Cu の収縮量の差は、X-Y 方向では反りとなる。一般に、電気回路体 400 は、通常コレクタ側の第 2 導体板 431 および第 4 導体板 433 の方が、エミッタ側の第 1 導体板 430 および第 3 導体板 432 よりも体積が大きくなる。封止材 360 の収縮量が Cu より大きい場合、Cu より封止材 360 の方がより収縮する。コレクタ側とエミッタ側で比較すると、封止材 360 の占める割合が大きいエミッタ側がコレクタ側より収縮するため、エミッタ側が凹となる反りが発生する。

[0044] 冷却部材 340 が片面にある片面冷却構造の電気回路体 400 の場合、エミッタ側が凹となっても、コレクタ側から放熱するため問題が生じる可能性は少ない。冷却部材 340 が両面にある両面冷却構造の電気回路体 400 の場合、エミッタ側が凹となる反りが発生することで、エミッタ側において放熱面部 A と冷却部材 340 が接する距離が大きくなり放熱性が低下する虞がある。

[0045] 図 11 (a) は、本実施形態における電気回路体 400 の断面模式図、図 11 (b) は、比較例 1 の断面模式図、図 11 (c) は、比較例 2 の断面模式図である。いずれも、エミッタ側が凹となる反り Q が発生した場合を示している。

[0046] 図 11 (a) に示すように、本実施形態では、余白部 B は放熱面部 A より

も内部に後退し、埋没部Cは余白部Bよりも内部に後退しているので、電気回路体400に反りQが生じて、封止材360の端部が冷却部材340に当接することなく、放熱面部Aは、冷却部材340に密着している。このため放熱性に優れる効果がある。特に、電気回路体400の反りQは、電気回路体400のX軸方向において顕著であるが、電気回路体400のX軸方向の両端において封止材360の量が多くなり、封止材360の硬化収縮及び冷却収縮によって余白部Bを放熱面部Aよりパワーモジュール300の内部に後退させる効果がある。

[0047] 一方、図11(b)に示すように、比較例1では、余白部B、埋没部Cは、放熱面部Aよりも内部に後退していない。このため、電気回路体400に反りQが生じた場合に、封止材360の端部が冷却部材340に当接し、このため、冷却部材340と放熱面部Aとの距離が離されて放熱性が悪くなる。

[0048] また、図11(c)に示すように、比較例2では、埋没部Cは、余白部Bよりも内部に後退しているが、余白部Bは、放熱面部Aよりも内部に後退していない。このため、電気回路体400に反りQが生じた場合に、余白部Bの端部付近の封止材360が冷却部材340に当接し、このため、冷却部材340と放熱面部Aとの間に隙間が生じ放熱性が悪くなる。

[0049] 図12は、本実施形態におけるパワーモジュール300の半透過平面図である。図13は、本実施形態におけるパワーモジュール300の回路図である。

図12、図13に示すように、正極側端子315Bは、上アーム回路のコレクタ側から出力しており、バッテリー又はコンデンサの正極側に接続される。上アームゲート信号端子325Uは、上アーム回路の能動素子155のゲート及びエミッタセンスから出力している。負極側端子319Bは、下アーム回路のエミッタ側から出力しており、バッテリー若しくはコンデンサの負極側、又はGNDに接続される。下アームゲート信号端子325Lは、下アーム回路の能動素子157のゲート及びエミッタセンスから出力している。交

流側端子 320B は、下アーム回路のコレクタ側から出力しており、モータに接続される。中性点接地をする場合は、下アーム回路は、GND でなくコンデンサの負極側に接続する。

[0050] また、第 1 パワー半導体素子（上アーム回路）の能動素子 155 およびダイオード 156 の上下に第 1 導体板（上アーム回路エミッタ側）430、第 2 導体板（上アーム回路コレクタ側）431 が配置される。第 2 パワー半導体素子（下アーム回路）の能動素子 157 およびダイオード 158 の上下に第 3 導体板（下アーム回路エミッタ側）432、第 4 導体板（下アーム回路コレクタ側）433 が配置される。

[0051] 本実施形態のパワーモジュール 300 は、上アーム回路及び下アーム回路の 2 つのアーム回路を、1 つのモジュールに一体化した構造である 2 in 1 構造である。この他に、複数の上アーム回路及び下アーム回路を、1 つのモジュールに一体化した構造を用いてもよい。この場合は、パワーモジュール 300 からの出力端子の数を低減し小型化することができる。

[0052] 図 14 は、電気回路体 400 を用いた電力変換装置 200 の回路図である。

電力変換装置 200 は、インバータ回路 140、142 と、補機用のインバータ回路 43 と、コンデンサモジュール 500 とを備えている。インバータ回路 140 及び 142 は、パワーモジュール 300 を複数個備えた電気回路体 400（図示省略）により構成されており、それらを接続することにより三相ブリッジ回路を構成している。電流容量が大きい場合には、更にパワーモジュール 300 を並列接続し、これら並列接続を三相インバータ回路の各相に対応して行うことにより、電流容量の増大に対応できる。また、パワーモジュール 300 に内蔵しているパワー半導体素子である能動素子 155、157 やダイオード 156、158 を並列接続することでも電流容量の増大に対応できる。

[0053] インバータ回路 140 とインバータ回路 142 とは、基本的な回路構成は同じであり、制御方法や動作も基本的には同じである。インバータ回路 14

0等の回路的な動作の概要は周知であるため、ここでは詳細な説明を省略する。

[0054] 上述のように、上アーム回路は、スイッチング用のパワー半導体素子として上アーム用の能動素子155と上アーム用のダイオード156とを備えており、下アーム回路は、スイッチング用のパワー半導体素子として下アーム用の能動素子157と下アーム用のダイオード158とを備えている。能動素子155、157は、ドライバ回路174を構成する2つのドライバ回路の一方あるいは他方から出力された駆動信号を受けてスイッチング動作し、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。

[0055] 上述したように、上アーム用の能動素子155および下アーム用の能動素子157は、コレクタ電極、エミッタ電極、ゲート電極を備えている。上アーム用のダイオード156および下アーム用のダイオード158は、カソード電極およびアノード電極の2つの電極を備えている。図13に示すように、ダイオード156、158のカソード電極が能動素子155、157のコレクタ電極に、アノード電極が能動素子155、157のエミッタ電極にそれぞれ電氣的に接続されている。これにより、上アーム用の能動素子155および下アーム用の能動素子157のエミッタ電極からコレクタ電極に向かう電流の流れが順方向となっている。

[0056] なお、能動素子としてはMOSFET（金属酸化物半導体型電界効果トランジスタ）を用いても良く、この場合は、上アーム用のダイオード156、下アーム用のダイオード158は不要となる。

[0057] 各上・下アーム直列回路の正極側端子315Bと負極側端子319Bとはコンデンサモジュール500のコンデンサ接続用の直流端子362A、362Bにそれぞれ接続されている。上アーム回路と下アーム回路の接続部にはそれぞれ交流電力が発生し、各上・下アーム直列回路の上アーム回路と下アーム回路の接続部は各パワーモジュール300の交流側端子320Bに接続されている。各相の各パワーモジュール300の交流側端子320Bはそれぞれ電力変換装置200の交流出力端子に接続され、発生した交流電力はモ

ータジェネレータ１９２または１９４の固定子巻線に供給される。

[0058] 制御回路１７２は、車両側の制御装置やセンサ（例えば、電流センサ１８０）などからの入力情報に基づいて、上アーム用の能動素子１５５、下アームの能動素子１５７のスイッチングタイミングを制御するためのタイミング信号を生成する。ドライバ回路１７４は、制御回路１７２から出力されたタイミング信号に基づいて、上アーム用の能動素子１５５、下アーム用の能動素子１５７をスイッチング動作させるための駆動信号を生成する。

なお、１８１、１８２、１８８はコネクタである。

[0059] 上・下アーム直列回路は、不図示の温度センサを含み、上・下アーム直列回路の温度情報が制御回路１７２に入力される。また、制御回路１７２には上・下アーム直列回路の直流正極側の電圧情報が入力される。制御回路１７２は、それらの情報に基づいて過温度検知および過電圧検知を行い、過温度或いは過電圧が検知された場合には全ての上アーム用の能動素子１５５、下アーム用の能動素子１５７のスイッチング動作を停止させ、上・下アーム直列回路を過温度或いは過電圧から保護する。

[0060] 図１５は、図１４に示す電力変換装置２００の外観斜視図であり、図１６は、図１５に示す電力変換装置２００のXV-XV線の断面斜視図である。

図１５に示すように、電力変換装置２００は、下部ケース１１および上部ケース１０により構成され、ほぼ直方体形状に形成された筐体１２を備えている。筐体１２の内部には、電気回路体４００、コンデンサモジュール５００等が収容されている。電気回路体４００は冷却流路を有しており、筐体１２の一側面からは、冷却流路に連通する冷却水流入管１３および冷却水流出管１４が突出している。下部ケース１１は、上部側（Ｚ方向）が開口され、上部ケース１０は、下部ケース１１の開口を塞いで下部ケース１１に取り付けられている。上部ケース１０と下部ケース１１とは、アルミニウム合金等により形成され、外部に対して密封して固定される。上部ケース１０と下部ケース１１とを一体化して構成してもよい。筐体１２を、単純な直方体形状としたことで、車両等への取り付けが容易となり、また、生産性も向上する

。

[0061] 筐体 12 の長手方向の一側面に、コネクタ 17 が取り付けられており、このコネクタ 17 には、交流ターミナル 18 が接続されている。また、冷却水流入管 13 および冷却水流出管 14 が導出された面には、コネクタ 21 が設けられている。

[0062] 図 16 に示すように、筐体 12 内には、電気回路体 400 が収容されている。電気回路体 400 の上方には、制御回路 172 およびドライバ回路 174 が配置され、電気回路体 400 の直流端子側には、コンデンサモジュール 500 が収容されている。コンデンサモジュールを電気回路体 400 と同一高さに配置することで、電力変換装置 200 を薄型化でき、車両への設置自由度が向上する。電気回路体 400 の交流側端子 320B は、電流センサ 180 を貫通してバスバーに接合されている。また、電気回路体 400 の直流端子である正極側端子 315B および負極側端子 319B は、それぞれ、コンデンサモジュール 500 の正・負極端子（図 13 の直流端子 362A、362B）に接合される。

[0063] 以上説明した実施形態によれば、次の作用効果が得られる。

（１）電気回路体 400 は、パワー半導体素子 155 と、パワー半導体素子 155 の一方の面に接続される第 1 導体板 430 と、第 1 樹脂絶縁層 442 を有し、第 1 導体板 430 の表面を少なくとも覆う第 1 シート状部材 440 と、パワー半導体素子 155、第 1 導体板 430、および第 1 シート状部材 440 の端部を封止する封止材 360 と、第 1 シート状部材 440 に密着する第 1 冷却部材 340 とを備え、第 1 シート状部材 440 は、第 1 シート状部材 440 の端部が封止材 360 によって覆われた埋没部 C と、第 1 導体板 430 の表面と重なる領域である放熱面部 A と、埋没部 C と放熱面部 A との間の領域である余白部 B と、を有し、余白部 B は放熱面部 A よりも内部に後退し、埋没部 C は余白部 B よりも内部に後退している。これにより、電気回路体に反りが生じて、冷却部材との間の密着性を確保し、放熱性が損なわれない。

[0064] (2) 電気回路体400の製造方法は、パワー半導体素子155と、パワー半導体素子155の一方の面に接続される第1導体板430と、第1樹脂絶縁層442を有し、第1導体板430の表面を少なくとも覆う第1シート状部材440とを封止材360で封止する工程であって、第1シート状部材440は、第1シート状部材440の端部が封止材360によって覆われる埋没部Cと、第1導体板430の表面と重なる領域である放熱面部Aと、埋没部Cと放熱面部Aとの間の領域である余白部Bと、を有し、埋没部Cを、放熱面部Aおよび余白部Bよりも内部に後退して、封止材360で封止する第1工程と、封止材360を硬化収縮させ、余白部Bを放熱面部Aより内部に後退させる第2工程と、冷却部材340を第1シート状部材440に密着する第3工程と、よりなる。これにより、電気回路体に反りが生じて、冷却部材との間の密着性を確保し、放熱性が損なわれない。

[0065] 本発明は、上記の実施形態に限定されるものではなく、本発明の特徴を損なわない限り、本発明の技術思想の範囲内で考えられるその他の形態についても、本発明の範囲内に含まれる。

符号の説明

[0066] 10・・・上部ケース、11・・・下部ケース、13・・・冷却水流入管、14・・・冷却水流出管、17・・・コネクタ、18・・・交流ターミナル、21・・・コネクタ、43、140、142・・・インバータ回路、155・・・第1パワー半導体素子（上アーム回路能動素子）、156・・・第1パワー半導体素子（上アーム回路ダイオード）、157・・・第2パワー半導体素子（下アーム回路能動素子）、158・・・第2パワー半導体素子（下アーム回路ダイオード）、172・・・制御回路、174・・・ドライバ回路、180・・・電流センサ、181、182、188・・・コネクタ、192、194・・・モータジェネレータ、200・・・電力変換装置、300・・・パワーモジュール、310・・・回路体、315B・・・正極側端子、319B・・・負極側端子、320B・・・交流側端子、325K・・・ケルビンエミッタ信号端子、325L・・・下アームゲート信号端

子、325M・・・ミラーエミッタ信号端子、325U・・・上アームゲート信号端子、340・・・冷却部材、360・・・封止材、400・・・電気回路体、430・・・第1導体板（上アーム回路エミッタ側）、431・・・第2導体板（上アーム回路コレクタ側）、432・・・第3導体板（下アーム回路エミッタ側）、433・・・第4導体板（下アーム回路コレクタ側）、440・・・第1シート状部材（エミッタ側）、441・・・第2シート状部材（コレクタ側）、442・・・第1樹脂絶縁層（エミッタ側）、443・・・第2樹脂絶縁層（コレクタ側）、444・・・金属箔、453・・・熱伝導部材、500・・・コンデンサモジュール、601・・・トランスファーマールド装置、602・・・スプリング、A・・・放熱面部、B・・・余白部、C・・・埋没部。

請求の範囲

[請求項1] パワー半導体素子と、前記パワー半導体素子の一方の面に接続される第1導体板と、第1樹脂絶縁層を有し、前記第1導体板の表面を少なくとも覆う第1シート状部材と、前記パワー半導体素子、前記第1導体板、および前記第1シート状部材の端部を封止する封止材と、前記第1シート状部材に密着する第1冷却部材とを備え、

前記第1シート状部材は、前記第1シート状部材の前記端部が前記封止材によって覆われた埋没部と、前記第1導体板の表面と重なる領域である放熱面部と、前記埋没部と前記放熱面部との間の領域である余白部と、を有し、前記余白部は前記放熱面部よりも内部に後退し、前記埋没部は前記余白部よりも内部に後退している電気回路体。

[請求項2] 請求項1に記載の電気回路体において、

前記パワー半導体素子の他方の面に接続される第2導体板と、第2樹脂絶縁層を有し、前記第2導体板の表面を少なくとも覆う第2シート状部材と、前記第2シート状部材に密着する第2冷却部材とを備え、

前記封止材は、前記第2導体板、および前記第2シート状部材の端部を封止し、

前記第2シート状部材は、前記第2シート状部材の前記端部が前記封止材によって覆われた埋没部と、前記第2導体板の表面と重なる領域である放熱面部と、前記埋没部と前記放熱面部との間の領域である余白部と、を有し、前記余白部は前記放熱面部よりも内部に後退し、前記埋没部は前記余白部よりも内部に後退している電気回路体。

[請求項3] 請求項1に記載の電気回路体において、

前記第1シート状部材は、前記第1樹脂絶縁層と、第1金属箔とを積層してなり、

前記第1冷却部材は、前記第1金属箔を介して前記第1シート状部材の前記放熱面部と密着する電気回路体。

- [請求項4] 請求項2に記載の電気回路体において、
前記第2シート状部材は、前記第2樹脂絶縁層と、第2金属箔とを積層してなり、
前記第2冷却部材は、前記第2金属箔を介して前記第2シート状部材の前記放熱面部と密着する電気回路体。
- [請求項5] 請求項1に記載の電気回路体において、
前記第1冷却部材は、熱伝導部材を介して前記第1シート状部材と密着する電気回路体。
- [請求項6] 請求項2に記載の電気回路体において、
前記第2冷却部材は、熱伝導部材を介して前記第2シート状部材と密着する電気回路体。
- [請求項7] 請求項1または請求項3に記載の電気回路体において、
前記封止材は、前記第1導体板より温度に対する収縮量が大きい電気回路体。
- [請求項8] 請求項2または請求項4に記載の電気回路体において、
前記封止材は、前記第2導体板より温度に対する収縮量が大きい電気回路体。
- [請求項9] 請求項1または請求項2に記載の電気回路体において、
前記パワー半導体素子より導出され、コンデンサに接続される第1端子と、
前記第1端子とは反対側に前記パワー半導体素子より導出され、モータに接続される第2端子とを備えた電気回路体。
- [請求項10] 請求項1から請求項9までのいずれか一項に記載の電気回路体により構成され、直流電力を交流電力に変換する電力変換装置。
- [請求項11] パワー半導体素子と、前記パワー半導体素子の一方の面に接続される第1導体板と、第1樹脂絶縁層を有し、前記第1導体板の表面を少なくとも覆う第1シート状部材とを封止材で封止する工程であって、前記第1シート状部材は、前記第1シート状部材の端部が前記封止材

によって覆われる埋没部と、前記第 1 導体板の表面と重なる領域である放熱面部と、前記埋没部と前記放熱面部との間の領域である余白部と、を有し、前記埋没部を、前記放熱面部および前記余白部よりも内部に後退して、前記封止材で封止する第 1 工程と、

前記封止材を硬化収縮させ、前記余白部を前記放熱面部より内部に後退させる第 2 工程と、

冷却部材を前記第 1 シート状部材に密着する第 3 工程と、
よりなる電気回路体の製造方法。

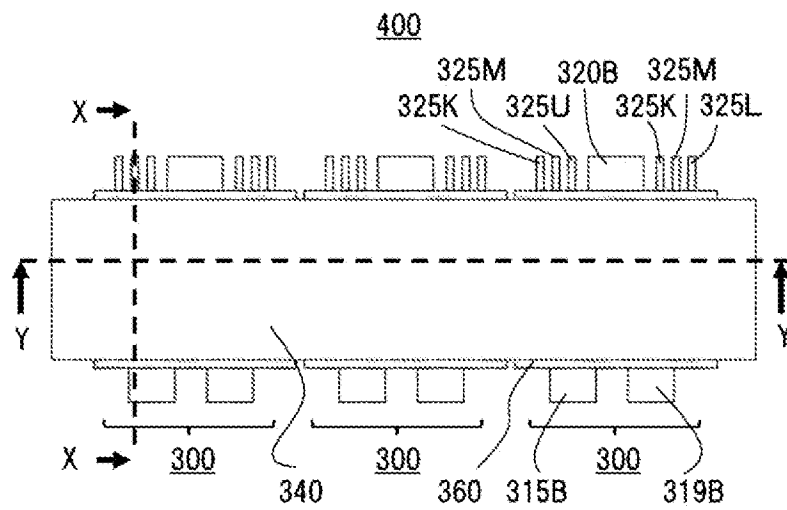
[請求項12]

請求項 1 1 に記載の電気回路体の製造方法において、

前記第 3 工程は、熱伝導部材を介して前記冷却部材を前記第 1 シート状部材へ密着する工程を含む電気回路体の製造方法。

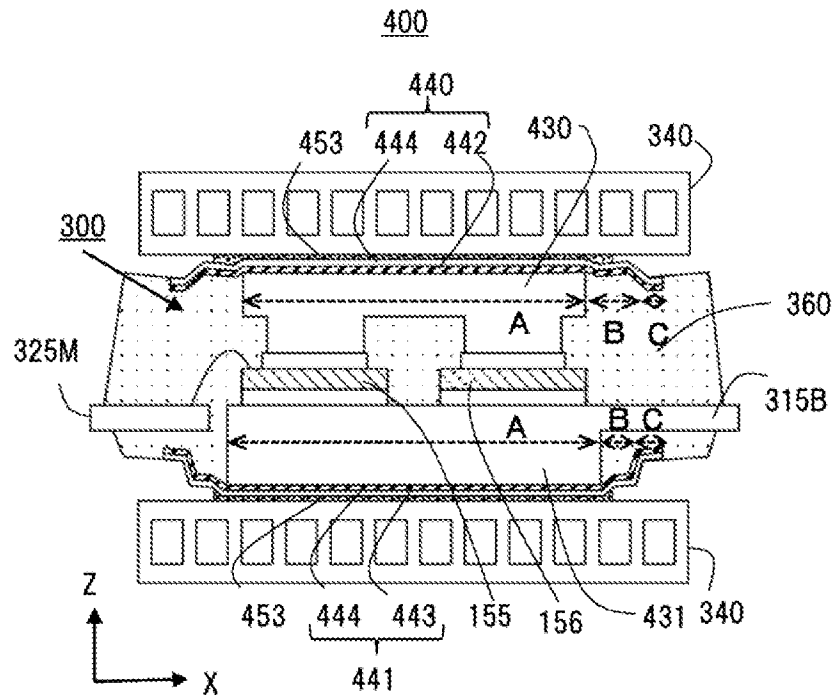
[図1]

図1



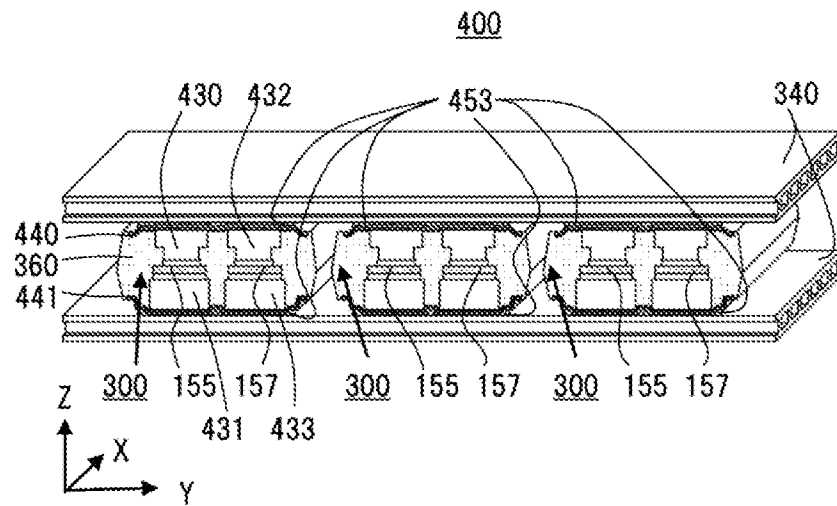
[図2]

图2



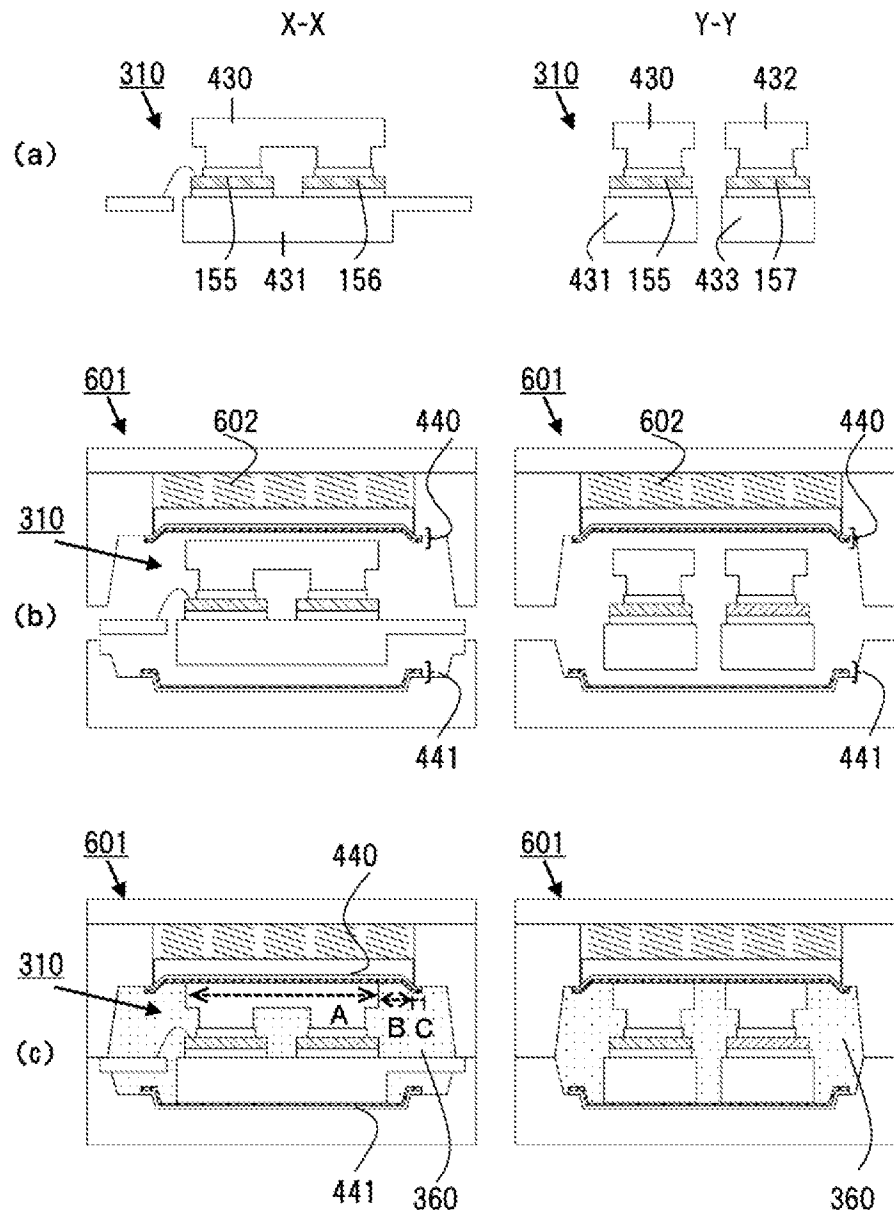
[図3]

図3



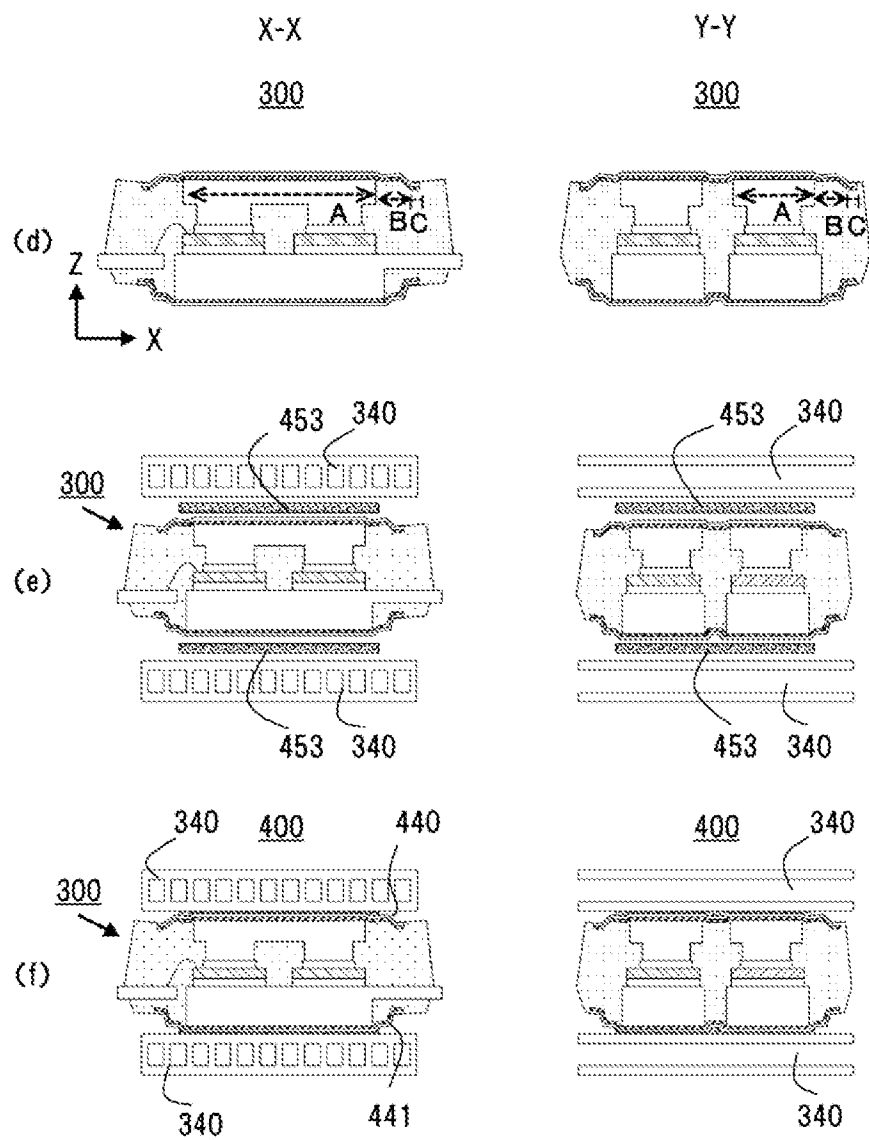
[図5]

図5



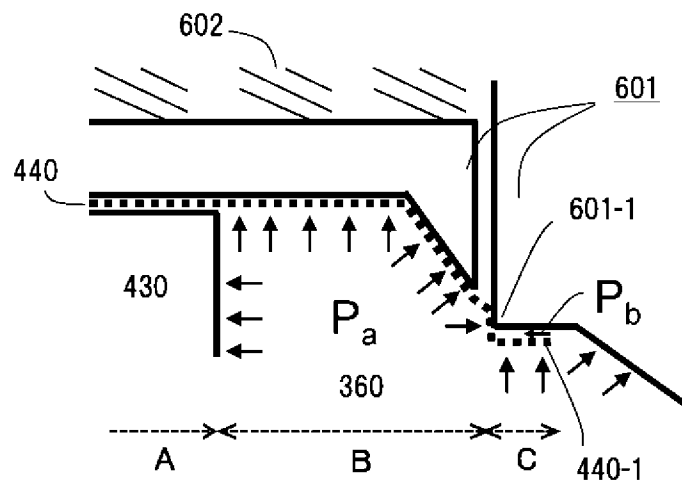
[図6]

図6

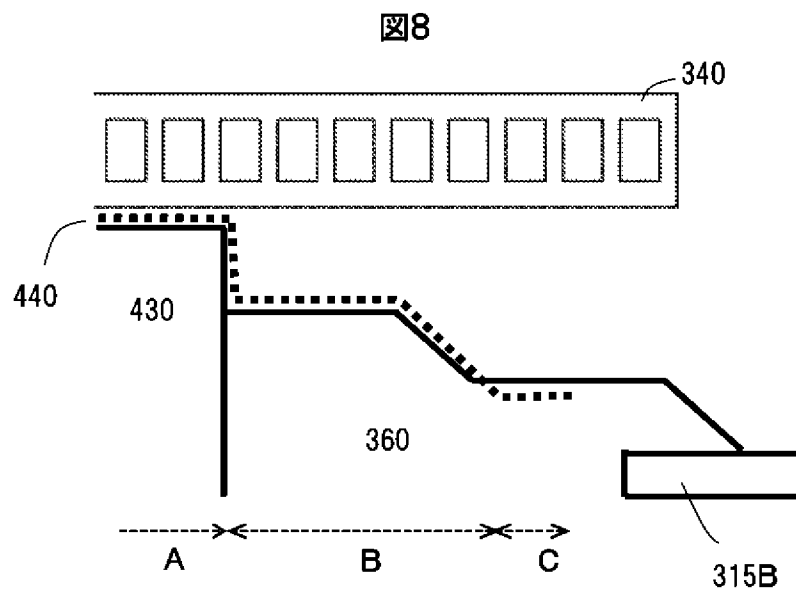


[図7]

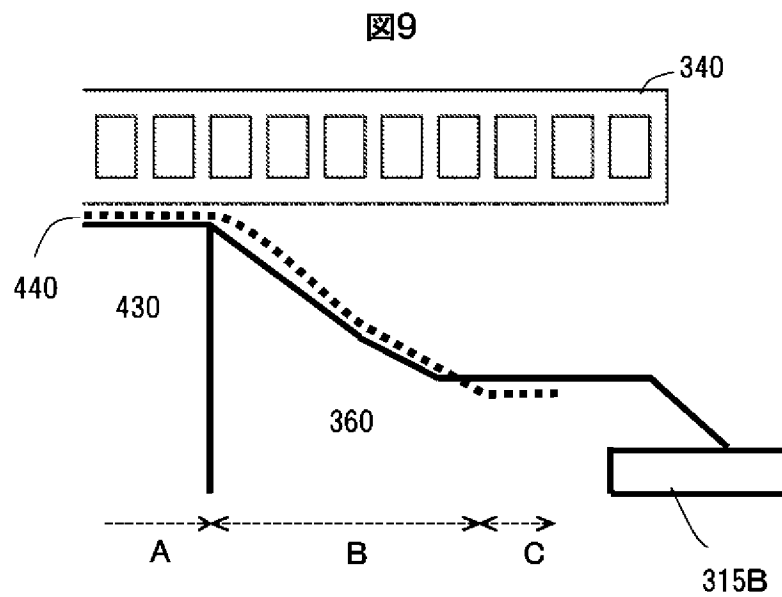
図7



[図8]

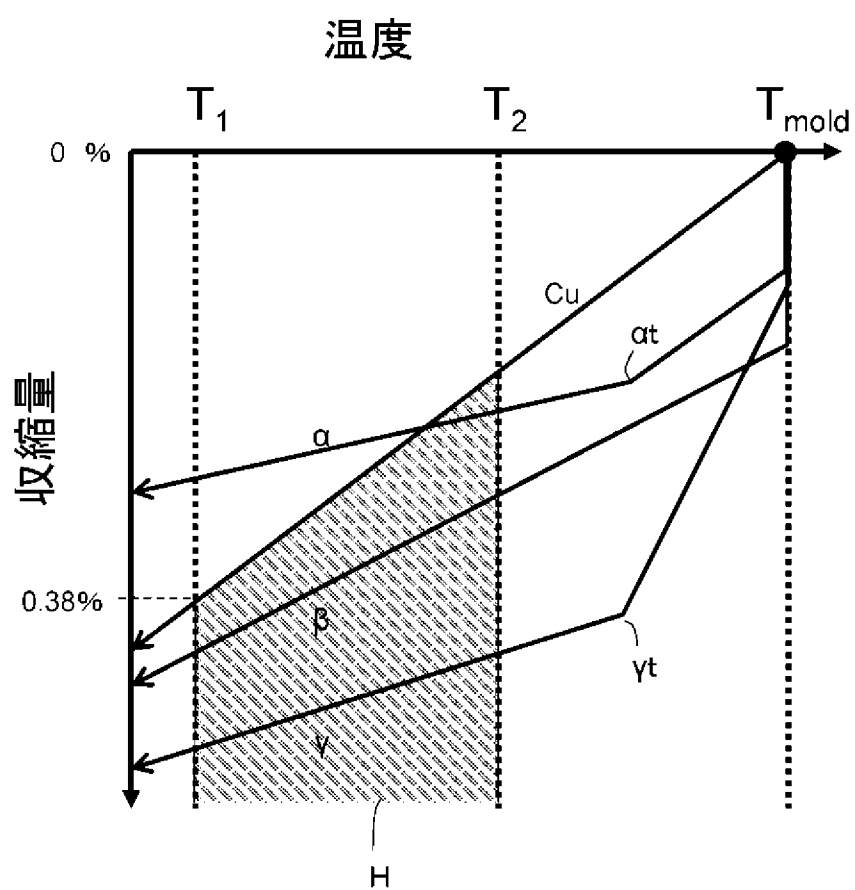


[図9]



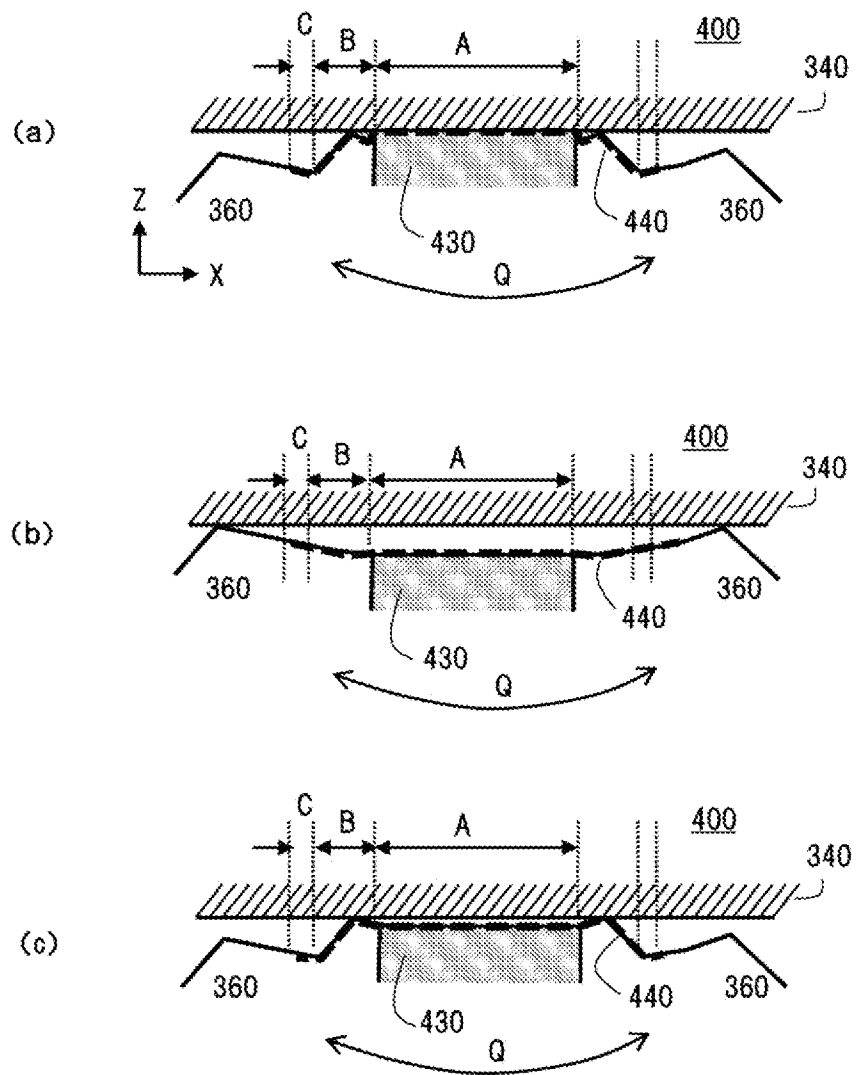
[図10]

図10



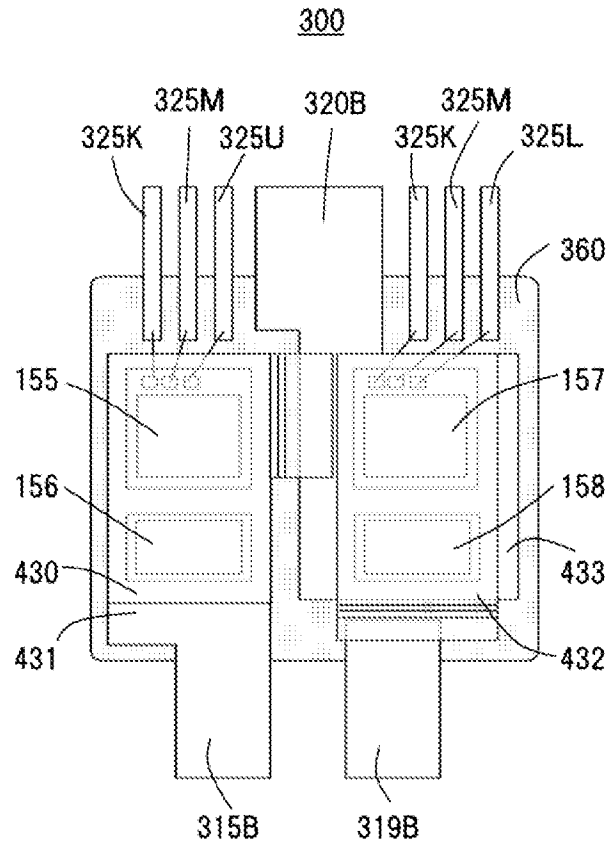
[図11]

図11



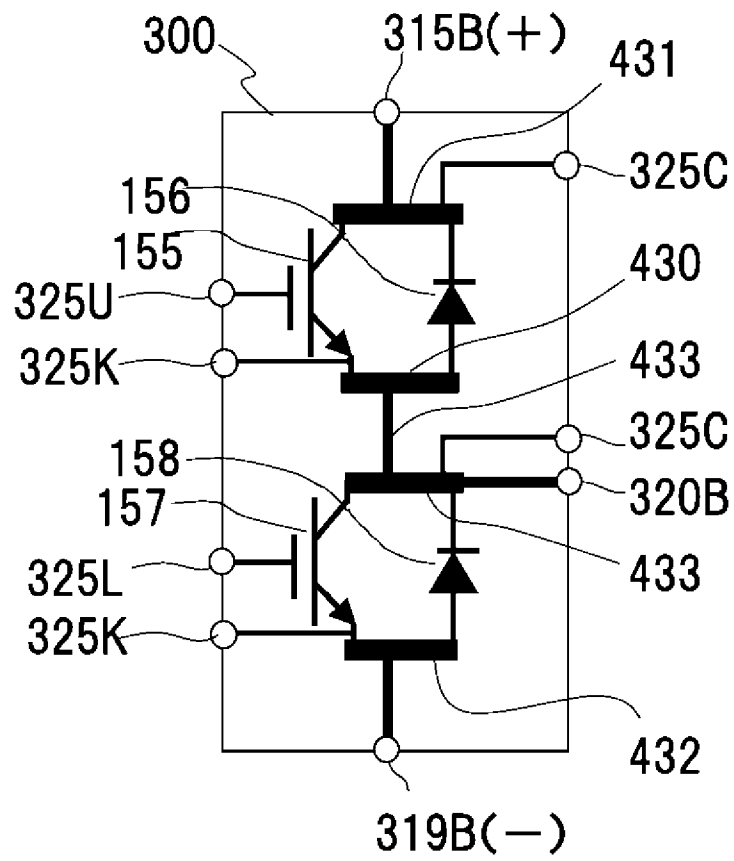
[図12]

図12



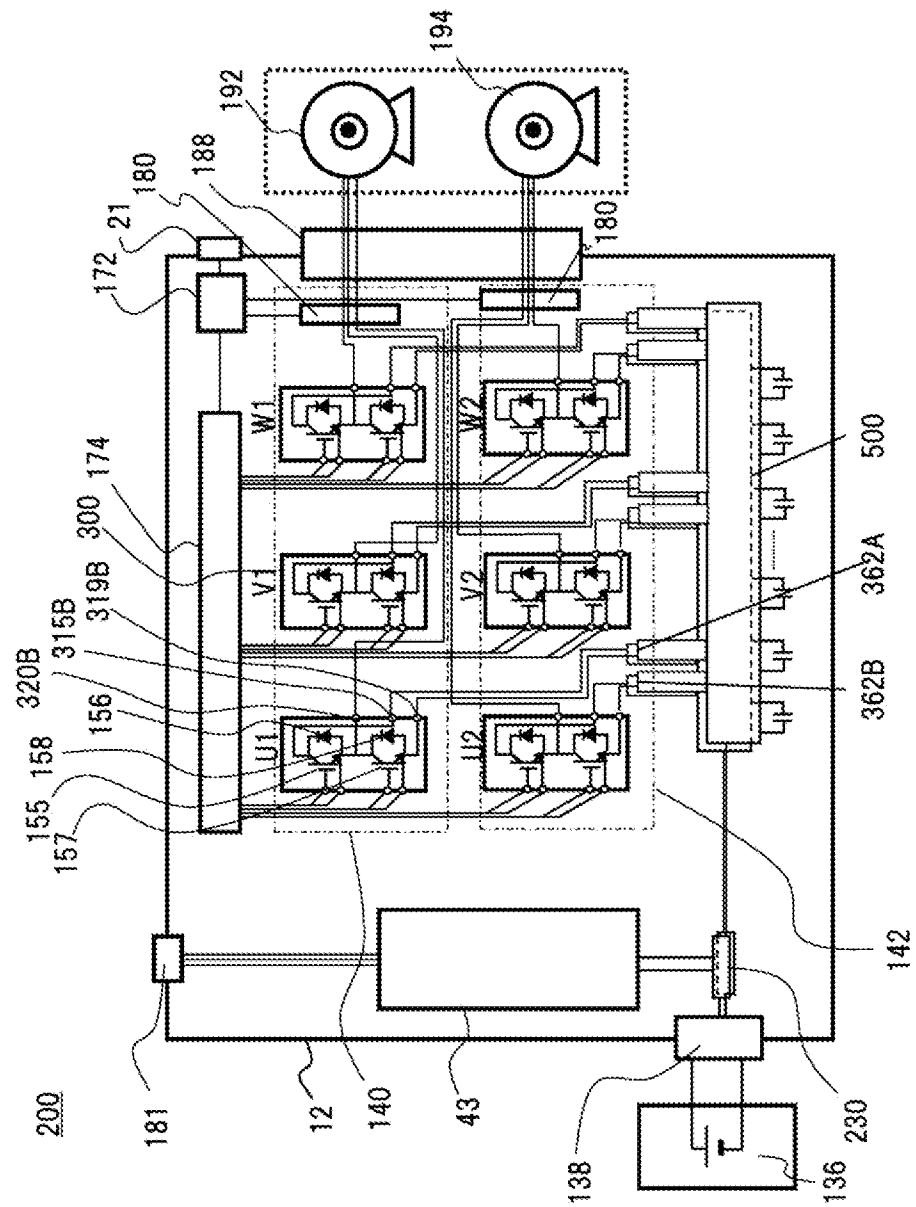
[図13]

図13



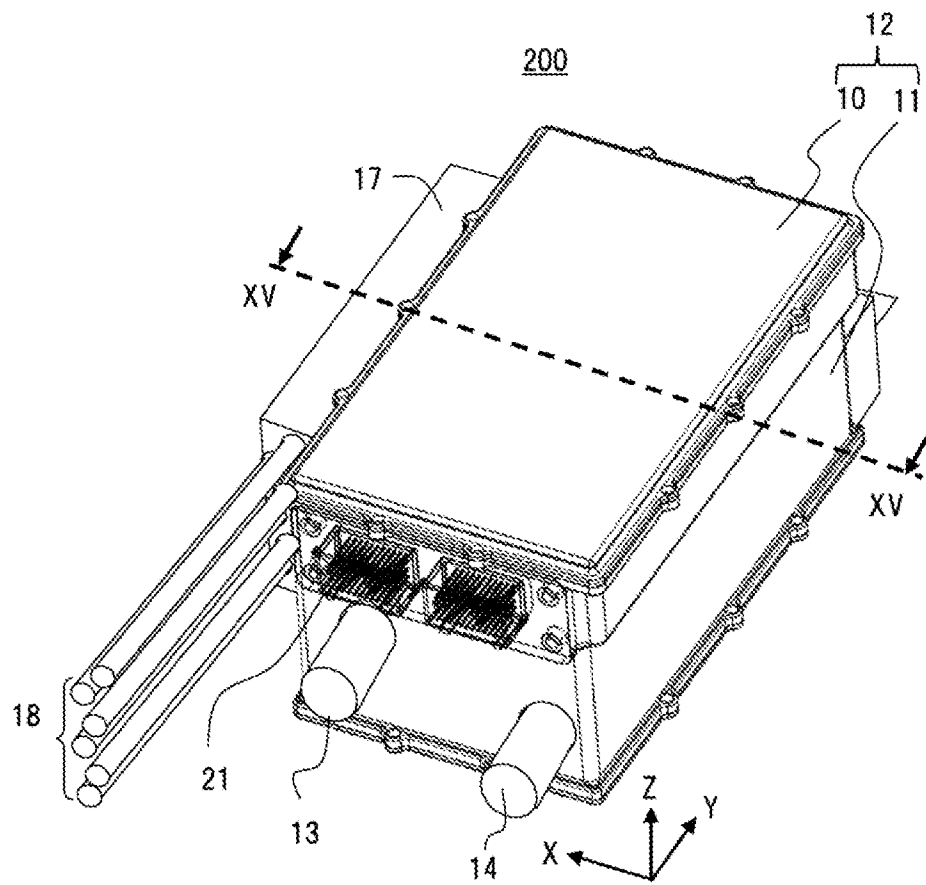
[図14]

図14



[図15]

図15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/048708

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L23/28(2006.01)i, H01L25/07(2006.01)i, H01L25/18(2006.01)i, H01L21/56(2006.01)i, H02M7/48(2007.01)i

FI: H01L23/28E, H01L25/04C, H01L21/56T, H02M7/48Z

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)

Int.Cl. H01L23/28, H01L25/07, H01L25/18, H01L21/56, H02M7/48

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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	WO 2013/124988 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 29 August 2013 (2013-08-29), paragraphs [0017]-[0025], [0042], [0051]-[0054], [0065], [0066], fig. 11, 14	1-12
Y	JP 2009-212302 A (DENSO CORPORATION) 17 September 2009 (2009-09-17), paragraphs [0044]-[0051], [0080], fig. 1, 2, 21	1-12
Y	JP 2011-9410 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 13 January 2011 (2011-01-13), paragraphs [0012]-[0018], [0055]-[0057], fig. 1, 8	1-12
Y	JP 2005-12163 A (DENSO CORPORATION) 13 January 2005 (2005-01-13), paragraph [0027]-[0037], fig. 1, 2	1-12

☐ 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
08 April 2021

Date of mailing of the international search report
20 April 2021

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/048708

WO 2013/124988 A1	29 August 2013	US 2014/0353814 A1 paragraphs [0103]-[0111], [0128], [0137]-[0140], [0151], [0152], fig. 11, 14 KR 10-2014-0112055 A CN 104137252 A
JP 2009-212302 A	17 September 2009	US 2009/0224398 A1 paragraphs [0097]-[0111], [0171]-[0173], fig. 1, 2, 21
JP 2011-9410 A	13 January 2011	(Family: none)
JP 2005-12163 A	13 January 2005	US 2005/0012206 A1 paragraphs [0042]-[0054], fig. 1, 2 FR 2855652 A1 CN 1574316 A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 23/28(2006.01)i; H01L 25/07(2006.01)i; H01L 25/18(2006.01)i; H01L 21/56(2006.01)i; H02M 7/48(2007.01)i FI: H01L23/28 E; H01L25/04 C; H01L21/56 T; H02M7/48 Z																	
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）） H01L23/28; H01L25/07; H01L25/18; H01L21/56; 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2021年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2021年	日本国実用新案登録公報	1996-2021年	日本国登録実用新案公報	1994-2021年							
日本国実用新案公報	1922-1996年																
日本国公開実用新案公報	1971-2021年																
日本国実用新案登録公報	1996-2021年																
日本国登録実用新案公報	1994-2021年																
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2013/124988 A1（三菱電機株式会社）29.08.2013（2013-08-29） 段落[0017]-[0025], [0042], [0051]-[0054], [0065]-[0066]、図11, 14</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2009-212302 A（株式会社デンソー）17.09.2009（2009-09-17） 段落[0044]-[0051], [0080]、図1-2, 21</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2011-9410 A（三菱電機株式会社）13.01.2011（2011-01-13） 段落[0012]-[0018], [0055]-[0057]、図1, 8</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2005-12163 A（株式会社デンソー）13.01.2005（2005-01-13） 段落[0027]-[0037]、図1, 2</td> <td>1-12</td> </tr> </tbody> </table>			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	WO 2013/124988 A1（三菱電機株式会社）29.08.2013（2013-08-29） 段落[0017]-[0025], [0042], [0051]-[0054], [0065]-[0066]、図11, 14	1-12	Y	JP 2009-212302 A（株式会社デンソー）17.09.2009（2009-09-17） 段落[0044]-[0051], [0080]、図1-2, 21	1-12	Y	JP 2011-9410 A（三菱電機株式会社）13.01.2011（2011-01-13） 段落[0012]-[0018], [0055]-[0057]、図1, 8	1-12	Y	JP 2005-12163 A（株式会社デンソー）13.01.2005（2005-01-13） 段落[0027]-[0037]、図1, 2	1-12
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	WO 2013/124988 A1（三菱電機株式会社）29.08.2013（2013-08-29） 段落[0017]-[0025], [0042], [0051]-[0054], [0065]-[0066]、図11, 14	1-12															
Y	JP 2009-212302 A（株式会社デンソー）17.09.2009（2009-09-17） 段落[0044]-[0051], [0080]、図1-2, 21	1-12															
Y	JP 2011-9410 A（三菱電機株式会社）13.01.2011（2011-01-13） 段落[0012]-[0018], [0055]-[0057]、図1, 8	1-12															
Y	JP 2005-12163 A（株式会社デンソー）13.01.2005（2005-01-13） 段落[0027]-[0037]、図1, 2	1-12															
☐ 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抵触するものではなく、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 08.04.2021		国際調査報告の発送日 20.04.2021															
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 豊島 洋介 5F 9850 電話番号 03-3581-1101 内線 3516															

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/048708

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2013/124988	A1	29.08.2013	US 2014/0353814 A1 段落[0103]-[0111], [0128], [0137]-[0140], [0151]-[0152]、図11, 14 KR 10-2014-0112055 A CN 104137252 A	
JP	2009-212302	A	17.09.2009	US 2009/0224398 A1 段落[0097]-[0111], [0171]-[0173]、図1-2, 21	
JP	2011-9410	A	13.01.2011	(ファミリーなし)	
JP	2005-12163	A	13.01.2005	US 2005/0012206 A1 段落[0042]-[0054]、図1, 2 FR 2855652 A1 CN 1574316 A	