

(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
2018年7月26日(26.07.2018)



(10) 国際公開番号

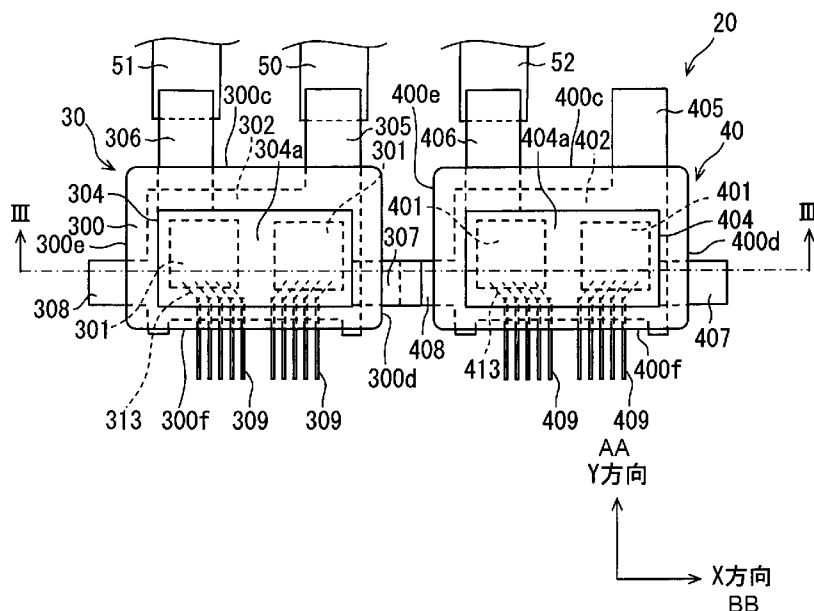
WO 2018/135104 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 25/07 (2006.01) H01L 25/18 (2006.01)
H01L 23/29 (2006.01) H02M 7/48 (2007.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/040519
- (22) 国際出願日: 2017年11月10日(10.11.2017)
- (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 2017-006938 2017年1月18日(18.01.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 杉田 悟(SUGITA Satoru); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 田辺 龍太(TANABE Ryota); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 荒井 俊介(ARAI Shunsuke); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 金 順 姫 (JIN Shunji); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦2丁目13番19号 瀧定ビル6階 Aichi (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,

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置

[図2]



(57) **Abstract:** Disclosed is a semiconductor device wherein a first semiconductor module (30) constitutes an upper arm, and has a plurality of semiconductor chips (301) connected to each other in parallel, a sealing resin body (300), and a positive electrode terminal (305). A second semiconductor module (40) constitutes a lower arm, and has a plurality of semiconductor chips (401) connected to each other in parallel, a sealing resin body (400), and a negative electrode terminal (406). In the X direction orthogonal to the Z direction, i.e., the laminating direction, the first and second semiconductor



DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

modules are disposed by being aligned with each other. The first semiconductor module and/or the second semiconductor module has a relay terminal (307, 408) that performs electrical relaying between the low potential-side electrode of the semiconductor chip (301) and the high potential-side electrode of the semiconductor chip (401).

(57) 要約: 半導体装置において、第1半導体モジュール(30)は、上アームを構成し、互いに並列に接続された複数の半導体チップ(301)、封止樹脂体(300)、及び正極端子(305)を有する。第2半導体モジュール(40)は、下アームを構成し、互いに並列に接続された複数の半導体チップ(401)、封止樹脂体(400)、及び負極端子(406)を有する。積層方向であるZ方向と直交するX方向において、第1、第2半導体モジュールは並んで配置されている。第1、第2半導体モジュールのうち少なくとも一方は、半導体チップ(301)の低電位側の電極と半導体チップ(401)の高電位側の電極とを電氣的に中継する中継端子(307, 408)を有している。

明 細 書

発明の名称：半導体装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2017年1月18日に提出された日本出願番号2017-6938号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、上下アームを構成し、冷却器に積層配置されて冷却される半導体装置に関する。

背景技術

[0003] 特許文献1には上下アームを構成し、冷却器に積層配置されて冷却される半導体装置が開示されている。この半導体装置では、上アームを構成する1つの半導体素子（半導体チップ）と、下アームを構成する1つの半導体素子（半導体チップ）が、封止樹脂体によって一体的に封止されている。半導体装置は、一相分の上下アームを構成する2 in 1パッケージ構造をなしている。

[0004] 半導体装置は、外部接続用の主端子として、上アームを構成する半導体素子の高電位側の電極と電氣的に接続された正極端子（高電位電源端子）、下アームを構成する半導体素子の低電位側の電極と電氣的に接続された負極端子（低電位電源端子）、及びモータへの出力端子を備えている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2016-4941号公報

発明の概要

[0006] 電力制御の用途では、電流容量（出力）を大きく得たいという要求があり、たとえば各アームの半導体素子を並列接続する構成を採用することがある。

[0007] 上記した2 in 1パッケージ構造の半導体装置（以下、半導体モジュール

と示す)で並列接続構造を実現しようとする、2つの半導体モジュールを準備し、正極端子同士、負極端子同士、出力端子同士を、それぞれ金属板であるバスバーを介して電氣的に接続することとなる。したがって、端子数、ひいては端子の接続点が多くなってしまう。上記の場合、端子数は6本、接続点は6点となる。

[0008] 特に、半導体モジュールを冷却器に積層配置してなるパワーモジュールの体格について、積層方向の長さと同層方向に直交する方向の長さとのアスペクト比の関係上、すなわち搭載制約上、積層方向に直交する方向に2つの半導体モジュールを並んで配置しなければならない場合がある。この場合、上記構成を採用すると、バスバー構造が複雑になり、インダクタンスが増加してしまう。

[0009] 本開示は、上下アームを構成する2つの半導体モジュールを、冷却器との積層方向の直交方向に並んで配置する構成に適用可能であり、端子の接続点を少なくし、且つ、インダクタスを低減することが可能な半導体装置を提供することを目的とする。

[0010] 本開示の一態様によれば、半導体装置は、上下アームを構成し、冷却器に積層配置されて冷却される半導体装置であって、

上アームを構成し、互いに並列に接続された複数の第1半導体素子、複数の第1半導体素子を一体的に封止する第1樹脂体、及び各第1半導体素子の高電位側の電極と電氣的に接続され、第1樹脂体から突出する正極端子、を有する第1半導体モジュールと、

下アームを構成し、互いに並列に接続された複数の第2半導体素子、複数の第2半導体素子を一体的に封止する第2樹脂体、及び各第2半導体素子の低電位側の電極と電氣的に接続され、第2樹脂体から突出する負極端子、を有し、積層の方向と直交する方向において第1半導体モジュールと並んで配置された第2半導体モジュールと、

を備える。第1半導体モジュール及び第2半導体モジュールの少なくとも一方は、第1半導体素子の低電位側の電極と第2半導体素子の高電位側の電極

とを電氣的に中継する中継端子を有する。

[0011] この半導体装置によれば、第1半導体モジュールにおいて、上アームを構成する複数の第1半導体素子が互いに並列接続されており、第2半導体モジュールにおいて、下アームを構成する複数の第2半導体素子が互いに並列接続されている。このように、上アームを構成する第1半導体素子を第1半導体モジュールにまとめて配置し、下アームを構成する第2半導体素子を第2半導体モジュールにまとめて配置している。このため、たとえば正極端子は第1半導体モジュールのみにもたせればよく、負極端子は第2半導体モジュールのみにもたせればよい。したがって、端子数、ひいては接続点数を低減することができる。

[0012] また、上記したように、第1半導体モジュールのみが正極端子を有し、第2半導体モジュールのみが負極端子を有する。このため、2つの半導体モジュールにおいて、正極端子同士、負極端子同士を、バスバーを介して接続しなくてもよい。よって、バスバー構造を簡素化し、インダクタンスを低減することができる。

図面の簡単な説明

[0013] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。

[図1]第1実施形態の半導体装置が適用される電力変換装置を示す等価回路図である。

[図2]半導体装置の概略構成を示す平面図である。

[図3]図2のIII-III線に沿う断面図である。

[図4]半導体装置と冷却器の積層構造を示す平面図である。

[図5]参考例を示す平面図である。

[図6]第1変形例を示す平面図である。

[図7]第2変形例を示す平面図である。

[図8]第2実施形態に係る半導体装置の概略構成を示す平面図である。

[図9]図8のIX-IX線に沿う断面図である。

[図10]上下アームの電流経路を示す図である。

[図11]第3実施形態に係る半導体装置の概略構成を示す平面図である。

[図12]図11のXII-XII線に沿う断面図である。

[図13]第3変形例を示す断面図である。

[図14]第4変形例を示す平面図である。

[図15]第5変形例を示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0014] 図面を参照しながら、複数の実施形態を説明する。複数の実施形態において、機能的に及び／又は構造的に対応する部分には同一の参照符号を付与する。以下において、半導体装置と冷却器の積層方向をZ方向、Z方向に直交し、2つの半導体モジュールの並び方向をX方向と示す。また、Z方向及びX方向の両方向に直交する方向をY方向と示す。特に断わりのない限り、上記したX方向及びY方向により規定されるXY面に沿う形状を平面形状とする。

[0015] (第1実施形態)

先ず、図1に基づき、半導体装置が適用される電力変換装置について説明する。

[0016] 図1に示す電力変換装置1は、たとえば電気自動車やハイブリッド自動車に搭載される。電力変換装置1は、車両に搭載された直流電源であるバッテリー2から供給される直流電圧を、三相交流に変換して、三相交流方式のモータ3に出力するように構成されている。モータ3は、車両の走行駆動源として機能する。電力変換装置1は、モータ3により発電された電力を、直流に変換してバッテリー2に充電することもできる。このように、電力変換装置1は、双方向の電力変換が可能となっている。

[0017] 電力変換装置1は、平滑コンデンサ4及びインバータ10を有している。平滑コンデンサ4の正極側端子は、バッテリー2の高電位側の電極である正極に接続され、負極側端子は、バッテリー2の低電位側の電極である負極に接続されている。インバータ10は、入力された直流電力を所定周波数の三相交

流に変換し、モータ 3 に出力する。また、モータ 3 により発電された交流電力を、直流電力に変換する。

[0018] インバータ 10 は、高電位電源ライン 5 と低電位電源ライン 6 との間に設けられた上下アーム 11 を三相分、有している。上下アーム 11 は、上アーム 12 と下アーム 13 の直列回路である。高電位電源ライン 5 は平滑コンデンサ 4 の正極側端子に接続されており、低電位電源ライン 6 は平滑コンデンサ 4 の負極側端子に接続されている。本実施形態では、上下アームを構成するスイッチング素子として、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ（以下、IGBT と示す）を採用している。

[0019] 上アーム 12 は、IGBT 120、及び、IGBT 120 に逆並列に接続された還流用のダイオード 121 を有している。上アーム 12 は、互いに並列に接続された複数の IGBT 120 を有している。本実施形態では、2 つの IGBT 120 及び 2 つのダイオード 121 を有している。そして、2 つの IGBT 120 が互いに並列に接続され、IGBT 120 のそれぞれに、ダイオード 121 が逆並列に接続されている。また、IGBT 120 として n チャネル型を採用しており、IGBT 120 のコレクタ電極及びダイオード 121 のカソード電極が、高電位電源ライン 5 と電氣的に接続されている。

[0020] 下アーム 13 は、IGBT 130、及び、IGBT 130 に逆並列に接続された還流用のダイオード 131 を有している。下アーム 13 は、互いに並列に接続された複数の IGBT 130 を有している。本実施形態では、2 つの IGBT 130 及び 2 つのダイオード 131 を有している。そして、2 つの IGBT 130 が互いに並列に接続され、IGBT 130 のそれぞれに、ダイオード 131 が逆並列に接続されている。また、IGBT 130 として n チャネル型を採用しており、IGBT 130 のエミッタ電極及びダイオード 131 のアノード電極が、低電位電源ライン 6 と電氣的に接続されている。

[0021] IGBT 130 のコレクタ電極及びダイオード 131 のカソード電極は、

I G B T 1 2 0 のエミッタ電極及びダイオード 1 2 1 のアノード電極と電氣的に接続されている。I G B T 1 2 0 のエミッタ電極と I G B T 1 3 0 のコレクタ電極の接続点、すなわち上アーム 1 2 と下アーム 1 3 との接続点は、モータ 3 への出力ライン 7 と電氣的に接続されている。

[0022] 電力変換装置 1 は、上記したインバータ 1 0 に加えて、モータ 3 とは別のモータに対応するインバータ、バッテリー 2 から供給される直流電圧を昇圧する昇圧コンバータ、インバータ 1 0 や昇圧コンバータの動作を制御する駆動回路などを有してもよい。

[0023] 次に、図 2 及び図 3 に基づき、上記した上下アーム 1 1 を構成する半導体装置 2 0 について説明する。図 2 では、半導体装置 2 0 に接続されたバスバーも示している。

[0024] 図 2 及び図 3 に示すように、半導体装置 2 0 は、第 1 半導体モジュール 3 0 及び第 2 半導体モジュール 4 0 を有している。第 1 半導体モジュール 3 0 は上記した上アーム 1 2 を構成しており、第 2 半導体モジュール 4 0 は下アーム 1 3 を構成している。このため、第 1 半導体モジュール 3 0 は上アームモジュール、第 2 半導体モジュール 4 0 は下アームモジュールとも称される。

[0025] 第 1 半導体モジュール 3 0 は、封止樹脂体 3 0 0、半導体チップ 3 0 1、ヒートシンク 3 0 2、ターミナル 3 0 3、ヒートシンク 3 0 4、正極端子 3 0 5、出力端子 3 0 6、中継端子 3 0 7、ダミー端子 3 0 8、及び信号端子 3 0 9 を備えている。第 2 半導体モジュール 4 0 は、封止樹脂体 4 0 0、半導体チップ 4 0 1、ヒートシンク 4 0 2、ターミナル 4 0 3、ヒートシンク 4 0 4、ダミー端子 4 0 5、負極端子 4 0 6、ダミー端子 4 0 7、中継端子 4 0 8、及び信号端子 4 0 9 を備えている。以下において、第 1 半導体モジュール 3 0 及び第 2 半導体モジュール 4 0 を、単に半導体モジュール 3 0、4 0 とも示す。半導体装置 2 0 は、互いに同じ構造（共通形状）の半導体モジュール 3 0、4 0 を 2 つ備えて構成されている。

[0026] 封止樹脂体 3 0 0、4 0 0 は、たとえばエポキシ系樹脂からなる。封止樹

脂体 300, 400 は、たとえばトランスファモールド法により成形されている。封止樹脂体 300, 400 は、略直方体状に成形されている。封止樹脂体 300 は、Z 方向に直交する一面 300 a、一面 300 a と反対の裏面 300 b、一面 300 a と裏面 300 b とをつなぐ側面 300 c, 300 d, 300 e, 300 f を有している。同様に、封止樹脂体 400 は、Z 方向に直交する一面 400 a、一面 400 a と反対の裏面 400 b、一面 400 a と裏面 400 b とをつなぐ側面 400 c, 400 d, 400 e, 400 f を有している。一面 300 a, 400 a、及び、裏面 300 b, 400 b は、たとえば平坦面となっている。封止樹脂体 300 が第 1 樹脂体に相当し、封止樹脂体 400 が第 2 樹脂体に相当する。

[0027] 半導体チップ 301 は、シリコンやシリコンカーバイドなどの半導体基板に、上アーム 12 を構成する IGBT 120 及びダイオード 121 が形成されてなる。すなわち、半導体チップ 301 に、RC (Reverse Conducting) - IGBT が形成されている。半導体チップ 301 は、平面略矩形状をなしている。第 1 半導体モジュール 30 は、このような半導体チップ 301 を 2 つ有している。IGBT 120 の形成された半導体チップ 301 が第 1 半導体素子に相当する。

[0028] IGBT 120 及びダイオード 121 は、Z 方向に電流が流れるように縦型構造をなしている。半導体チップ 301 の板厚方向、すなわち Z 方向において、半導体チップ 301 の一面には図示しないコレクタ電極が形成され、一面と反対の裏面には図示しないエミッタ電極が形成されている。コレクタ電極はダイオード 121 のカソード電極も兼ねており、エミッタ電極はダイオード 121 のアノード電極も兼ねている。

[0029] 2 つの半導体チップ 301 は、互いにほぼ同じ平面形状をなすとともに、互いにほぼ同じ大きさとほぼ同じ厚みを有している。半導体チップ 301 は、互いに同じ構造となっている。半導体チップ 301 は、互いのコレクタ電極が Z 方向における同じ側となり、互いのエミッタ電極が Z 方向における同じ側となるように配置されている。半導体チップ 301 は、Z 方向において

ほぼ同じ高さに位置するとともに、X方向において横並びで配置されている。

[0030] 半導体チップ301のエミッタ電極形成面には、信号用の電極である図示しないパッドも形成されている。パッドは、エミッタ電極とは別の位置に形成されている。パッドは、Y方向において、エミッタ電極の形成領域とは反対側の端部に形成されている。本実施形態では、半導体チップ301が、5つのパッドを有している。具体的には、5つのパッドとして、ゲート電極用、エミッタ電極の電位を検出するケルビンエミッタ用、電流センス用、半導体チップ301の温度を検出する温度センサ（感温ダイオード）のアノード電位用、同じくカソード電位用を有している。5つのパッドは、平面略矩形形状の半導体チップ301において、Y方向の一端側にまとめて形成されるとともに、X方向に並んで形成されている。

[0031] 半導体チップ401は、半導体基板に下アーム13を構成するIGBT130及びダイオード131が形成されてなる。半導体チップ401は、平面略矩形状をなしている。第2半導体モジュール40は、半導体チップ401を2つ有している。IGBT130の形成された半導体チップ401が第2半導体素子に相当する。半導体チップ401は、半導体チップ301と同じ構造となっている。2つの半導体チップ401のコレクタ電極は、半導体チップ301のコレクタ電極とZ方向において同じ側となるように配置されている。半導体チップ401は、Z方向において半導体チップ301とほぼ同じ高さに位置している。2つの半導体チップ401も、X方向において横並びで配置されている。また、半導体チップ301、401も、X方向に沿って一列配置となっている。半導体チップ401も、図示しないパッドを有している。

[0032] ヒートシンク302、402は、対応する半導体チップ301、401の熱を半導体装置20の外部に放熱する機能を果たすとともに、配線としての機能も果たす。このため、熱伝導性及び電気伝導性を確保すべく、少なくとも金属材料を用いて形成されている。本実施形態では、ヒートシンク302

、402が、Z方向からの投影視において、対応する半導体チップ301、401を内包するように設けられている。ヒートシンク302、402は、Z方向において、対応する半導体チップ301、401に対し、封止樹脂体300の一面300a側に配置されている。

[0033] ヒートシンク302、402は、対応する半導体チップ301、401のコレクタ電極と、はんだ310、410を介してそれぞれ電氣的に接続されている。詳しくは、ヒートシンク302の同一面に、2つの半導体チップ301のコレクタ電極が、それぞれはんだ310を介して接続されている。また、ヒートシンク402の同一面に、2つの半導体チップ401のコレクタ電極が、それぞれはんだ410を介して接続されている。ヒートシンク302、402は、平面略矩形状をなしている。

[0034] ヒートシンク302、402の表面のうち、対応する半導体チップ301、401とは反対の放熱面302a、402aが、封止樹脂体300から露出されている。放熱面302a、402aは、一面300aと略面一となっている。ヒートシンク302、402の表面のうち、はんだ310、410との接続部及び放熱面302a、402aを除く部分は、封止樹脂体300によって覆われている。ヒートシンク302、402は、X方向に並んで配置されるとともに、Z方向においてほぼ同じ位置に配置されている。

[0035] ターミナル303、403は、対応する半導体チップ301、401とヒートシンク304、404との間に介在している。詳しくは、半導体チップ301とヒートシンク304との間にターミナル303が配置され、半導体チップ401とヒートシンク404との間にターミナル403が配置されている。ターミナル303、403は、半導体チップ301、401とヒートシンク304、404との熱伝導、電気伝導経路の途中に位置するため、熱伝導性及び電気伝導性を確保すべく、少なくとも金属材料を用いて形成されている。

[0036] ターミナル303、403は、対応する半導体チップ301、401のエミッタ電極に対向配置され、はんだ311、411を介してエミッタ電極と

電氣的に接続されている。本実施形態では、半導体装置 20 が、半導体チップ 301, 401 と同数のターミナル 303, 403 を有している。半導体チップ 301 のエミッタ電極は、はんだ 311 を介してターミナル 303 に接続されている。半導体チップ 401 のエミッタ電極は、はんだ 411 を介してターミナル 403 に接続されている。

[0037] ヒートシンク 304, 404 も、ヒートシンク 302, 402 同様、対応する半導体チップ 301, 401 の熱を半導体装置 20 の外部に放熱する機能を果たすとともに、配線としての機能も果たす。本実施形態では、ヒートシンク 304, 404 が、Z 方向からの投影視において、対応する半導体チップ 301, 401 を内包するように設けられている。ヒートシンク 304, 404 は、Z 方向において、対応する半導体チップ 301, 401 に対し、封止樹脂体 300 の裏面 300b 側に配置されている。ヒートシンク 304, 404 は、平面略矩形状をなしている。

[0038] ヒートシンク 304, 404 は、対応する半導体チップ 301, 401 のエミッタ電極と電氣的に接続されている。ヒートシンク 304 は、はんだ 311、ターミナル 303、及びはんだ 312 を介して、半導体チップ 301 のエミッタ電極と電氣的に接続されている。ヒートシンク 304 の同一面に、2つの半導体チップ 301 のエミッタ電極がそれぞれ電氣的に接続されている。ヒートシンク 404 は、はんだ 411、ターミナル 403、及びはんだ 412 を介して、半導体チップ 401 のエミッタ電極と電氣的に接続されている。ヒートシンク 404 の同一面に、2つの半導体チップ 401 のエミッタ電極がそれぞれ電氣的に接続されている。

[0039] ヒートシンク 304, 404 の表面のうち、対応する半導体チップ 301, 401 とは反対の放熱面 304a, 404a が、封止樹脂体 300 から露出されている。放熱面 304a, 404a は、裏面 300b と略面一となっている。ヒートシンク 304, 404 の表面のうち、はんだ 312, 412 との接続部及び放熱面 304a, 404a を除く部分は、封止樹脂体 300 によって覆われている。ヒートシンク 304, 404 は、X 方向に並んで配

置されるとともに、Z方向においてほぼ同じ位置に配置されている。

[0040] 正極端子305は、半導体装置20を高電位電源ライン5に接続するための外部接続用の主端子である。正極端子305は、高電位電源端子、P端子とも称される。正極端子305は、ヒートシンク302に連なっており、ヒートシンク302からY方向に延設されている。本実施形態では、同一の金属板を加工することで、正極端子305がヒートシンク302と一体的に設けられている。

[0041] 正極端子305は、ヒートシンク302におけるY方向の一端に連なっている。正極端子305は、封止樹脂体300の側面300cから外部に突出している。正極端子305は、X方向において第1半導体モジュール30の中心よりも第2半導体モジュール40側の位置から、外部に突出している。正極端子305は、ヒートシンク302に対して、X方向におけるヒートシンク302の中心よりも第2半導体モジュール40側に偏った位置で連なっている。

[0042] なお、正極端子305をヒートシンク302とは別部材とし、ヒートシンク302に接続することでヒートシンク302に連なる構成を採用することもできる。正極端子305の突出部分には、金属板であるバスバー50が接続される。正極端子305とバスバー50は、例えば溶接される。このバスバー50を介して、正極端子305が平滑コンデンサ4の正極側端子と電氣的に接続される。

[0043] 第2半導体モジュール40は、正極端子305に対応する位置に、ダミー端子405を有している。ダミー端子405は、バスバーが接続されない端子である。ダミー端子405は、電氣的な接続機能を提供しない端子とも言える。ダミー端子405は、ヒートシンク402に連なっており、ヒートシンク402からY方向に延設されている。本実施形態では、同一の金属板を加工することで、ダミー端子405がヒートシンク402と一体的に設けられている。ヒートシンク402におけるダミー端子405の位置関係は、ヒートシンク302における正極端子305の位置関係と同じとなっている。

ダミー端子４０５は、正極端子３０５が突出する側面３００ｃと同じ側の側面４００ｃから外部に突出している。

[0044] このように、コレクタ電極と接続されるヒートシンクに連なる主端子（第１主端子）は、第１半導体モジュール３０において正極端子３０５、第２半導体モジュール４０においてダミー端子４０５となっている。

[0045] 出力端子３０６は、上アーム１２及び下アーム１３の接続点と電氣的に接続される外部接続用の主端子である。出力端子３０６は、０端子とも称される。出力端子３０６は、ヒートシンク３０４に連なっており、ヒートシンク３０４からＹ方向であって正極端子３０５と同じ側に延設されている。本実施形態では、同一の金属板を加工することで、出力端子３０６がヒートシンク３０４と一体的に設けられている。出力端子３０６は、ヒートシンク３０４における正極端子３０５と同じ側の一端に連なっている。Ｘ方向において、ヒートシンク３０４の一端側に正極端子３０５が設けられ、他端側に出力端子３０６が設けられている。出力端子３０６は、正極端子３０５と同じ側面３００ｃから外部に突出している。

[0046] なお、出力端子３０６をヒートシンク３０４とは別部材としてもよい。出力端子３０６の突出部分には、金属板であるバスバー５１が接続される。このバスバー５１を介して、出力端子３０６がモータ３の対応する相のコイルと電氣的に接続される。

[0047] 第２半導体モジュール４０は、出力端子３０６に対応する位置に、負極端子４０６を有している。負極端子４０６は、半導体装置２０を低電位電源ライン６に接続するための外部接続用の主端子である。負極端子４０６は、低電位電源端子、Ｎ端子とも称される。負極端子４０６は、ヒートシンク４０４に連なっており、ヒートシンク４０４からＹ方向であって正極端子３０５と同じ側に延設されている。本実施形態では、同一の金属板を加工することで、負極端子４０６がヒートシンク４０４と一体的に設けられている。ヒートシンク４０４における負極端子４０６の位置関係は、ヒートシンク３０４における出力端子３０６の位置関係と同じとなっている。

[0048] 負極端子406は、ヒートシンク404におけるY方向の一端に連なっている。負極端子406は、ダミー端子405と同じ側面400cから外部に突出している。負極端子406は、X方向において第2半導体モジュール40の中心よりも第1半導体モジュール30側の位置から、突出している。負極端子406は、ヒートシンク404に対して、X方向におけるヒートシンク404の中心よりも第1半導体モジュール30側に偏った位置で連なっている。

[0049] なお、負極端子406をヒートシンク404とは別部材としてもよい。負極端子406の突出部分には、金属板であるバスバー52が接続される。このバスバー52を介して、負極端子406が平滑コンデンサ4の負極側端子と電氣的に接続される。

[0050] このように、エミッタ電極と接続されるヒートシンクに連なる主端子(第2主端子)は、第1半導体モジュール30において出力端子306、第2半導体モジュール40において負極端子406となっている。

[0051] また、正極端子305、出力端子306、ダミー端子405、及び負極端子406の突出部分は、Z方向において互いにほぼ同じ位置に配置されている。また、X方向において、出力端子306(O端子)、正極端子305(P端子)、負極端子406(N端子)、ダミー端子405の順に並んで配置されている。すなわち、高電位電源ライン5に接続される正極端子305の隣りに、低電位電源ライン6に接続される負極端子406が配置されている。

[0052] 中継端子307は、上アーム12を構成する半導体チップ301のエミッタ電極と、下アーム13を構成する半導体チップ401のコレクタ電極とを電氣的に接続するための端子である。中継端子307は、ヒートシンク304に連なっており、ヒートシンク304からX方向であって第2半導体モジュール40側に延設されている。本実施形態では、同一の金属板を加工することで、中継端子307がヒートシンク304と一体的に設けられている。中継端子307は、ヒートシンク304におけるX方向の一端であって、第

2半導体モジュール40に近い側の端部に連なっている。中継端子307は、封止樹脂体300の側面300dから突出している。なお、中継端子307をヒートシンク304とは別部材としてもよい。

[0053] 第2半導体モジュール40は、中継端子307に対応する位置に、ダミー端子407を有している。ダミー端子407は、中継端子307と接続されない端子である。ダミー端子407は、電氣的な接続機能を提供しない端子とも言える。ダミー端子407は、ヒートシンク404に連なっており、ヒートシンク404からX方向に延設されている。本実施形態では、同一の金属板を加工することで、ダミー端子407がヒートシンク404と一体的に設けられている。ダミー端子407は、ヒートシンク404におけるX方向の一端であって、第1半導体モジュール30に対して遠い側の端部に連なっている。ダミー端子407は、封止樹脂体400の側面400dから突出している。なお、ダミー端子407をヒートシンク404とは別部材としてもよい。

[0054] このように、エミッタ電極と接続されるヒートシンクに連なり、X方向に延設された端子は、第1半導体モジュール30において中継端子307、第2半導体モジュール40においてダミー端子407となっている。

[0055] 中継端子408も、中継端子307同様、上アーム12を構成する半導体チップ301のエミッタ電極と、下アーム13を構成する半導体チップ401のコレクタ電極とを電氣的に接続するための端子である。中継端子408は、ヒートシンク402に連なっており、ヒートシンク402からX方向であって第1半導体モジュール30側に延設されている。本実施形態では、同一の金属板を加工することで、中継端子408がヒートシンク402と一体的に設けられている。中継端子408は、ヒートシンク402におけるX方向の一端であって、第1半導体モジュール30に近い側の端部に連なっている。中継端子408は、封止樹脂体400の側面400eから突出している。なお、中継端子408をヒートシンク402とは別部材としてもよい。

[0056] 中継端子307、408の突出部分は、封止樹脂体300、400の対向

領域に配置されている。また、中継端子307、408は、Y方向において互いに同じ位置から突出している。換言すれば、側面300dにおける中継端子307の突出部分と、側面400eにおける中継端子408の突出部分とが、同じY座標位置となっている。そして、中継端子307、408の突出部分は積層配置され、溶接などによって接続されている。中継端子307が第1中継端子に相当し、中継端子408が第2中継端子に相当する。

[0057] 第1半導体モジュール30は、中継端子408に対応する位置に、ダミー端子308を有している。ダミー端子308は、中継端子408と電氣的に接続されない端子である。ダミー端子308は、電氣的な接続機能を提供しない端子とも言える。ダミー端子308は、ヒートシンク302に連なっており、ヒートシンク302からX方向に延設されている。本実施形態では、同一の金属板を加工することで、ダミー端子308がヒートシンク302と一体的に設けられている。ダミー端子308は、ヒートシンク302におけるX方向の一端であって、第2半導体モジュール40に対して遠い側の端部に連なっている。ダミー端子308は、封止樹脂体300の側面300eから突出している。なお、ダミー端子308をヒートシンク302とは別部材としてもよい。

[0058] このように、コレクタ電極と接続されるヒートシンクに連なり、X方向に延設された端子は、第1半導体モジュール30においてダミー端子308、第2半導体モジュール40において中継端子408となっている。

[0059] 信号端子309、409は、対応する半導体チップ301、401のパッドに、ボンディングワイヤ313、413を介してそれぞれ電氣的に接続されている。信号端子309は、Y方向に延設されており、封止樹脂体300における側面300cと反対の側面300fから外部に突出している。信号端子409は、Y方向に延設されており、封止樹脂体400における側面400cと反対の側面400fから外部に突出している。

[0060] 次に、図4に基づき、半導体装置20と冷却器との積層構造について説明する。

[0061] 半導体装置 20 は、冷却器と交互に積層されてパワーモジュールを構成する。図 4 に示すように、パワーモジュール 60 は、上記した半導体装置 20 に加え、冷却器 61 を備えている。

[0062] 冷却器 61 は、内部に冷媒が流通され、Z 方向において各半導体装置 20 の両面側にそれぞれ配置されて、半導体装置 20 を両面側から冷却する。冷却器 61 は、冷媒が流れる通路を内部に有するように、管状（チューブ状）に形成されている。また、Z 方向において、半導体装置 20 と冷却器 61 とが交互に積層されるように、隣り合う冷却器 61 の間に所定間隔を有して配置されている。

[0063] 冷却器 61 は、X 方向の一端側で、上流側連結部 62 により、隣り合う冷却器 61 同士が連結されている。上流側連結部 62 は、供給された冷媒（図 4 中、白抜き矢印 R）を、各冷却器 61 に分配する機能を果たす。一方、X 方向の他端側で、下流側連結部 63 により、隣り合う冷却器 61 同士が連結されている。この下流側連結部 63 は、各冷却器 61 に分配された冷媒を合流させる機能を果たす。

[0064] 図 4 に示すパワーモジュール 60 は、インバータ 10 の各相の上下アーム 11 を構成する 3 つの半導体装置 20 と、各半導体装置 20 を両面側から冷却するように、半導体装置 20 と交互に積層された複数の冷却器 61 を備えている。半導体装置 20 は、Z 方向において冷却器 61 によって挟まれている。

[0065] 次に、上記した半導体装置 20 の効果について説明する。

[0066] 図 5 は、電流容量を大きくするために、上下アームが構成された 2 in 1 パッケージ構造の半導体パッケージを 2 つ用いて半導体装置とした参考例を示している。図 5 は図 2 に対応しているが、封止樹脂体に覆われた部分の構造を一部省略して図示している。参考例において、本実施形態と関連する要素には、本実施形態の要素の符号末尾に r を付与した。

[0067] 図 5 に示す半導体装置 20 r は、2 つの半導体モジュール 35 r を備えている。半導体モジュール 35 r は、いずれも 2 in 1 パッケージ構造をなし

ている。各半導体モジュール35rは、半導体チップ301r、401rを有している。これら半導体チップ301r、401rは、封止樹脂体350rにより封止されている。また、各半導体モジュール35rは、外部接続用の主端子として、正極端子305r（P端子）、負極端子406r（N端子）、及び出力端子306r（O端子）をそれぞれ有している。

[0068] そして、正極端子305r同士がバスバー50rにより電氣的に接続され、出力端子306r同士がバスバー51rにより電氣的に接続される。また、負極端子406r同士がバスバー52rにより電氣的に接続される。これにより、上アーム側の半導体チップ301rのIGBTが並列接続され、下アーム側の半導体チップ401rのIGBTが並列接続された一相分の上下アームが構成される。

[0069] 上記したように、参考例に示す半導体装置20rは、正極端子305r、負極端子406r、及び出力端子306rをそれぞれ2本有しており、端子数が多い。また、各端子305r、306r、406rとバスバー50r、51r、52rとの接続点が計6点となる。

[0070] さらに、図5に示すように、2つの半導体モジュール35rをX方向に並んで配置する場合、お互いに接触しないように配索しなければならないため、バスバー50r、51r、52rの接続構造が複雑になる。これにより、バスバー50r、51r、52rも長くなり、インダクタンスが増加してしまう。

[0071] これに対し、本実施形態では、第1半導体モジュール30において、上アーム12を構成する複数のIGBT120（半導体チップ301）が互いに並列接続されている。また、第2半導体モジュール40において、下アーム13を構成する複数のIGBT140（半導体チップ401）が互いに並列接続されている。このように、上アーム側の半導体チップ301を第1半導体モジュール30にまとめて配置し、下アーム側の半導体チップ401を第2半導体モジュール40にまとめて配置している。したがって、正極端子305は第1半導体モジュール30のみにもたせればよく、負極端子406は

第2半導体モジュール40のみにもたせればよい。これにより、端子数、端子の接続点数を低減することができる。本実施形態では、端子の接続点が、正極端子305におけるバスバー50との接続点、出力端子306におけるバスバー51との接続点、負極端子406におけるバスバー52との接続点、中継端子307、408の接続点の計4点となる。よって、参考例の6点よりも少なくすることができる。

[0072] また、第1半導体モジュール30のみが正極端子305を有し、第2半導体モジュール40のみが負極端子406を有する。このため、2つの半導体モジュール30、40において、正極端子同士、負極端子同士を、バスバーを介して接続しなくてもよい。よって、バスバー構造を簡素化するとともにバスバーの長さも短くすることができる。よって、参考例に較べてインダクタンスを低減することができる。

[0073] したがって、半導体モジュール30、40を冷却器61に積層配置してなるパワーモジュール60の体格について、積層方向であるZ方向の長さとはX方向の長さとのアスペクト比の関係上、すなわち車両搭載の制約上、X方向に2つの半導体モジュール30、40を並んで配置する構成において、端子の接続点数を少なくし、且つ、インダクタンスを低減することができる。

[0074] 特に本実施形態では、負極端子406が、正極端子305が突出する封止樹脂体300の側面300cと同じ側の側面400cから突出している。これにより、正極端子305と負極端子406が近づくため、磁束打消しの効果により、インダクタンスを低減することができる。また、正極端子305と負極端子406がY方向の同じ側に突出しているため、バスバー50、52の溶接を短時間で行うことができる。

[0075] さらに本実施形態では、正極端子305が、X方向において第1半導体モジュール30の中心よりも第2半導体モジュール40に近い部分から突出している。また、負極端子406が、X方向において第2半導体モジュール40の中心よりも第1半導体モジュール30に近い部分から突出している。これにより、正極端子305と負極端子406がより近くなり、インダクタン

スを低減することができる。

[0076] さらに本実施形態では、X方向において、正極端子305の隣りに負極端子406が配置されている。これにより、正極端子305と負極端子406をさらに近くなり、インダクタンスを低減することができる。

[0077] さらに本実施形態では、中継端子307、408の突出部分が、封止樹脂体300、400の対向領域内に配置されており、対向領域内で、中継端子307、408が接続されている。これにより、中継端子307、408による上アーム12と下アーム13との接続距離を短くし、インダクタンスを低減することができる。

[0078] さらに本実施形態では、側面300dにおける中継端子307の突出部分と、側面400eにおける中継端子408の突出部分とが、同じY座標位置となっている。これにより、中継端子307、408の接続距離がより短くなり、インダクタンスを低減することができる。

[0079] さらに本実施形態では、半導体モジュール30、40が共通形状となっている。第1半導体モジュール30と第2半導体モジュール40を作り分けなくてもよいので、たとえば製造コストを低減することができる。

[0080] しかしながら、電氣的な接続機能を提供しない端子を、対応する封止樹脂体300、400から極力突出しないようにした構成を採用することができる。たとえば、封止樹脂体300、400の成形後、電氣的な接続機能を提供しない端子を、リードフレームのタイバーなどとともに切除してもよい。図6に示す第1変形例では、ダミー端子308、405、407が、突出部分の根元で切除されている。

[0081] さらに本実施形態では、第1半導体モジュール30が、中継端子307とは別に、出力端子306を有している。出力端子306は、正極端子305と同じ側面300cから突出し、中継端子307は、封止樹脂体400に対向する側面300dから突出している。これにより、上アーム12と下アーム13との接続距離を短くし、インダクタンスを低減しつつ、バスバー50、51、52の溶接を短時間で行うことができる。

[0082] たとえば図7に示す第2変形例のように、第1半導体モジュール30がダミー端子314を有し、第2半導体モジュール40が中継端子408とは別に出端子414を有する構成としてもよい。ダミー端子314は、バスバー51が接続されない点を除けば、出力端子306と同じである。出力端子414は、バスバー51が接続される点を除けば、ダミー端子405と同じである。これによっても、同等の効果を奏することができる。

[0083] (第2実施形態)

本実施形態は、先行実施形態を参照できる。このため、先行実施形態に示した半導体装置20と共通する部分についての説明は省略する。

[0084] 図8及び図9に示すように、本実施形態では、正極端子305が封止樹脂体300の側面300dから突出し、負極端子406が封止樹脂体400の側面400eから突出している。すなわち、封止樹脂体300、400の互いに対向する側面300d、400eから、正極端子305及び負極端子406がそれぞれ突出している。さらに、正極端子305の突出部分及び負極端子406の突出部分が、X方向において封止樹脂体300、400の間に位置している。

[0085] 正極端子305は、平面略L字状をなしている。正極端子305は、封止樹脂体300の側面300dから突出する部分として、X方向に沿って延びる短手部305a、及び、Y方向に沿って延びる長手部305bを有している。短手部305aの一端は側面300dとの境界部分とされ、他端に長手部305bが連なっている。そして、長手部305bにおける短手部305aとは反対の端部付近に、バスバー50が接続されている。正極端子305の突出部分のうち、長手部305bの一部及び短手部305aが、側面300d、400eの対向領域内に配置されている。長手部305bの残り部分は、対向領域外に延びている。

[0086] 負極端子406も、平面略L字状をなしている。負極端子406は、封止樹脂体400の側面400eから突出する部分として、X方向に沿って延びる短手部406a、及び、Y方向に沿って延びる長手部406bを有してい

る。短手部406aの一端が側面400eとの境界部分とされ、他端に長手部406bが連なっている。そして、長手部406bにおける短手部406aとは反対の端部付近に、バスバー52が接続されている。負極端子406の突出部分のうち、長手部406bの一部及び短手部406aが、側面300d, 400eの対向領域内に配置されている。長手部406bの残り部分は、対向領域外に延びている。

[0087] 正極端子305及び負極端子406は、Z方向に所定の間隔を有して設けられている。また、突出部分のうち、少なくとも長手部305b, 406bの一部が、Z方向において互いに対向するように設けられている。本実施形態では、図8に示すように、長手部305b, 406bが、ほぼ全長で対向するように設けられている。ここで、対向とは、Z方向からの投影視において、重なる位置関係を示す。

[0088] また、本実施形態では、第1半導体モジュール30がダミー端子308を有しておらず、第2半導体モジュール40がダミー端子405, 407を有していない。それ以外の構成は、第1実施形態（図2参照）と同じである。

[0089] 次に、上記した半導体装置20の効果について説明する。

[0090] 本実施形態では、正極端子305の突出部分及び負極端子406の突出部分が、X方向において封止樹脂体300, 400の間に位置している。これにより、正極端子305と負極端子406が近接するため、インダクタンスを低減することができる。また、バスバー50, 52の溶接を短時間で行うことができる。すなわち、生産性を向上することができる。

[0091] 特に本実施形態では、正極端子305及び負極端子406の少なくとも一部が、Z方向において互いに対向するように設けられている。これにより、インダクタンスをより低減することができる。また、図10に実線矢印Pで示すように、上下アーム11の電流経路がループ状となる。これにより、半導体装置20と対向する冷却器61に渦電流が生じる。したがって、これによってもインダクタンスを低減することができる。

[0092] また、本実施形態でも、中継端子307, 408の突出部分が、封止樹脂

体 300, 400 の対向領域に配置されている。そして、側面 300 d における中継端子 307 の突出部分と、側面 400 e における中継端子 408 の突出部分とが、同じ Y 座標位置となっている。したがって、正極端子 305 及び負極端子 406 の対向配置と合わせて、上下アーム 11 の電流経路のループを、図 10 に実線矢印 P で示すように小さくすることができる。したがって、インダクタンスを低減することができる。

[0093] なお、正極端子 305 の突出部分及び負極端子 406 の突出部分が、封止樹脂体 300, 400 の間に位置する構成としては、上記した対向配置に限定されない。Z 方向で対抗しないように、X 方向においてずれて設けられた構成としてもよい。また、長手部 305 b, 406 b が、ほぼ全長で対向するのではなく、一部のみで対向する構成としてもよい。

[0094] (第 3 実施形態)

本実施形態は、先行実施形態を参照できる。このため、先行実施形態に示した半導体装置 20 と共通する部分についての説明は省略する。

[0095] 図 11 及び図 12 に示すように、本実施形態では、半導体装置 20 が、第 1 半導体モジュール 30 及び第 2 半導体モジュール 40 を一体的に保持する樹脂体 70 をさらに備えている。この樹脂体 70 が、第 3 樹脂体に相当する。樹脂体 70 は、たとえばポッティングにより形成されたポッティング樹脂体である。樹脂体 70 は、Z 方向において、一面 70 a 及び一面 70 a と反対の裏面 70 b を有している。

[0096] 本実施形態では、一面 70 a が封止樹脂体 300, 400 の一面 300 a, 400 a と略面一となり、裏面 70 b が封止樹脂体 300, 400 の裏面 300 b, 400 b と略面一となるように、樹脂体 70 が設けられている。封止樹脂体 300 の側面 300 c, 300 d, 300 e, 300 f 及び封止樹脂体 400 の側面 400 c, 400 d, 400 e, 400 f は、樹脂体 70 によって覆われている。すなわち、側面 300 d, 400 e の対向領域全域に、樹脂体 70 が配置されている。

[0097] これによれば、樹脂体 70 の配置により、第 1 半導体モジュール 30 及び

第2半導体モジュール40間の絶縁距離を、樹脂体70が配置されない構成に較べて短くすることができる。これにより、インダクタンスを低減することができる。また、樹脂体70によって、2つの半導体モジュール30, 40の接続構造を安定化させることができる。

[0098] ところで、上アーム12を構成する2つの半導体チップ301と下アーム13を構成する2つの半導体チップ401を封止樹脂体により一体的に封止する構成も考えられる。しかしながら、トランスファモールディング法では、樹脂の圧縮（硬化収縮）を伴い封止をするため、上下アーム11を構成する4つの半導体チップ301, 401が一行に並んで配置される構成のように体格が大きくなると、反りなどの変形量が増加してしまう。また、成形時の樹脂流動時間が必要となり、未充填やボイドなどが生じる可能性が高まる。すなわち、絶縁性の低下や接合部の信頼性低下が問題となる虞がある。

[0099] これに対し、本実施形態では、上アーム12側の2つの半導体チップ301が封止樹脂体300によって封止され、下アーム13側の2つの半導体チップ401が封止樹脂体400によって封止されている。すなわち、上アーム12と下アーム13とを、個別に一次モールディングしている。上下アーム11を一体的に封止する構成に較べて体格を小型化できるので、変形や未充填などが生じるのを抑制することができる。また、個別に成形した後に、ポッティングにより二次封止するため、樹脂体の本来の機能を低下させることなく、上下アーム11を構成する大型の半導体装置20を得ることができる。

[0100] なお、樹脂体70による封止構造を第1実施形態に示した半導体装置20に適用することもできる。

[0101] 本開示は、実施形態に準拠して記述されたが、本開示は当該実施形態や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

[0102] IGBT120, 130とFWD121, 131が同一チップに形成され

る例を示したが、互いに別チップに形成される構成にも適用できる。

[0103] スイッチング素子は、I G B Tに限定されない。たとえばM O S F E Tを採用することもできる。

[0104] 半導体装置20がターミナル303, 403を有する例を示したが、ターミナル303, 403を有さない構成としてもよい。複数の半導体チップ301でターミナル303を共通とし、複数の半導体チップ401でターミナル403を共通としてもよい。

[0105] 放熱面302a, 304a, 302a, 404aが、対応する封止樹脂体300, 400から露出される例を示した。しかしながら、放熱面302a, 304a, 302a, 404aが露出されない構成にも適用できる。

[0106] 第1半導体モジュール30が2つの半導体チップ301を有し、第2半導体モジュール40が2つの半導体チップ401を有する例を示したが、並列接続される半導体チップ301, 401の個数は上記例に限定されない。たとえば図13の第3変形例に示すように、上アーム側において3つの半導体チップ301が並列接続され、下アーム側において3つの半導体チップが並列接続された構成を採用することもできる。なお、半導体チップ301の個数と半導体チップ401の個数を異ならせてもよい。

[0107] 第1半導体モジュール30が中継端子307を有し、第2半導体モジュール40が中継端子408を有し、中継端子307, 408を接続する例を示したがこれに限定されない。2つの半導体モジュール30, 40の一方のみが中継端子を有してもよい。たとえば、第1半導体モジュール30が中継端子307を有し、第2半導体モジュール40が中継端子408を有さない構成としてもよい。この場合、中継端子307は、たとえば側面400eから露出するヒートシンク402の側面に接続される。側面400eからヒートシンク402が露出するため、樹脂体70による封止構造を採用するとよい。

[0108] また、図14の第4変形例に示すように、中継端子307, 408が出力端子を兼ねてもよい。図14では、第1半導体モジュール30が出力端子3

06を有しておらず、第2半導体モジュール40がダミー端子405を有していない。中継端子307が、ヒートシンク304のY方向の一端から正極端子305と同じ側に延設されている。また、中継端子408が、ヒートシンク402のY方向の一端から負極端子406と同じ側に延設されている。X方向において、中継端子307は正極端子305よりも第2半導体モジュール40に近い側に設けられ、中継端子408は負極端子406よりも第1半導体モジュール30に近い側に設けられている。そして、中継端子307、408が、X方向に延びるバスバー53を介して電氣的に接続されている。

[0109] また、図15の第5変形例に示すように、2つの半導体モジュール30、40の並び方向と半導体チップ301、401の並び方向とを異ならせてもよい。図15では、2つの半導体モジュール30、40がX方向に並んでい
るのに対し、複数の半導体チップ301はY方向に並んで配置されている。また、複数の半導体チップ401もY方向に並んで配置されている。なお、正極端子305及び負極端子406は、Y方向において同じ側に突出し、X方向において互いに隣り合っている。中継端子307、408は、出力端子を兼ねており、ともに正極端子305及び負極端子406とは反対側に突出している。信号端子309は第2半導体モジュール40に対して反対側に突出し、信号端子409も第1半導体モジュール30に対して反対側に突出している。

[0110] 正極端子305と負極端子406が、Y方向において同じ側に突出する例を示したがこれに限定されない。

請求の範囲

[請求項1] 上下アーム（１１）を構成し、冷却器（６１）に積層配置されて冷却される半導体装置であって、

上アーム（１２）を構成し、互いに並列に接続された複数の第１半導体素子（３０１）、複数の前記第１半導体素子を一体的に封止する第１樹脂体（３００）、及び各第１半導体素子の高電位側の電極と電氣的に接続され、前記第１樹脂体から突出する正極端子（３０５）、を有する第１半導体モジュール（３０）と、

下アーム（１３）を構成し、互いに並列に接続された複数の第２半導体素子（４０１）、複数の前記第２半導体素子を一体的に封止する第２樹脂体（４００）、及び各第２半導体素子の低電位側の電極と電氣的に接続され、前記第２樹脂体から突出する負極端子（４０６）、を有し、前記積層の方向と直交する方向において前記第１半導体モジュールと並んで配置された第２半導体モジュール（４０）と、を備え、

前記第１半導体モジュール及び前記第２半導体モジュールの少なくとも一方は、前記第１半導体素子の低電位側の電極と前記第２半導体素子の高電位側の電極とを電氣的に中継する中継端子（３０７、４０８）を有する半導体装置。

[請求項2] 前記負極端子は、前記第２樹脂体の側面のうち、前記正極端子が突出する前記第１樹脂体の側面（３００ｃ）と同じ側の面（４００ｃ）から突出している請求項１に記載の半導体装置。

[請求項3] 前記第１半導体モジュールと前記第２半導体モジュールとの並び方向において、

前記第１半導体モジュールの中心よりも前記第２半導体モジュールに近い部分から前記正極端子が突出し、

前記第２半導体モジュールの中心よりも前記第１半導体モジュールに近い部分から前記負極端子が突出している請求項２に記載の半導体

装置。

[請求項4] 前記正極端子及び前記負極端子は、前記第1樹脂体及び前記第2樹脂体の互いの対向面（300d，400e）からそれぞれ突出し、

前記正極端子の前記第1樹脂体から突出する部分、及び、前記負極端子の前記第2樹脂体から突出する部分は、前記第1半導体モジュールと前記第2半導体モジュールとの並び方向において、前記第1樹脂体と前記第2樹脂体との間に配置されている請求項1に記載の半導体装置。

[請求項5] 前記第1半導体モジュールと前記第2半導体モジュールとの並び方向において、前記正極端子の隣りに前記負極端子が配置されている請求項1～4いずれか1項に記載の半導体装置。

[請求項6] 前記積層の方向において、前記正極端子及び前記負極端子の少なくとも一部が互いに対向している請求項4に記載の半導体装置。

[請求項7] 前記第1半導体モジュールは、前記中継端子として、各第1半導体素子の低電位側の電極と電氣的に接続され、前記第1樹脂体から突出する第1中継端子（307）を有し、

前記第2半導体モジュールは、前記中継端子として、各第2半導体素子の高電位側の電極と電氣的に接続され、前記第2樹脂体から突出する第2中継端子（408）を有し、

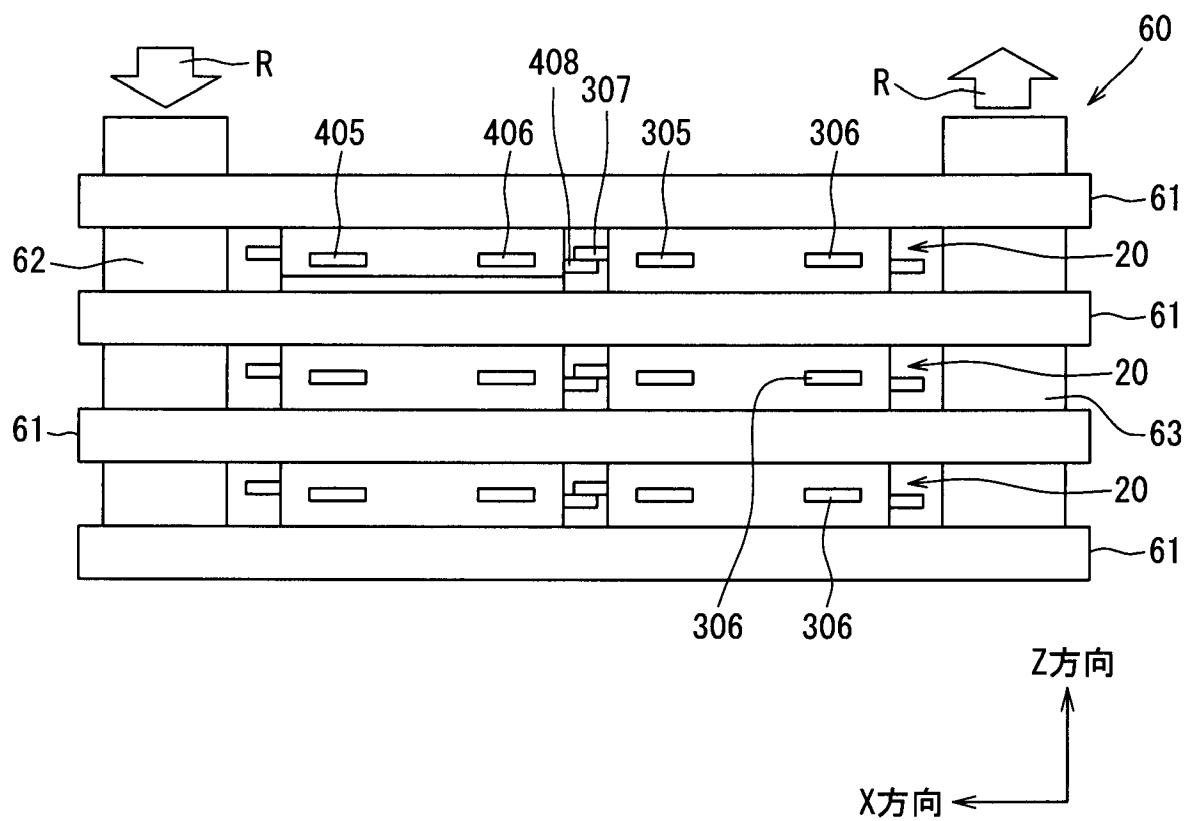
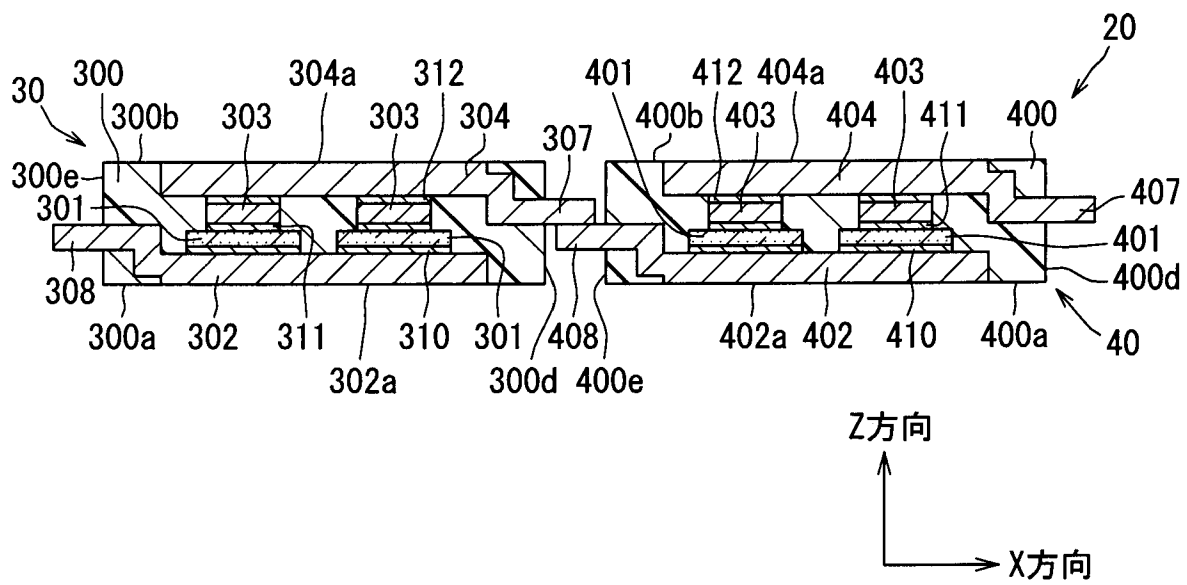
前記第1中継端子の前記第1樹脂体から突出する部分と、前記第2中継端子の前記第2樹脂体から突出する部分とが接続されている請求項1～6いずれか1項に記載の半導体装置。

[請求項8] 前記第1中継端子及び前記第2中継端子は、前記第1樹脂体及び前記第2樹脂体の互いの対向面（300d，400e）からそれぞれ突出し、

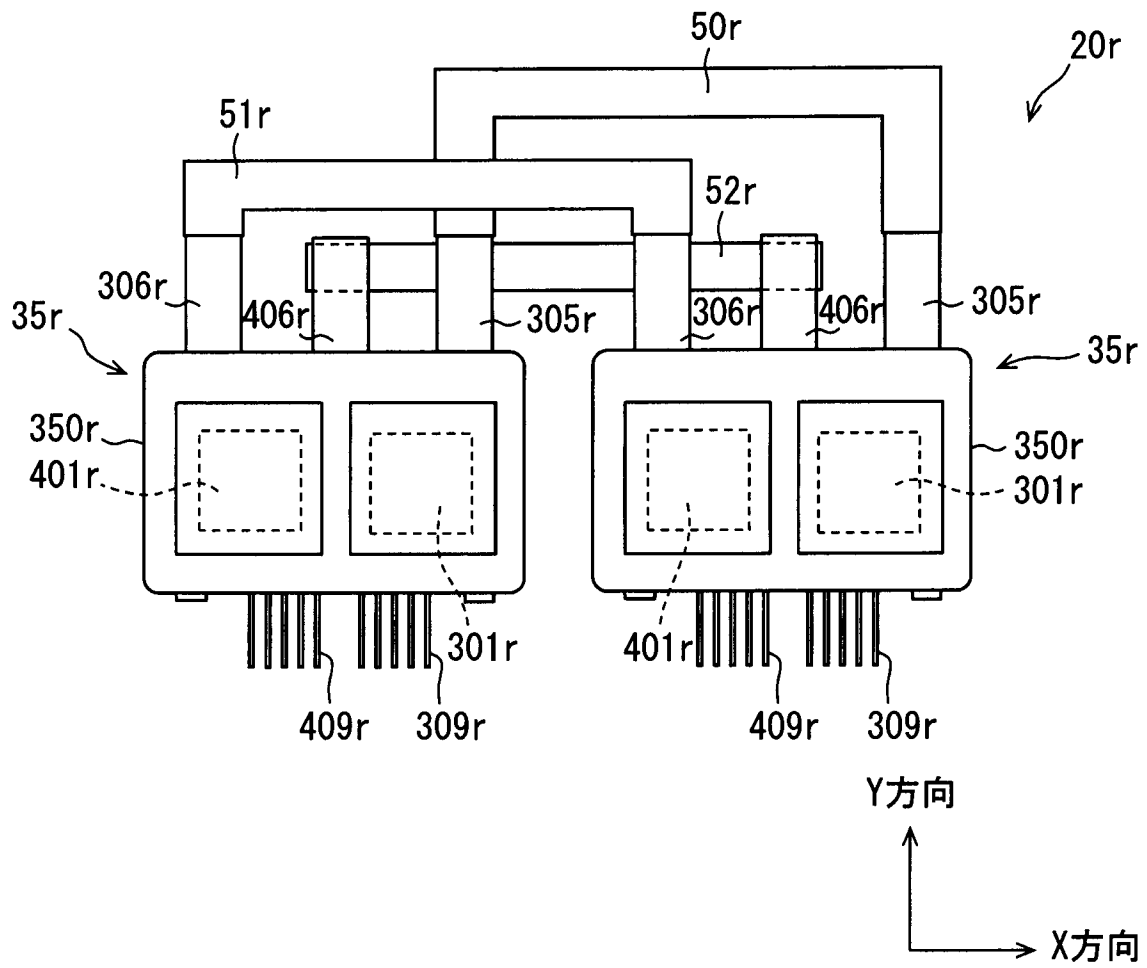
前記第1中継端子の前記第1樹脂体から突出する部分、及び、前記第2中継端子の前記第2樹脂体から突出する部分は、前記第1樹脂体と前記第2樹脂体との対向領域に配置されている請求項7に記載の半

導体装置。

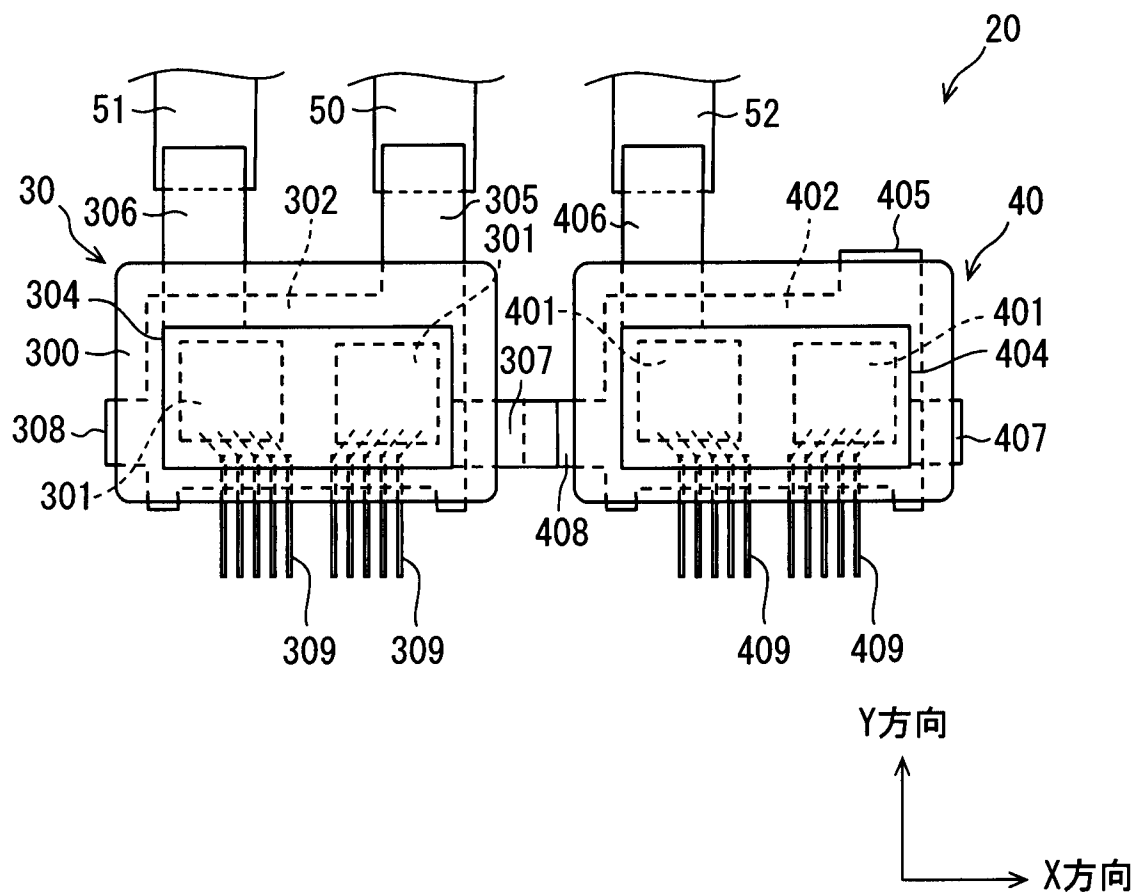
- [請求項9] 前記第1中継端子の前記第1樹脂体から突出する部分、及び、前記第2中継端子の前記第2樹脂体から突出する部分は、前記第1半導体モジュールと前記第2半導体モジュールとの並び方向及び前記積層の方向の両方向に直交する方向において、同じ位置となっている請求項8に記載の半導体装置。
- [請求項10] 前記第1半導体モジュールは、前記第1中継端子とは別に、各第1半導体素子の低電位側の電極と電氣的に接続され、前記第1樹脂体から突出する出力端子（306）を有する請求項7～9いずれか1項に記載の半導体装置。
- [請求項11] 前記第2半導体モジュールは、前記第2中継端子とは別に、各第2半導体素子の高電位側の電極と電氣的に接続され、前記第2樹脂体から突出する出力端子（414）を有する請求項7～9いずれか1項に記載の半導体装置。
- [請求項12] 前記第1半導体モジュールと前記第2半導体モジュールを一体的に保持する第3樹脂体（70）をさらに備える請求項1～11いずれか1項に記載の半導体装置。



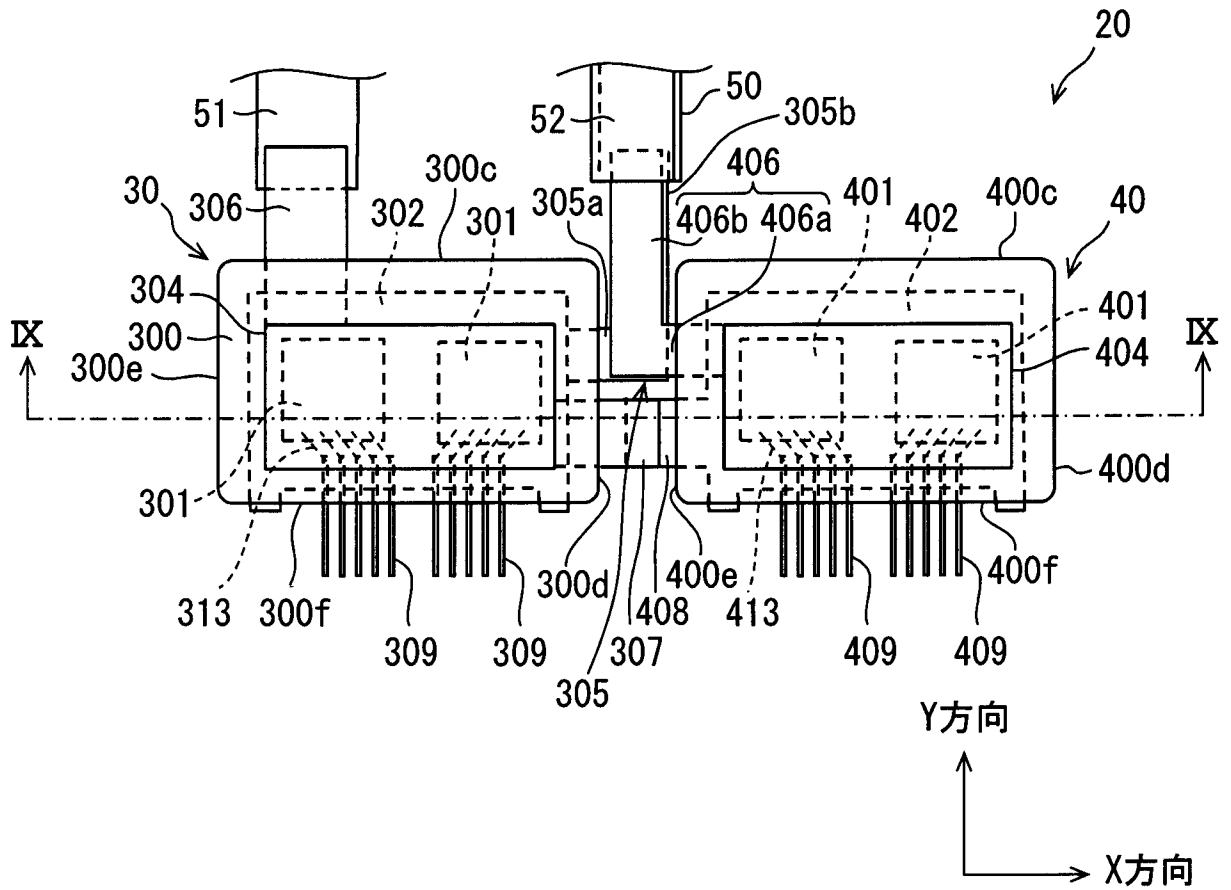
[図5]



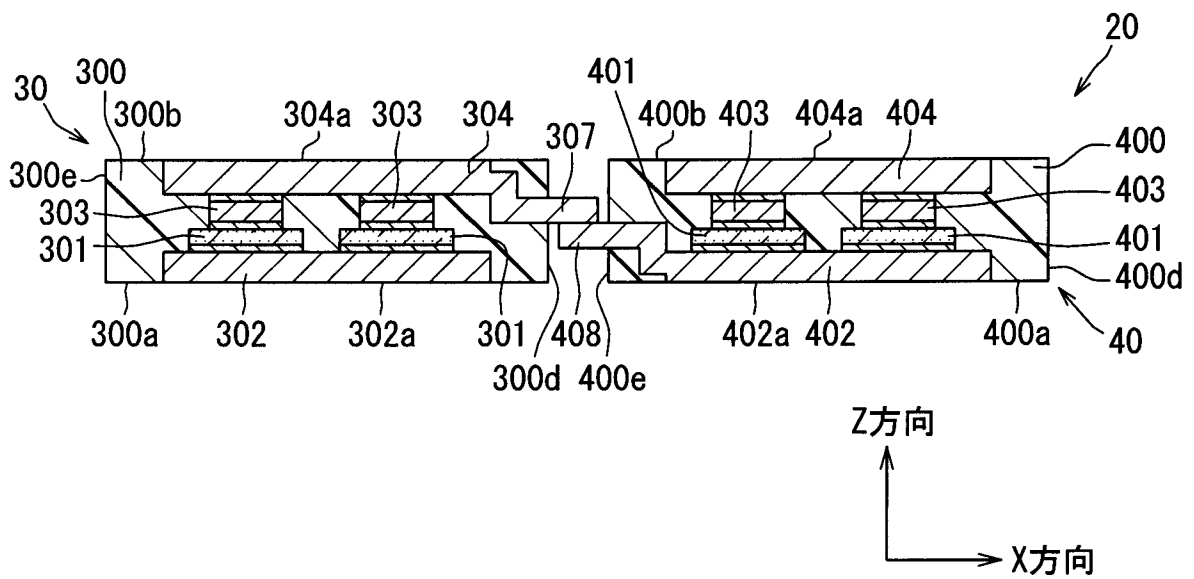
[図6]



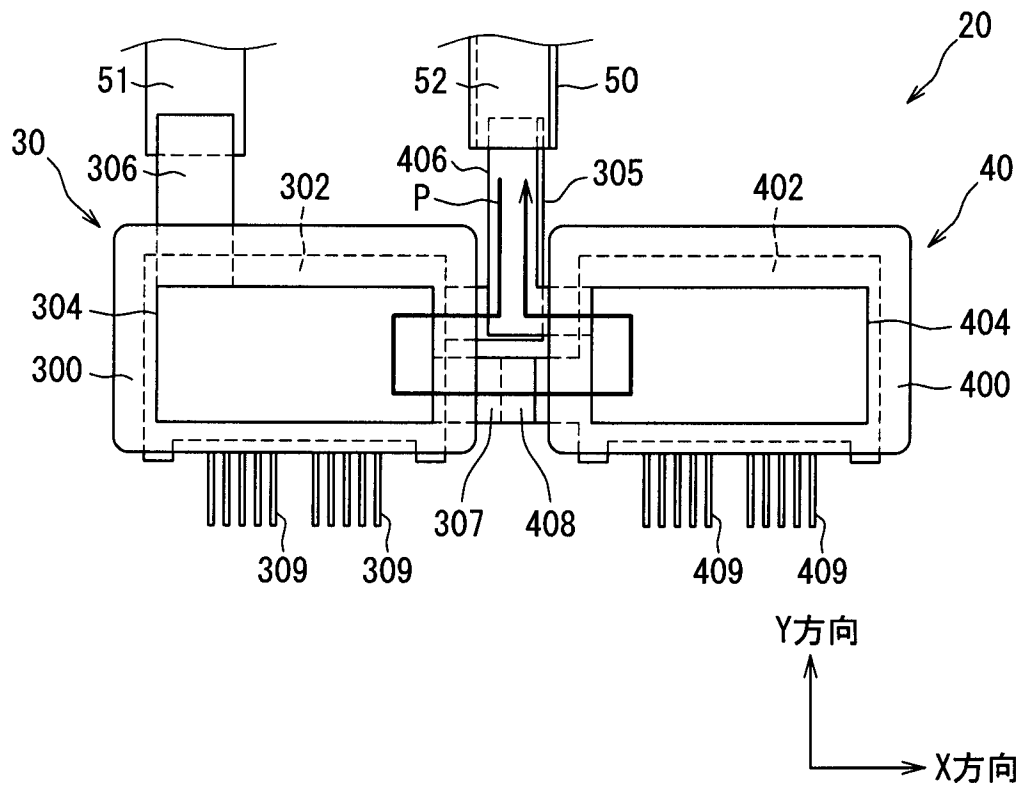
[図8]



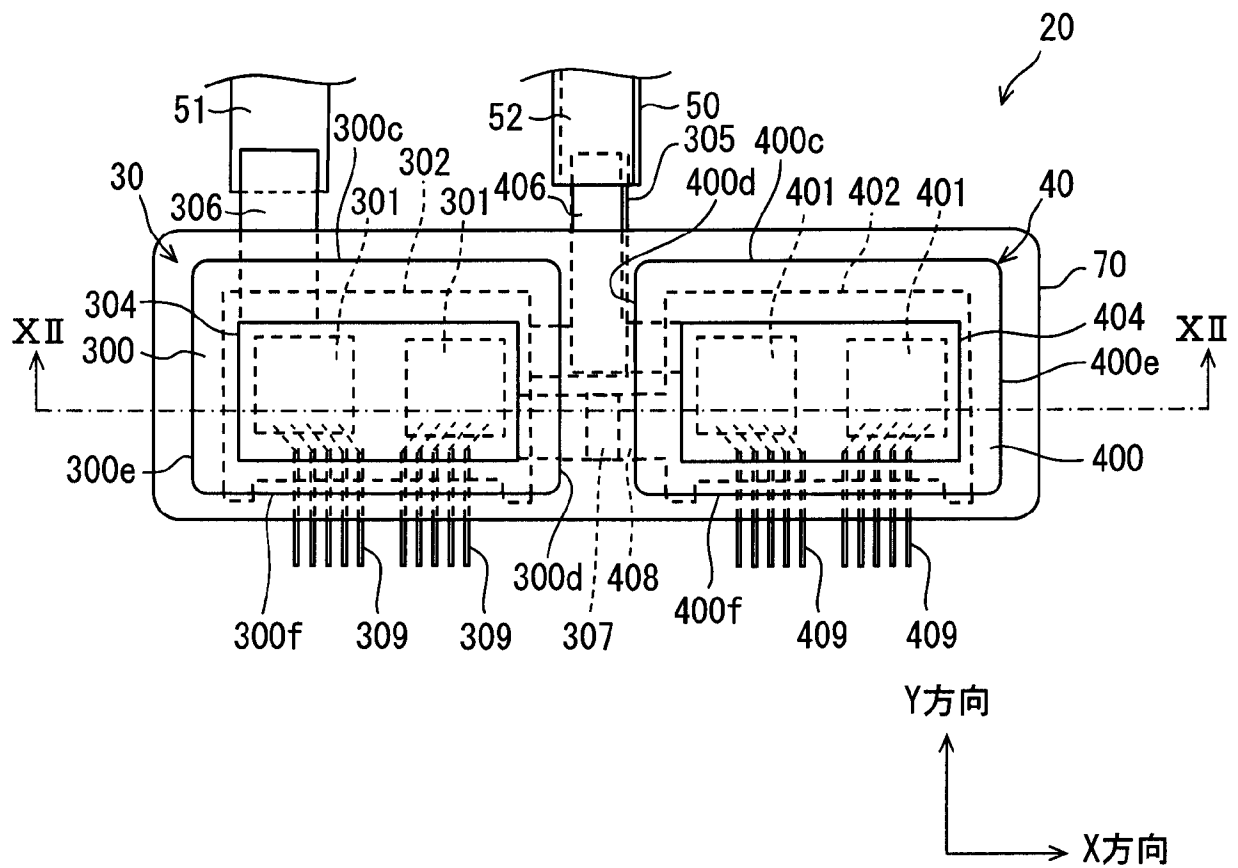
[図9]



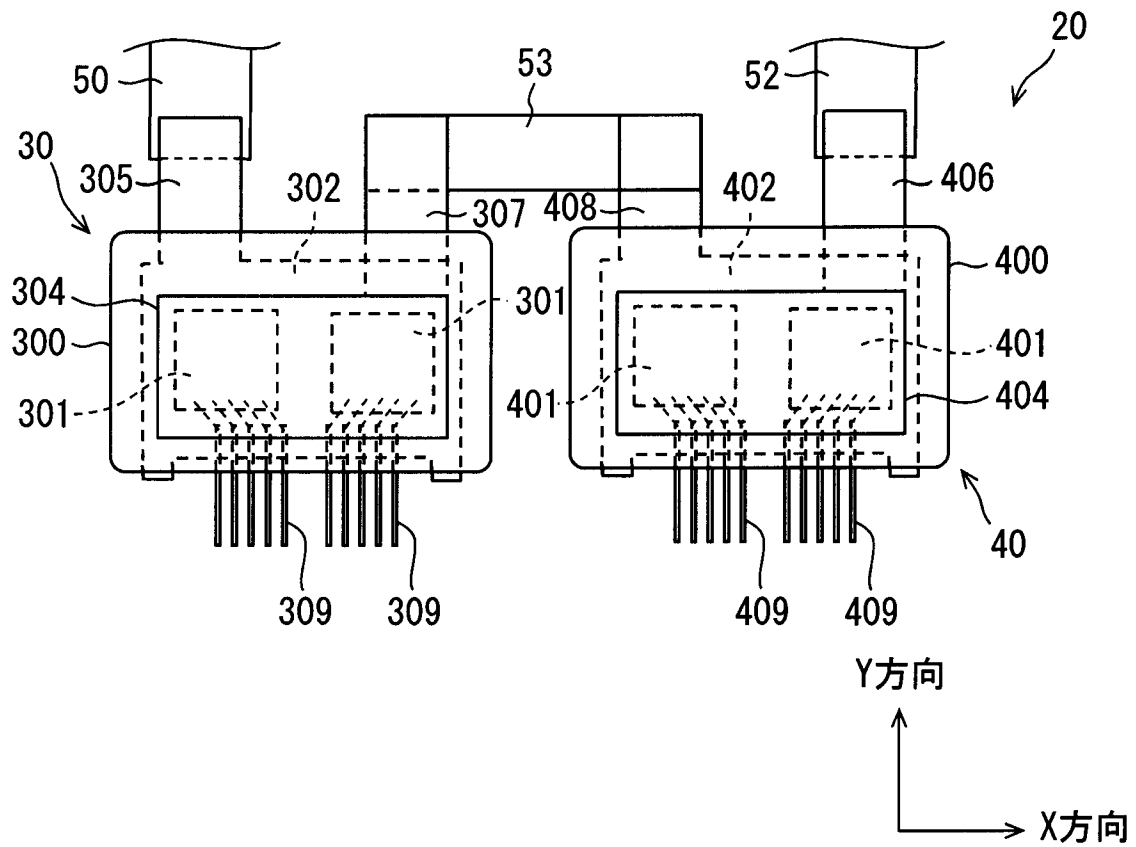
[図10]



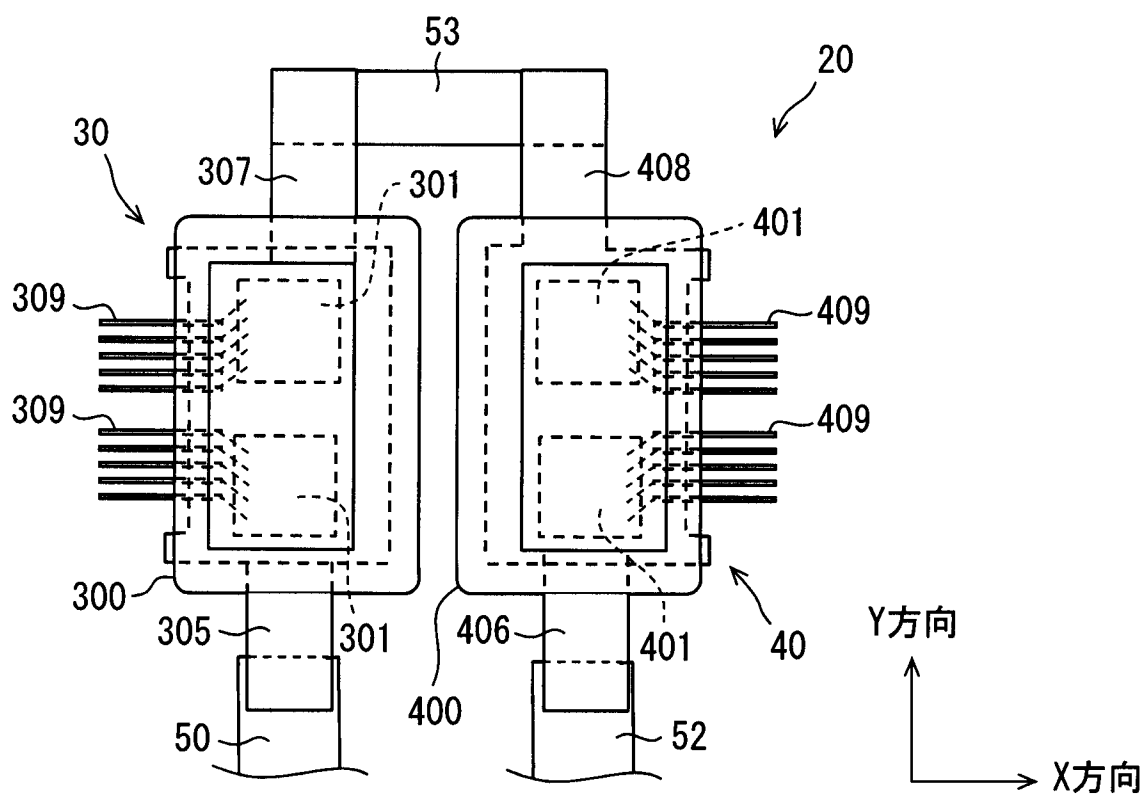
[図11]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/040519

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L25/07(2006.01)i, H01L23/29(2006.01)i, H01L25/18(2006.01)i, H02M7/48(2007.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H01L25/07, H01L23/29, H01L25/18, 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	1971-2017
Registered utility model specifications of Japan	1996-2017
Published registered utility model applications of Japan	1994-2017

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2009-188346 A (DENSO CORPORATION) 20 August 2009, paragraphs [0025]-[0039], fig. 1-4 & US 2009/0201708 A1, paragraphs [0041]-[0077], fig. 1-4 & DE 102009006869 A	1, 2 3-12
Y	WO 2015/001727 A1 (DENSO CORPORATION) 08 January 2015, paragraphs [0058], [0059], fig. 17-19 & US 2016/0133597 A1, paragraphs [0081], [0082], fig. 17-19 & JP 2015-15301 A & CN 105359269 A	3, 5, 7-12



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
18.12.2017

Date of mailing of the international search report
26.12.2017

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

International application No.

PCT/JP2017/040519

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2010/131679 A1 (ROHM CO., LTD.) 18 November 2010, paragraphs [0084]-[0087], [0129]-[0133], fig. 4, 14 & US 2012/0256194 A1, paragraphs [0143]-[0147], [0207]-[0209], fig. 4, 14 & JP 2015-35627 A & JP 2016-122869 A & US 2015/0371937 A1 & EP 2432014 A1	4, 6-12
Y	JP 2007-35670 A (DENSO CORPORATION) 08 February 2007, paragraphs [0020]-[0051], [0071], fig. 1, 2, 9 & US 2007/0018197 A1, paragraphs [0025]-[0046], [0058], fig. 1, 2, 9 & DE 102006032490 A & CN 1901187 A	7-12
A	JP 2015-95560 A (DENSO CORPORATION) 18 May 2015 & WO 2015/072105 A1	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L25/07(2006.01)i, H01L23/29(2006.01)i, H01L25/18(2006.01)i, H02M7/48(2007.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L25/07, H01L23/29, H01L25/18, H02M7/48

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2009-188346 A（株式会社デンソー） 2009.08.20, 段落[0025]-[0039], 図 1-4 & US 2009/0201708 A1, 段落[0041]-[0077], 図 1-4 & DE 102009006869 A	1, 2 3-12
Y	WO 2015/001727 A1（株式会社デンソー） 2015.01.08, 段落[0058], [0059], 図 17-19 & US 2016/0133597 A1, 段落[0081], [0082], 図 17-19 & JP 2015-15301 A & CN 105359269 A	3, 5, 7-12

☒ 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

18.12.2017

国際調査報告の発送日

26.12.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

秋山 直人

5 D

8393

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

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	WO 2010/131679 A1 (ローム株式会社) 2010.11.18, 段落[0084]-[0087], [0129]-[0133], 図 4, 14 & US 2012/0256194 A1, 段落[0143]-[0147], [0207]-[0209], 図 4, 14 & JP 2015-35627 A & JP 2016-122869 A & US 2015/0371937 A1 & EP 2432014 A1	4, 6-12
Y	JP 2007-35670 A (株式会社デンソー) 2007.02.08, 段落[0020]-[0051], [0071], 図 1, 2, 9 & US 2007/0018197 A1, 段落[0025]-[0046], [0058], 図 1, 2, 9 & DE 102006032490 A & CN 1901187 A	7-12
A	JP 2015-95560 A (株式会社デンソー) 2015.05.18, & WO 2015/072105 A1	1-12