

(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
2016年5月26日(26.05.2016)



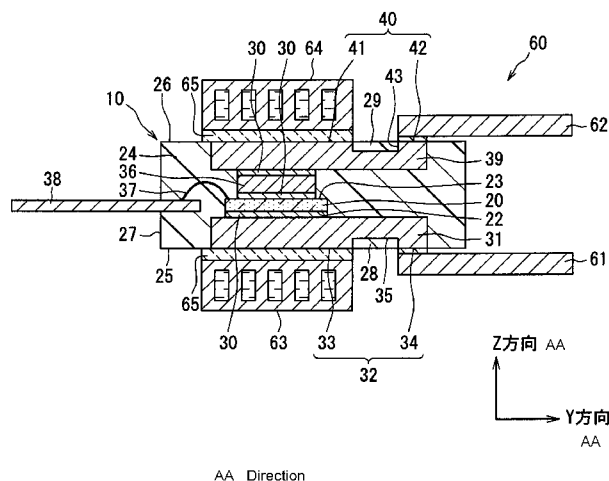
(10) 国際公開番号

WO 2016/079995 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 23/29 (2006.01) H01L 25/18 (2006.01)
H01L 25/07 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/005799
- (22) 国際出願日: 2015年11月20日(20.11.2015)
- (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 2014-236861 2014年11月21日(21.11.2014) 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: 奥村 知巳(OKUMURA, Tomomi); 〒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(KIN, Junhi); 〒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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE AND POWER MODULE

(54) 発明の名称: 半導体装置及びパワーモジュール



(57) Abstract: This semiconductor device is electrically connected to bus bars (61, 62) and is cooled through cooling units (63, 64) disposed on both surface sides thereof. The semiconductor device comprises: a semiconductor chip (20) having a first main electrode on a first main surface (22) and a second main electrode on a second main surface (23); an encapsulation resin body (24); a first heatsink (31) electrically connected to the first main electrode; and a second heatsink (39) electrically connected to the second main electrode. The first heatsink is exposed only to a first surface, and a surface thereof opposite to a surface on the semiconductor chip-side is exposed. The second heatsink is exposed only to a second surface and a surface thereof opposite to a surface on the semiconductor chip-side is exposed from the second surface. In the first and second heatsinks, exposed surfaces of the heatsinks electrically connected to the bus bars overlap the semiconductor chip and have heat dissipating areas (33, 41) and electrical connection areas (34, 42).

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2016/079995 A1



半導体装置は、バスバー（６１，６２）が電氣的に接続され、冷却器（６３，６４）が両面側に配置されて冷却される。半導体装置は、第１主電極を第１主面（２２）に有し、第２主電極を第２主面（２３）に有する半導体チップ（２０）と、封止樹脂体（２４）と、第１主電極と電氣的に接続される第１ヒートシンク（３１）と、第２主電極と電氣的に接続される第２ヒートシンク（３９）と、を備える。第１ヒートシンクは、第１面のみに露出されるとともに、半導体チップ側の面と反対の面が露出する。第２ヒートシンクは、第２面のみに露出されるとともに、半導体チップ側の面と反対の面が第２面から露出する。第１ヒートシンク及び第２ヒートシンクのうち、バスバーと電氣的に接続されるヒートシンクの露出面が、半導体チップと重なり、放熱領域（３３，４１）と、電気接続領域（３４，４２）と、を有する。

明 細 書

発明の名称：半導体装置及びパワーモジュール

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2014年11月21日に出願された日本国特許出願2014-236861号に基づくものであり、ここにその記載内容を参照により援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、電気中継部材としてのバスバーが電氣的に接続され、冷却器が両面側にそれぞれ配置されて冷却される両面冷却構造の半導体装置及び該半導体装置を備えるパワーモジュールに関する。

背景技術

[0003] 従来、特許文献1に記載のように、電気中継部材としてのバスバーが電氣的に接続され、冷却器が両面側にそれぞれ配置されて冷却される両面冷却構造の半導体装置が知られている。

[0004] このような両面冷却構造の半導体装置は、IGBT（絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）などの素子が形成された半導体チップ、半導体チップを封止する封止樹脂体、半導体チップの熱を放熱するための第1ヒートシンク及び第2ヒートシンクを備えている。半導体チップは、素子の第1主電極を第1主面に有し、第2主電極を第1主面と反対の第2主面に有している。封止樹脂体は、半導体チップの厚み方向において第1主面側の一面及び第2主面側の裏面を有するとともに、一面及び裏面を繋ぐ側面を有している。第1ヒートシンクは、半導体チップの第1主面側に配置され、第1主電極と電氣的に接続されている。第2ヒートシンクは、半導体チップの第2主面側に配置され、第2主電極と電氣的に接続されている。

[0005] また、第1ヒートシンクにおける半導体チップ側の面と反対の面が、封止樹脂体の一面から露出する露出面とされ、第2ヒートシンクにおける半導体チップ側の面と反対の面が、封止樹脂体の裏面から露出する露出面とされて

いる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1： J P 2 0 1 3 - 1 4 9 6 8 4 A

発明の概要

[0007] 従来の半導体装置では、各ヒートシンクの露出面に冷却器がそれぞれ取り付けられ、これにより半導体チップの熱が放熱される。一方、各ヒートシンクには、対応する外部接続用の端子（N端子、P端子、O端子など）がそれぞれ電氣的に接続されている。複数の端子は、封止樹脂体の側面から外部に引き出されており、対応するバスバーにそれぞれ電氣的に接続される。例えば端子の一つは、バスバー及び平滑用のコンデンサを介して、直流電源の正極に接続される。

[0008] このように、第1主電極と電氣的に接続された端子及び第2主電極と電氣的に接続された端子は、封止樹脂体の側面から外部に引き出されている。封止樹脂体は、トランスファモールディング法などにより成形されるため、端子の厚みが厚いと、封止樹脂体の成形時に樹脂のはみ出し等が生じる虞がある。このため、端子の厚みを薄くしなければならず、インダクタンスが増加する。すなわち、スイッチング時に生じるサージ電圧が問題になる。

[0009] 本開示は、外部接続用の端子に起因するインダクタンスの増加を抑制することのできる両面冷却構造の半導体装置及びパワーモジュール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、電気中継部材としてのバスバーが電氣的に接続され、冷却器が両面側にそれぞれ配置されて冷却される両面冷却構造の半導体装置である。半導体装置は、素子が形成され、該素子の第1主電極を第1主面に有し、素子の第2主電極を第1主面と反対の第2主面に有する半導体チップと、半導体チップの厚み方向において第1主面側の第1面及び第2主面側の第2面を有するとともに、第1面及び第2面を繋ぐ側面を有し、半導体チップを封止する封止樹脂体と、半導体チップの第1主面

側に配置され、第1主電極と電氣的に接続される第1ヒートシンクと、半導体チップの第2主面側に配置され、第2主電極と電氣的に接続される第2ヒートシンクと、を備える。第1ヒートシンクは、封止樹脂体の第1面、第2面、及び側面のうち、第1面のみに露出されるとともに、半導体チップ側の面と反対の面が露出する露出面とされる。第2ヒートシンクは、封止樹脂体の第1面、第2面、及び側面のうち、第2面のみに露出されるとともに、半導体チップ側の面と反対の面が第2面から露出する露出面とされる。第1ヒートシンク及び第2ヒートシンクのうち、バスバーと電氣的に接続されるヒートシンクの露出面が、厚み方向からの投影視において、半導体チップと重なる領域であり、冷却器が熱的に接続される放熱領域と、該放熱領域の周辺領域であり、バスバーが電氣的に接続される電気接続領域と、を有する。

[0011] これによれば、各ヒートシンクの露出面における放熱領域に、冷却器がそれぞれ熱的に接続される。したがって、半導体チップの熱を両面側に逃がすことができる。

[0012] また、各ヒートシンクの露出面における電気接続領域に、バスバーがそれぞれ電氣的に接続される。このように、外部接続用の端子（アウターリード）を介することなく、ヒートシンクにバスバーを接続する。外部接続用の端子を有さないため、厚さの薄い端子に起因するインダクタンスの増加を抑制することができる。

[0013] 本開示の別の一態様によれば、パワーモジュールは、半導体装置と、各ヒートシンクにおける前記露出面の前記放熱領域に対してそれぞれ配置され、前記半導体装置を冷却する冷却器と、前記第1ヒートシンクにおける前記露出面の前記電気接続領域に接続される第1バスバーと、前記第2ヒートシンクにおける前記露出面の前記電気接続領域に接続される第2バスバーと、を備える。前記第1バスバーと前記第2バスバーとが、前記厚み方向に直交する同一の方向であって前記半導体装置よりも外側まで延設されるとともに、前記厚み方向からの投影視において互いに重なる位置関係である。

[0014] さらに、本開示の別の一態様によれば、パワーモジュールは、半導体装置

と、各ヒートシンクにおける前記露出面の前記放熱領域に対してそれぞれ配置され、前記半導体装置を冷却する冷却器と、前記第1ヒートシンクにおける前記露出面の前記電気接続領域に接続される第1バスバーと、前記第2ヒートシンクにおける前記露出面の前記電気接続領域に接続される第2バスバーと、前記露出面の前記放熱領域と前記冷却器との間にそれぞれ介在され、前記半導体装置の熱を前記冷却器に伝達するとともに、前記半導体装置と前記冷却器とを電氣的に分離する絶縁板と、を備える。前記絶縁板が、前記放熱領域と前記冷却器との間よりも外側に延設されてなる延設部を有し、前記延設部により、前記放熱領域と前記電気接続領域とが分離されている。

[0015] これによれば、絶縁板の延設部によって冷却器とバスバーの沿面距離を稼ぐことができる。また、冷却器とバスバーの接触を抑制することができる。

[0016] 本開示の半導体装置及びパワーモジュールによれば、外部接続用の端子に起因するインダクタンスの増加を抑制できる。

図面の簡単な説明

[0017] 本開示についての上記および他の目的、特徴や利点は、添付図面を参照した下記詳細な説明から、より明確になる。添付図面において

[図1]図1は、半導体装置が適用される電力変換装置の概略構成を示す図であり、

[図2]図2は、第1実施形態に係る半導体装置を備えたパワーモジュールの概略構成を示す平面図であり、

[図3]図3は、図2のIII-III線に沿う断面図であり、

[図4]図4は、第2実施形態に係るパワーモジュールの概略構成を示す平面図であり、

[図5]図5は、図4に対してパワーモジュールを背面側から見た平面図であり、

[図6]図6は、図4において、半導体装置のうち、封止樹脂体を省略した平面図であり、

[図7]図7は、図4のVII-VII線に沿う断面図であり、

[図8]図8は、図4のVIII-VIII線に沿う断面図であり、

[図9]図9は、第3実施形態に係る半導体装置を備えたパワーモジュールの概略構成を示す断面図であり、図3に対応しており、

[図10]図10は、第4実施形態に係る半導体装置を備えたパワーモジュールの概略構成を示す平面図であり、

[図11]図11は、図10に示すXI-XI線に沿う断面図であり、

[図12]図12は、第5実施形態に係る半導体装置を備えたパワーモジュールの概略構成を示す平面図であり、

[図13]図13は、図12に示すXIII-XIII線に沿う断面図であり、

[図14]図14は、第1変形例を示す断面図であり、図3に対応しており、

[図15]図15は、第2変形例を示す平面図であり、図2に対応している。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本開示の実施形態を、図面を参照して説明する。以下に示す各実施形態において、共通乃至関連する要素には同一の符号を付与するものとする。また、半導体チップの厚み方向をZ方向、Z方向に直交する一方向をX方向、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。上記したX方向及びY方向により規定されるXY面が、Z方向に直交する面であり、特に断わりのない限り、XY面に沿う形状を平面形状とする。

[0019] (第1実施形態)

先ず、図1に基づき、本実施形態の半導体装置（パワーモジュール）が適用される電力変換装置の一例について説明する。

[0020] 図1に示す電力変換装置100は、直流電源101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102に出力するように構成されている。このような電力変換装置100は、例えば電気自動車やハイブリッド車に搭載される。なお、電力変換装置100は、モータ102により発電された電力を、直流に変換して直流電源101（バッテリー）に充電することもできる。図2に示す符号103は、平滑コンデンサである。

[0021] 電力変換装置100は、三相インバータを有している。三相インバータは

、直流電源１０１の正極（高電位側）に接続された高電位電源ライン１０４と、負極（低電位側）に接続された低電位電源ライン１０５との間に設けられた三相分の上下アームを有している。本実施形態では、６つのアームが、それぞれ半導体装置１０によって構成されている。

[0022] 半導体装置１０は、ＩＧＢＴ素子と、該ＩＧＢＴ素子に逆並列に接続された還流用のＦＷＤ（Free wheel diode）素子と、を備えている。本実施形態では、ｎチャネル型のＩＧＢＴ素子を採用している。ＦＷＤ素子のカソード電極は、コレクタ電極と共通化され、アノード電極はエミッタ電極と共通化されている。

[0023] 半導体装置１０において、上アーム側のＩＧＢＴ素子のコレクタ電極は、高電位電源ライン１０４と電氣的に接続され、エミッタ電極は、モータ１０２の対応する三相線１０６に接続されている。一方、下アーム側のＩＧＢＴ素子のコレクタ電極は、モータ１０２の対応する三相線１０６に接続され、エミッタ電極は、低電位電源ライン１０５と電氣的に接続されている。

[0024] なお、電力変換装置１００は、上記した三相インバータに加えて、直流電源１０１から供給される直流電圧を昇圧する昇圧コンバータ、三相インバータや昇圧コンバータを構成するスイッチング素子の動作を制御する制御部を有してもよい。

[0025] 次に、図２及び図３に基づき、半導体装置１０及び該半導体装置１０を備えるパワーモジュール６０の構成について説明する。

[0026] 先ず半導体装置１０について説明する。この半導体装置１０は、所謂１ｉｎ１パッケージとして知られている。図２に示すように、半導体装置１０は、２つの半導体チップ２０、２１を備えている。半導体チップ２０は、シリコンなどの半導体基板に、素子としてＩＧＢＴ素子が形成されてなる。半導体チップ２１は、半導体基板に、素子としてＦＷＤ素子が形成されてなる。本実施形態において、半導体チップ２０、２１が、本開示の半導体チップに相当する。なお、ＩＧＢＴ素子とＦＷＤ素子が同一の半導体チップに形成されてもよい。

- [0027] これら半導体チップ20, 21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。また、半導体チップ20, 21の平面形状は、ともに略矩形状とされている。
- [0028] 半導体チップ20, 21は、Z方向に直交する面として、第1主面22と、第1主面22と反対の第2主面23と、を有している。IGBT素子及びFWD素子は、ともにZ方向に電流が流れるように所謂縦型構造をなしている。半導体チップ20は、第1主面22側に、第1主電極としてコレクタ電極を有し、第2主面23に、第2主電極としてエミッタ電極を有している。第2主面23には、エミッタ電極以外にも、ゲート電極用などのパッドが形成されている。一方、半導体チップ21は、第1主面22側に、第1主電極としてカソード電極を有し、第2主面23に、第2主電極としてアノード電極を有している。
- [0029] これら半導体チップ20, 21は、封止樹脂体24によって封止されている。封止樹脂体24は、たとえばエポキシ系樹脂からなる。封止樹脂体24は、平面略矩形状をなしており、Z方向に直交する一面25と、一面25と反対の裏面26と、一面25と裏面26とをつなぐ側面27と、を有している。一面25及び裏面26は、平坦面となっている。一面25は第1面に相当し、裏面26は第2面に相当する。
- [0030] また、封止樹脂体24は、絶縁分離部28, 29を有している。これら絶縁分離部28, 29の詳細については、後述する。
- [0031] 半導体チップ20において、コレクタ電極は第1主面22のほぼ全面に形成されている。コレクタ電極は、はんだ30を介して、第1ヒートシンク31と電氣的、熱的、且つ機械的に接続されている。同じく、カソード電極も、図示しないはんだを介して、第1ヒートシンク31と電氣的、熱的、且つ機械的に接続されている。
- [0032] 第1ヒートシンク31は、半導体チップ20, 21の生じた熱を半導体装置10の外部に放熱する機能とともに、半導体チップ20, 21と後述する第1バスバー61とを電氣的に中継する機能を果たす。第1ヒートシンク3

1 は、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る。例えば、銅、銅合金、アルミ合金などの熱伝導性及び電気伝導性に優れた金属材料からなる。第1 ヒートシンク 31 の表面のうち、半導体チップ 20, 21 との対向面であってはんだ 30 が配置されない領域と、側面とは、封止樹脂体 24 により被覆されている。一方、対向面と反対の面は、封止樹脂体 24 の一面 25 から露出する露出面 32 となっている。この露出面 32 は、封止樹脂体 24 の一面 25 とほぼ面一となっている。

[0033] 第1 ヒートシンク 31 の露出面 32 は、放熱領域 33 と、電気接続領域 34 と、を有している。本実施形態では、第1 ヒートシンク 31 に溝部 35 が形成され、この溝部 35 によって、露出面 32 が Y 方向に二分割されている。溝部 35 は、X 方向に沿いつつ、第1 ヒートシンク 31 の一端から他端にわたって形成されている。この溝部 35 により、露出面 32 が、放熱領域 33 と電気接続領域 34 とに区画されている。放熱領域 33 及び電気接続領域 34 は、ともに平面矩形状をなしている。

[0034] 放熱領域 33 は、Z 方向からの投影視において、半導体チップ 20, 21 と重なる領域を含んでいる。換言すれば、Z 方向に直交する座標系（XY 座標系）において、半導体チップ 20, 21 と重なるように設定されている。そして、放熱領域 33 には、後述する第1 冷却器 63 が熱的に接続される。したがって、露出面 32 のうち、放熱領域 33 は、半導体チップ 20, 21 の放熱に寄与する。

[0035] 一方、電気接続領域 34 は、露出面 32 のうち、放熱領域 33 を除く部分である。電気接続領域 34 は、Z 方向からの投影視において、半導体チップ 20, 21 と重ならない領域である。換言すれば、Z 方向に直交する座標系において、半導体チップ 20, 21 と重ならないように設定されている。この電気接続領域 34 には、溶接などによって第1 バスバー 61 が電氣的に接続される。このように、露出面 32 のうち、電気接続領域 34 は、半導体チップ 20, 21 と第1 バスバー 61 との電氣的な接続（中継）に寄与する。Y 方向において、電気接続領域 34 は、封止樹脂体 24 の側面 27 のうち、

後述する信号端子 38 が突出する面に対して、放熱領域 33 よりも遠い位置となっている。

[0036] なお、半導体チップ 20, 21 の熱を逃がすために、放熱領域 33 は大きいほうが好ましい。一方、電気接続領域 34 は、第 1 バスバー 61 との接続が確保できればよい。このため、電気接続領域 34 の面積よりも、放熱領域 33 の面積のほうが大きくなっている。

[0037] 第 1 ヒートシンク 31 の溝部 35 内には封止樹脂体 24 が配置され、封止樹脂体 24 による絶縁分離部 28 が構成されている。絶縁分離部 28 は、封止樹脂体 24 の他の部分と連結されている。絶縁分離部 28 の表面も、封止樹脂体 24 の一面 25 の他の部分同様、露出面 32 と略面一となっている。

[0038] 半導体チップ 20 において、エミッタ電極は第 2 主面 23 の一部分に形成されている。エミッタ電極は、はんだ 30 を介して、ターミナル 36 と電氣的、熱的、且つ機械的に接続されている。ターミナル 36 は、後述する第 2 ヒートシンク 39 と各半導体チップ 20, 21 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。例えば、銅やモリブデンなどの熱伝導性及び電気伝導性に優れた金属材料からなる。なお、図示しないが、半導体チップ 21 のアノード電極も、はんだを介してターミナルと電氣的、熱的、且つ機械的に接続されている。

[0039] また、半導体チップ 20 の第 2 主面 23 には、エミッタ電極の形成領域を除く外周領域の一部に、図示しない外部接続用のパッドが形成されている。本実施形態では、パッドとして、ゲート電極用のみならず、エミッタ電極の電位を検出するケルビンエミッタ用、半導体素子の温度を検出する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、電流センス用が形成されている。パッドには、ボンディングワイヤ 37 を介して、信号端子 38 が電氣的に接続されている。信号端子 38 は、図 2 に示すように、Y 方向に延設されている。そして、その一部が封止樹脂体 24 の側面 27 のひとつから外部に突出している。このように、信号端子 38 は、外部機器との電氣的な接

続が可能となっている。信号端子 38 が突出する側面 27 は、放熱領域 33 及び電気接続領域 34 の並び方向に直交する面（Z X 面）であって、放熱領域 33 側の面である。

[0040] ターミナル 36 における半導体チップ 20 と反対の面には、はんだ 30 を介して、第 2 ヒートシンク 39 が電氣的、熱的、且つ機械的に接続されている。同じく、半導体チップ 21 側のターミナルも、はんだを介して第 2 ヒートシンク 39 と電氣的、熱的、且つ機械的に接続されている。

[0041] 第 2 ヒートシンク 39 は、半導体チップ 20, 21 の生じた熱を半導体装置 10 の外部に放熱する機能とともに、半導体チップ 20, 21 と後述する第 2 バスバー 62 とを電氣的に中継する機能を果たす。この第 2 ヒートシンク 39 は、第 1 ヒートシンク 31 同様の構成となっている。第 2 ヒートシンク 39 は、Z 方向からの投影視において、第 1 ヒートシンク 31 と大部分が重なるように設けられている。例えば第 2 ヒートシンク 39 が、第 1 ヒートシンク 31 とほぼ一致する構成としてもよい。

[0042] 第 2 ヒートシンク 39 は、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る。第 2 ヒートシンク 39 の表面のうち、半導体チップ 20, 21 側の面であってはんだ 30 が配置されない領域と、側面とは、封止樹脂体 24 により被覆されている。一方、半導体チップ 20, 21 側の面と反対の面は、封止樹脂体 24 の裏面 26 から露出する露出面 40 となっている。この露出面 40 は、裏面 26 とほぼ面一となっている。

[0043] 第 2 ヒートシンク 39 の露出面 40 も、露出面 32 同様、放熱領域 41 と、電気接続領域 42 と、を有している。露出面 40 は、溝部 43 によって Y 方向に 2 分割されている。溝部 43 は、X 方向に沿いつつ、第 2 ヒートシンク 39 の一端から他端にわたって形成されている。この溝部 43 により、露出面 40 が、放熱領域 41 と電気接続領域 42 とに区画されている。放熱領域 41 及び電気接続領域 42 は、ともに平面矩形状をなしている。

[0044] 放熱領域 41 は、Z 方向からの投影視において、半導体チップ 20, 21 と重なる領域を含んでいる。換言すれば、Z 方向に直交する座標系において

、半導体チップ20、21と重なるように設定されている。本実施形態では、Z方向からの投影視において、放熱領域41が放熱領域33にほぼ一致する。この放熱領域41には、後述する第2冷却器64が熱的に接続される。したがって、露出面40のうち、放熱領域41は、半導体チップ20、21の放熱に寄与する。

[0045] 一方、電気接続領域42は、露出面40のうち、放熱領域41を除く部分である。電気接続領域42は、Z方向からの投影視において、半導体チップ20、21と重ならない領域である。換言すれば、Z方向に直交する座標系において、半導体チップ20、21と重ならないように設定されている。この電気接続領域42には、溶接などによって、第2バスバー62が電氣的に接続される。このように、露出面40のうち、電気接続領域42は、半導体チップ20、21と第2バスバー62との電氣的な接続（中継）に寄与する。

[0046] 本実施形態では、Y方向において、電気接続領域42が、封止樹脂体24の側面27のうち、信号端子38が突出する面に対して、放熱領域41よりも遠い位置となっている。すなわち、露出面32における放熱領域33と電気接続領域34と同じ並びになっている。そして、Z方向からの投影視において、電気接続領域42と電気接続領域34が互いに重なる位置関係となっている。本実施形態では、その一例として、電気接続領域34、42同士がほぼ一致している。

[0047] なお、半導体チップ20、21の熱を逃がすために、放熱領域41は大きいほうが好ましい。一方、電気接続領域42は、第2バスバー62との接続が確保できればよい。このため、電気接続領域42の面積よりも、放熱領域41の面積のほうが大きくなっている。

[0048] 第2ヒートシンク39の溝部43内にも封止樹脂体24が配置され、封止樹脂体24により絶縁分離部29が構成されている。この絶縁分離部29も、封止樹脂体24の他の部分と連結されている。絶縁分離部29の表面は、封止樹脂体24の裏面26の他の部分同様、露出面40と略面一となっている。

る。なお、以下においては、第1ヒートシンク31及び第2ヒートシンク39を、ヒートシンク31, 39とも称する。

[0049] 次に、上記した半導体装置10を備えるパワーモジュール60について説明する。

[0050] 図2及び図3に示すように、パワーモジュール60は、第1バスバー61、第2バスバー62、第1冷却器63、第2冷却器64、及び絶縁板65を備えている。以下においては、第1バスバー61及び第2バスバー62を、バスバー61, 62とも称する。また、第1冷却器63及び第2冷却器64を、冷却器63, 64とも称する。

[0051] 第1バスバー61及び第2バスバー62は、それぞれ銅などの導電材料を用いて形成されており、対応するヒートシンク31, 39の電気接続領域34, 42に溶接などによって電氣的に接続される。半導体装置10が上アーム側の場合、第1ヒートシンク31の電気接続領域34に接続される第1バスバー61は、高電位電源ライン104の少なくとも一部を構成する。具体的には、平滑コンデンサ103の正極側と半導体チップ20のコレクタ電極及び半導体チップ21のカソード電極とを電氣的に中継する。第2ヒートシンク39の電気接続領域42に接続される第2バスバー62は、三相線106の少なくとも一部を構成する。具体的には、モータ102と半導体チップ20のエミッタ電極及び半導体チップ21のアノード電極とを電氣的に中継する。

[0052] なお、半導体装置10が下アーム側の場合、第1バスバー61は、三相線106の少なくとも一部を構成する。第2バスバー62は、低電位電源ライン105の少なくとも一部を構成する。具体的には、平滑コンデンサ103の負極側と半導体チップ20のエミッタ電極及び半導体チップ21のアノード電極とを電氣的に中継する。

[0053] バスバー61, 62は、ともに平板とされ、Y方向を長手とする平面矩形状をなしている。そして、バスバー61, 62は、対応する電気接続領域34, 42から放熱領域33, 41と反対方向に、半導体装置10の外側まで

延設されている。また、Z方向からの投影視において、第1バスバー61と第2バスバー62とが互いに重なる位置関係となっている。

[0054] 第1冷却器63及び第2冷却器64は、たとえば内部に冷媒が流通されるものであり、半導体装置10からの熱を効果的に放熱するようにした一般的なものを採用できる。第1冷却器63は、第1ヒートシンク31の放熱領域33に対応して配置される。第2冷却器64は、第2ヒートシンク39の放熱領域41に対応して配置される。

[0055] 各冷却器63、64と、対応する放熱領域33、41との間には、絶縁板65がそれぞれ介在される。絶縁板65は、半導体装置10と冷却器63、64とを電氣的に絶縁する絶縁性を有するとともに、半導体装置10から冷却器63、64へ良好に熱を伝達する熱伝導性を有している。このような絶縁板65は、窒化ケイ素やアルミナなどのセラミックスを用いて形成され、上記した絶縁性、熱伝導性を確保すべく、所定厚さを有している。

[0056] 絶縁板65は、第1ヒートシンク31における露出面32の放熱領域33と対向するように、Z方向において一面25側に配置される。また、別の絶縁板65が、第2ヒートシンク39における露出面40の放熱領域41と対向するように、Z方向において裏面26側に配置されている。絶縁板65は、例えばシリコン系のグリスを介して、対応する放熱領域33、41及び冷却器63、64に固定される。

[0057] 第1バスバー61と第1冷却器63との間には、封止樹脂体24からなる絶縁分離部28が介在される。すなわち、Y方向において、第1バスバー61と第1冷却器63との間には隙間が存在する。また、第2バスバー62と第2冷却器64との間には、封止樹脂体24からなる絶縁分離部29が介在される。すなわち、Y方向において、第2バスバー62と第2冷却器64との間には隙間が存在する。

[0058] 次に、上記した半導体装置10の製造方法について簡単に説明する。本実施形態では、一例として、封止樹脂体24の成形後に切削を行うことで、露出面32、40を露出させる例を示す。半導体装置10の製造方法について

は、例えば特開 2007-27794 号公報の記載を援用することができる。

[0059] 先ず、半導体チップ 20、21、ヒートシンク 31、39、ターミナル 36、信号端子 38 をそれぞれ準備する。このとき、ヒートシンク 31、39 として、溝部 35、43 が形成されたものを準備する。

[0060] 次いで、封止樹脂体 24 を成形する前の接続工程を実施する。この接続工程では、はんだ 30 を介して、第 1 ヒートシンク 31 と半導体チップ 20、21 とを接続する。また、はんだ 30 を介して、半導体チップ 20、21 とターミナル 36 とを接続する。次いで、ボンディングワイヤ 37 により、信号端子 38 と半導体チップ 20 のパッドとを接続する。さらには、はんだ 30 を介して、ターミナル 36 と第 2 ヒートシンク 39 とを接続する。

[0061] 次いで、上記接続工程を経て形成された構造体を、図示しない金型に配置し、金型のキャビティ内に樹脂を注入して、封止樹脂体 24 を成形する。この成形工程では、エポキシ樹脂を用いたトランスファモールディング法により、封止樹脂体 24 を成形する。このとき、各ヒートシンク 31、39 が完全に被覆されるように、封止樹脂体 24 を成形する。

[0062] 次いで、切削工程を実施する。この切削工程では、封止樹脂体 24 の側面 27 を、図示しない押さえ治具により真空チャックしつつ、X 方向両側から封止樹脂体 24 を押圧する。そして、この状態で、封止樹脂体 24 の一面 25 側を、第 1 ヒートシンク 31 とともに切削する。次いで、裏面 26 側を、第 2 ヒートシンク 39 とともに切削する。

[0063] この切削により、ヒートシンク 31、39 の露出面 32、40 が封止樹脂体 24 から露出される。また、本実施形態では、露出面 32 が周囲の一面 25 と略面一となり、露出面 40 が周囲の裏面 26 と略面一となる。この切削では、溝部 35、43 の底よりも浅い位置で切削するため、切削後も、溝部 35、43 及び絶縁分離部 28、29 が残る。

[0064] なお、金属材料を用いて形成されたヒートシンク 31、39 と封止樹脂体 24 とでは、構成材料の硬さが異なるため、切削量に多少の差ができ、実際

には、露出面 32 と一面 25 との間、及び、露出面 40 と裏面 26 との間に、それぞれ数 μm 以下（たとえば $2\mu\text{m}$ 以下）の段差が生じる。しかしながら、数 μm 以下であり、このような極微小な段差のある状態については、略面一にあるとする。

[0065] そして、リードフレームにおける図示しないタイバーの切断などを経て、半導体装置 10 を得ることができる。

[0066] 次に、上記した半導体装置 10 及びパワーモジュール 60 の効果について説明する。

[0067] 本実施形態では、各ヒートシンク 31、39 の露出面 32、40 における放熱領域 33、41 に、冷却器 63、64 がそれぞれ熱的に接続される。したがって、半導体チップ 20、21 の熱を、半導体装置 10 の両面側に逃がすことができる。

[0068] また、各ヒートシンク 31、39 の露出面 32、40 における電気接続領域 34、42 に、バスバー 61、62 がそれぞれ電氣的に接続される。このように、外部接続用の端子（アウターリード）を介することなく、ヒートシンク 31、39 にバスバー 61、62 を接続する。外部接続用の端子を有さないため、厚さの薄い端子に起因するインダクタンスの増加を抑制することができる。すなわち、スイッチング時に生じるサージ電圧を抑制することができる。

[0069] また、露出面 32 の電気接続領域 34 と、露出面 40 の電気接続領域 42 とが、Z 方向からの投影視において互いに重なる位置関係となっている。このため、電気接続領域 34 に接続される第 1 バスバー 61 と、電気接続領域 42 に接続される第 2 バスバー 62 も、Z 方向からの投影視において、互いに重なる位置関係となる。第 1 バスバー 61 と第 2 バスバー 62 とは、電流の流れる方向が逆向きであるので、互いに磁束を打ち消しあう効果を高めることができる。これにより、寄生インダクタンスを低減することができる。すなわち、スイッチング時に生じるサージ電圧をより効果的に抑制することができる。

[0070] さらに、露出面 3 2 において、放熱領域 3 3 と電気接続領域 3 4 とが、封止樹脂体 2 4 によって分離されている。したがって、放熱領域 3 3 と電気接続領域 3 4 の間に封止樹脂体 2 4 が配置されない構成、例えば放熱領域 3 3 と電気接続領域 3 4 とが連続する構成、に較べて、第 1 バスバー 6 1 と第 1 冷却器 6 3 の沿面距離を稼ぐことができる。また、第 1 バスバー 6 1 と第 1 冷却器 6 3 の接触（短絡）を抑制することができる。同じく、露出面 4 0 において、放熱領域 4 1 と電気接続領域 4 2 とが、封止樹脂体 2 4 によって分離されている。その効果は、上記と同じである。

[0071] 特に本実施形態では、第 1 ヒートシンク 3 1 が、放熱領域 3 3 と電気接続領域 3 4 の間に溝部 3 5 を有し、溝部 3 5 内に封止樹脂体 2 4 が配置されて絶縁分離部 2 8 が形成されている。同じく、第 2 ヒートシンク 3 9 が、放熱領域 4 1 と電気接続領域 4 2 の間に溝部 4 3 を有し、溝部 4 3 内に封止樹脂体 2 4 が配置されて絶縁分離部 2 9 が形成されている。このように、封止樹脂体 2 4 の絶縁分離部 2 8, 2 9 によって、放熱領域 3 3, 4 1 と電気接続領域 3 4, 4 2 とが分離されている。上記したように、本実施形態では、封止樹脂体 2 4 を成形後に切削することで、露出面 3 2, 4 0 を露出させるが、この方法を採用することにより、新たな工程を追加することなしに、放熱領域 3 3, 4 1 と電気接続領域 3 4, 4 2 とを分離することができる。したがって、製造工程を簡素化することができる。

[0072] なお、本実施形態では、切削により、露出面 3 2, 4 0 を露出させる例を示したが、切削せずに露出させることもできる。例えば、ヒートシンク 3 1, 3 9 の露出面 3 2, 4 0 を金型のキャビティ壁面に押し当て、密着させた状態で、封止樹脂体 2 4 を成形してもよい。この場合、封止樹脂体 2 4 を成形した時点で、露出面 3 2, 4 0 が封止樹脂体 2 4 から露出される。また、絶縁分離部 2 8, 2 9 も形成される。これによれば、金型形状を簡素化しつつ、切削工程をなくして製造工程も簡素化することができる。

[0073] （第 2 実施形態）

本実施形態において、第 1 実施形態に示した半導体装置 1 0 及びパワーモ

ジュール60と共通する部分についての説明は割愛する。

[0074] 第1実施形態では、半導体装置10が三相インバータを構成する6つのアームのうちの1つのアームのみを有する例を示した。すなわち、第1実施形態では、1 in 1パッケージ構造の半導体装置10を示した。これに対し、本実施形態では、図4、図5、図6、図7、及び図8に示すように、半導体装置10が2 in 1パッケージ構造をなしている点異なる。すなわち、半導体装置10は、三相のうちの一相分の上下アームを有している。

[0075] 半導体装置10は、半導体チップ20a、20b、封止樹脂体24、第1ヒートシンク31a、31b、ターミナル36a、36b、信号端子38a、38b、第2ヒートシンク39a、39bを備えている。半導体チップ20a、20bは、第1実施形態に記載の半導体チップ20に対応し、第1ヒートシンク31a、31bは第1ヒートシンク31に対応する。また、ターミナル36a、36bはターミナル36に対応し、信号端子38a、38bは信号端子38に対応する。そして、第2ヒートシンク39a、39bは第2ヒートシンク39に対応する。

[0076] 半導体チップ20aには、上アーム側のIGBT素子及びFWD素子が構成され、半導体チップ20bには、下アーム側のIGBT素子及びFWD素子が構成されている。しかしながら、第1実施形態同様、IGBT素子とFWD素子が別の半導体チップに形成されてもよい。これら半導体チップ20a、20bは、互いにほぼ同じ形状をなしている。半導体チップ20a、20b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。

[0077] 半導体チップ20a、20bは、第1主面22側に、第1主電極としてコレクタ電極（兼カソード電極）を有し、第2主面23側に、第2主電極としてエミッタ電極（兼アノード電極）を有している。半導体チップ20a、20bにおいて、コレクタ電極は第1主面22のほぼ全面に形成されている。半導体チップ20aのコレクタ電極は、はんだ30を介して、第1ヒートシンク31aと電氣的、熱的、且つ機械的に接続されている。同じく、半導体

チップ20bのコレクタ電極は、はんだ30を介して、第1ヒートシンク31bと電氣的、熱的、且つ機械的に接続されている。

[0078] 第1ヒートシンク31aは、半導体チップ20aの生じた熱を半導体装置10の外部に放熱する機能とともに、半導体チップ20aと後述する第1バスバー61aとを電氣的に中継する機能を果たす。第1ヒートシンク31aの表面のうち、半導体チップ20aとの対向面と反対の面は、封止樹脂体24の一面25から露出する露出面32aとなっている。この露出面32aは、封止樹脂体24の一面25とほぼ面一となっている。同様に、第1ヒートシンク31bは、半導体チップ20bの生じた熱を半導体装置10の外部に放熱する機能とともに、半導体チップ20bと後述する第1バスバー61bとを電氣的に中継する機能を果たす。第1ヒートシンク31bの表面のうち、半導体チップ20bとの対向面と反対の面は、封止樹脂体24の一面25から露出する露出面32bとなっている。この露出面32bも、封止樹脂体24の一面25とほぼ面一となっている。

[0079] 第1ヒートシンク31aの露出面32aは、放熱領域33aと、電気接続領域34aと、を有している。本実施形態では、第1ヒートシンク31に溝部35aが形成され、この溝部35aによって、露出面32aがY方向に二分割されている。溝部35aは、X方向に沿いつつ、第1ヒートシンク31aの一端から他端にわたって形成されている。この溝部35aにより、露出面32aが、放熱領域33aと電気接続領域34aとに区画されている。同様に、第1ヒートシンク31bの露出面32bも、放熱領域33bと、電気接続領域34bと、を有している。第1ヒートシンク31に溝部35bが形成されている。溝部35bは、X方向に沿いつつ、第1ヒートシンク31bの一端から他端にわたって形成されている。この溝部35bにより、露出面32bが、放熱領域33bと電気接続領域34bとに区画されている。

[0080] 放熱領域33aは、Z方向からの投影視において、半導体チップ20aと重なるように設定されている。放熱領域33aには、第1冷却器63が熱的に接続される。同様に、放熱領域33bは、Z方向からの投影視において、

半導体チップ20bと重なるように設定されている。放熱領域33bには、第1冷却器63が熱的に接続される。放熱領域33a, 33bは、Y方向においてほぼ同じ位置であって、X方向に並んで配置されている。

[0081] 一方、電気接続領域34aは、露出面32aのうち、放熱領域33aを除く部分である。電気接続領域34aは、Z方向からの投影視において、半導体チップ20aと重ならない領域である。この電気接続領域34aには、第1バスバー61aが電氣的に接続される。Y方向において、電気接続領域34aは、封止樹脂体24の側面27のうち、後述する信号端子38aが突出する面に対して、放熱領域33aよりも遠い位置となっている。同様に、電気接続領域34bは、露出面32bのうち、放熱領域33bを除く部分である。電気接続領域34bは、Z方向からの投影視において、半導体チップ20bと重ならない領域である。この電気接続領域34bには、第1バスバー61bが電氣的に接続される。Y方向において、電気接続領域34bは、封止樹脂体24の側面27のうち、後述する信号端子38bが突出する面に対して、放熱領域33bよりも遠い位置となっている。電気接続領域34a, 34bは、Y方向においてほぼ同じ位置であって、X方向に並んで配置されている。

[0082] 第1ヒートシンク31a, 31bの溝部35a, 35b内には封止樹脂体24がそれぞれ配置され、封止樹脂体24による絶縁分離部28a, 28bが構成されている。絶縁分離部28a, 28bの表面も、封止樹脂体24の一面25の他の部分同様、露出面32a, 32bと略面一となっている。

[0083] 半導体チップ20a, 20bにおいて、エミッタ電極はそれぞれの第2主面23の一部分に形成されている。半導体チップ20aのエミッタ電極は、はんだ30を介して、ターミナル36aと電氣的、熱的、且つ機械的に接続されている。同様に、半導体チップ20bのエミッタ電極は、はんだ30を介して、ターミナル36bと電氣的、熱的、且つ機械的に接続されている。

[0084] 半導体チップ20aのパッドには、ボンディングワイヤ37を介して、信号端子38aが電氣的に接続されている。信号端子38aは、Y方向に延設

されている。そして、その一部が封止樹脂体 24 の側面 27 のひとつから外部に突出している。同様に、半導体チップ 20 b のパッドには、ボンディングワイヤ 37 を介して、信号端子 38 b が電氣的に接続されている。信号端子 38 b も、Y 方向に延設されている。そして、その一部が封止樹脂体 24 の側面 27 のうち、信号端子 38 a が突出する面と同じ面から外部に突出している。

[0085] ターミナル 36 a における半導体チップ 20 a と反対の面には、はんだ 30 を介して、第 2 ヒートシンク 39 a が電氣的、熱的、且つ機械的に接続されている。同様に、ターミナル 36 b における半導体チップ 20 b と反対の面には、はんだ 30 を介して、第 2 ヒートシンク 39 b が電氣的、熱的、且つ機械的に接続されている。

[0086] 第 2 ヒートシンク 39 a は、半導体チップ 20 a の生じた熱を半導体装置 10 の外部に放熱する機能を果たす。この第 2 ヒートシンク 39 a は、Z 方向からの投影視において、第 1 ヒートシンク 31 a と重なるように設けられている。第 2 ヒートシンク 39 a には、第 2 バスバー 62 が接続されない。

[0087] 第 2 ヒートシンク 39 b は、半導体チップ 20 b の生じた熱を半導体装置 10 の外部に放熱する機能とともに、半導体チップ 20 b と第 2 バスバー 62 とを電氣的に中継する機能を果たす。この第 2 ヒートシンク 39 b は、Z 方向からの投影視において、第 1 ヒートシンク 31 b と重なるように設けられている。

[0088] 第 2 ヒートシンク 39 a の表面のうち、半導体チップ 20 a 側の面と反対の面は、封止樹脂体 24 の裏面 26 から露出する露出面 40 a となっている。この露出面 40 a は、裏面 26 とほぼ面一となっている。第 2 ヒートシンク 39 a は、露出面 40 a として、放熱領域 41 a のみを有している。すなわち、電気接続領域を有していない。

[0089] 第 2 ヒートシンク 39 b の表面のうち、半導体チップ 20 b 側の面と反対の面は、封止樹脂体 24 の裏面 26 から露出する露出面 40 b となっている。この露出面 40 b も、裏面 26 とほぼ面一となっている。第 2 ヒートシン

ク 3 9 b は、露出面 4 0 b として、放熱領域 4 1 b と、電気接続領域 4 2 b と、を有している。露出面 4 0 b は、溝部 4 3 によって Y 方向に 2 分割されている。溝部 4 3 は、X 方向に沿いつつ、第 2 ヒートシンク 3 9 b の一端から他端にわたって形成されている。この溝部 4 3 により、露出面 4 0 b が、放熱領域 4 1 b と電気接続領域 4 2 b とに区画されている。放熱領域 4 1 b 及び電気接続領域 4 2 b は、ともに平面矩形状をなしている。電気接続領域 4 2 b は、X 方向において延設されている。

[0090] 放熱領域 4 1 a は、Z 方向からの投影視において、半導体チップ 2 0 a と重なるように設定されている。本実施形態では、Z 方向からの投影視において、放熱領域 4 1 a が放熱領域 3 3 a にほぼ一致する。この放熱領域 4 1 a には、第 2 冷却器 6 4 が熱的に接続される。同様に、放熱領域 4 1 b は、Z 方向からの投影視において、半導体チップ 2 0 b と重なるように設定されている。本実施形態では、Z 方向からの投影視において、放熱領域 4 1 b が放熱領域 3 3 b にほぼ一致する。この放熱領域 4 1 b にも、第 2 冷却器 6 4 が熱的に接続される。放熱領域 4 1 a, 4 1 b は、Y 方向においてほぼ同じ位置であって、X 方向に並んで配置されている。

[0091] 電気接続領域 4 2 は、Z 方向からの投影視において、半導体チップ 2 0 b と重ならない領域ある。この電気接続領域 4 2 には、第 2 バスバー 6 2 が電氣的に接続される。電気接続領域 4 2 b は、X 方向において延設されている。詳しくは、Z 方向に直交する座標系において、電気接続領域 3 4 a と重なる位置まで延設されている。

[0092] 第 2 ヒートシンク 3 9 b の溝部 4 3 内にも封止樹脂体 2 4 が配置され、封止樹脂体 2 4 により絶縁分離部 2 9 が構成されている。絶縁分離部 2 9 の表面は、封止樹脂体 2 4 の裏面 2 6 の他の部分同様、露出面 4 0 と略面一となっている。

[0093] さらに、半導体装置 1 0 は、図 6 に示すように、継ぎ手部 4 4, 4 5 を有している。継ぎ手部 4 4 は、第 1 ヒートシンク 3 1 b から X 方向であって第 1 ヒートシンク 3 1 a 側に延設されている。また、継ぎ手部 4 5 は、第 2 ヒ

ートシンク 39 a から X 方向であって第 2 ヒートシンク 39 b 側に延設されている。そして、継ぎ手部 44, 45 が、図示しないはんだによって電氣的且つ機械的に接続されている。この継ぎ手部 44, 45 の全体が、封止樹脂体 24 によって被覆されている。なお、第 1 ヒートシンク 31 b 及び第 2 ヒートシンク 39 a の一方のみに継ぎ手部が形成される構成を採用することもできる。このような、上アームと下アームを接続する継ぎ手構造は周知であるので、詳細な説明は省略する。

[0094] 次に、上記した半導体装置 10 を備えるパワーモジュール 60 について説明する。

[0095] 図 4, 5, 7, 8 に示すように、パワーモジュール 60 は、第 1 バスバー 61 a, 61 b、第 2 バスバー 62、第 1 冷却器 63、第 2 冷却器 64、及び絶縁板 65 を備えている。第 1 バスバー 61 a, 61 b が、第 1 実施形態の第 1 バスバー 61 に対応している。以下においては第 1 バスバー 61 a, 61 b をバスバー 61 a, 61 b とともに称する。

[0096] 第 1 バスバー 61 a は、高電位電源ライン 104 の少なくとも一部を構成する。第 1 バスバー 61 a は、第 1 ヒートシンク 31 a の電気接続領域 34 a に接続される。第 1 バスバー 61 b は、三相線 106 の少なくとも一部を構成する。第 1 バスバー 61 b は、第 1 ヒートシンク 31 b の電気接続領域 34 b に接続される。

[0097] このように、第 1 バスバー 61 a, 61 b は、ともに封止樹脂体 24 の一面 25 側に配置される。第 1 バスバー 61 a, 61 b は、ともに平板とされ、Y 方向を長手とする平面矩形状をなしている。そして、バスバー 61 a, 61 b は、対応する電気接続領域 34 a, 34 b から放熱領域 33 a, 33 b と反対方向に、半導体装置 10 の外側まで延設されている。すなわち、第 1 バスバー 61 a, 61 b は、長手方向を同じとし、X 方向に並んで配置される。

[0098] 第 2 バスバー 62 は、低電位電源ライン 105 の少なくとも一部を構成する。第 2 バスバー 62 は、第 2 ヒートシンク 39 b の電気接続領域 42 に接

続される。このように、第2バスバー62は、封止樹脂体24の裏面26側に配置される。第2バスバー62は平板とされ、Y方向を長手とする平面矩形状をなしている。そして、バスバー62は、電気接続領域42から放熱領域41bと反対方向に、半導体装置10の外側まで延設されている。また、バスバー62は、電気接続領域42のうち、Z方向からの投影視において、電気接続領域34aと重なる部分に接続されている。すなわち、Z方向からの投影視において、第1バスバー61aと第2バスバー62とが互いに重なる位置関係となっている。

[0099] なお、第1冷却器63は、絶縁板65を介して、放熱領域33a, 33b上に配置される。また、第2冷却器64は、絶縁板65を介して、放熱領域41a, 41b上に配置される。第1バスバー61aと第1冷却器63との間には、絶縁分離部28aが介在される。同じく、第1バスバー61bと第1冷却器63との間には、絶縁分離部28bが介在される。また、第2バスバー62と第2冷却器64との間には、絶縁分離部29が介在される。

[0100] 以上のように構成される2in1パッケージ構造の半導体装置10及び該半導体装置10を備えるパワーモジュール60についても、第1実施形態に記載の効果と同等の効果を奏することができる。なお、バスバーと接続されるヒートシンクのみが、露出面として、放熱領域と電気接続領域を有している。本実施形態では、第1ヒートシンク31a, 31b及び第2ヒートシンク39a, 39bのうち、第1ヒートシンク31a, 31b及び第2ヒートシンク39bのみにバスバー61a, 61b, 62が接続される。このため、第2ヒートシンク39aは、露出面40aとして放熱領域41aのみを有している。

[0101] なお、三相線106を構成するバスバーは、第1ヒートシンク31b及び第2ヒートシンク39aの少なくとも一方に接続されればよい。

[0102] 本実施形態では、第1ヒートシンク31bのみに、三相線106を構成する第1バスバー61bが接続される。第2ヒートシンク39aが、電気接続領域を有さないため、空いたスペースまで、第2ヒートシンク39bの電気

接続領域 4 2 が延設されている。これにより、Z 方向からの投影視において、電気接続領域 4 2 が電気接続領域 3 4 a と重なっている。また、Z 方向からの投影視において、第 1 バスバー 6 1 a と第 2 バスバー 6 2 とが互いに重なる位置関係となっている。

[0103] このように、高電位電源ライン 1 0 4 を構成する第 1 バスバー 6 1 a と、低電位電源ライン 1 0 5 を構成する第 2 バスバー 6 2 とが、オーバーラップする位置関係にあるため、互いに磁束を打ち消しあう効果を、さらに高めることができる。例えば、高電位電源ライン 1 0 4 を構成するバスバーと、三相線 1 0 6 を構成するバスバーとが、オーバーラップする位置関係となる構成に較べて、互いに磁束を打ち消しあう効果を高めることができる。同じく、低電位電源ライン 1 0 5 を構成するバスバーと、三相線 1 0 6 を構成するバスバーとが、オーバーラップする位置関係となる構成に較べて、互いに磁束を打ち消しあう効果を高めることができる。

[0104] しかしながら、例えば、三相線 1 0 6 を構成する第 1 バスバー 6 1 b と、低電位電源ライン 1 0 5 を構成する第 2 バスバー 6 2 とが、オーバーラップする構成を採用することもできる。また、第 2 ヒートシンク 3 9 a が、露出面 4 0 a として電気接続領域を有し、この電気接続領域に、三相線 1 0 6 を構成するバスバーが接続される構成とすることもできる。

[0105] (第 3 実施形態)

本実施形態において、第 1 実施形態に示した半導体装置 1 0 及びパワーモジュール 6 0 と共通する部分についての説明は割愛する。

[0106] 第 1 実施形態では、平板状のバスバー 6 1, 6 2 を用いる例を示した。これに対し、本実施形態では、バスバー 6 1, 6 2 の少なくとも一方が折曲されている点を特徴とする。以下に、折曲構造の一例を示す。

[0107] 図 9 に示すパワーモジュール 6 0 では、第 1 バスバー 6 1 及び第 2 バスバー 6 2 の両方が折曲されている。第 1 バスバー 6 1 は、自身の延設方向である Y 方向において、半導体装置 1 0 よりも外側に、折曲部 6 1 c を有している。この折曲部 6 1 c により、第 1 平板部 6 1 d と第 2 平板部 6 1 e とが連

結されている。第1平板部61dは、自身の板厚方向をZ方向としつつ、Y方向に延設された平板状の部分である。第2平板部61eも、自身の板厚方向をZ方向としつつ、Y方向に延設された平板状の部分である。

[0108] 折曲部61cは、第1曲げ部61c1と、第2曲げ部61c2と、つなぎ部61c3と、を有している。第1バスバー61は、第1曲げ部61c1にて折れ曲がっている。そして、つなぎ部61c3は、裏面26に近づく側に、Y方向に対して傾斜して延設されている。また、第1バスバー61は第2曲げ部61c2にて折れ曲がっている。そして、第2平板部61eは、Y方向に延設されている。すなわち、第1平板部61dと第2平板部61eは、互いに略平行となっている。

[0109] 同様に、第2バスバー62は、自身の延設方向であるY方向において、半導体装置10よりも外側に、折曲部62cを有している。この折曲部62cにより、第1平板部62dと第2平板部62eとが連結されている。第1平板部62dは、自身の板厚方向をZ方向としつつ、Y方向に延設された平板状の部分である。第2平板部62eも、自身の板厚方向をZ方向としつつ、Y方向に延設された平板状の部分である。

[0110] 折曲部62cは、第1曲げ部62c1と、第2曲げ部62c2と、つなぎ部62c3と、を有している。第2バスバー62は、第1曲げ部62c1にて折れ曲がっている。そして、つなぎ部62c3は、一面25に近づく側に、Y方向に対して傾斜して延設されている。また、第2バスバー62は第2曲げ部62c2にて折れ曲がっている。そして、第2平板部62eは、Y方向に延設されている。すなわち、第1平板部62dと第2平板部62eは、互いに略平行となっている。

[0111] そして、上記したように折曲部61c、62cを有することで、第1バスバー61と第2バスバー62との対向間隔（Z方向の距離）が、半導体装置10よりも外側において、半導体装置10と重なる位置よりも狭くなっている。具体的には、第2平板部61e、62eの対向間隔が、第1平板部61d、62dの対向間隔よりも狭くなっている。

[0112] このように、第1バスバー61と第2バスバー62とが、Z方向において近づくように折曲された構造を採用すると、互いに磁束を打ち消しあう効果をさらに高めることができる。

[0113] なお、本実施形態では、第1バスバー61と第2バスバー62の両方を折曲する例を示したが、第1バスバー61及び第2バスバー62のいずれかのみを折曲することで、Z方向において近づくようにしてもよい。また、折曲形状は、上記例に限定されるものではない。

[0114] また、本実施形態に示した構成を、第2実施形態に示した構成に適用することもできる。

[0115] (第4実施形態)

本実施形態において、第1実施形態に示した半導体装置10及びパワーモジュール60と共通する部分についての説明は割愛する。

[0116] 本実施形態では、半導体装置10が、電気接続領域34、42に対応して第1ヒートシンク31と第2ヒートシンク39との間に介在され、各ヒートシンク31、39に接続されつつ第1ヒートシンク31及び第2ヒートシンク39を電氣的に分離するスペーサをさらに備える点を特徴とする。以下に、スペーサの一例を示す。

[0117] 図10及び図11に示す半導体装置10は、スペーサを構成する要素として、ダミーチップ46、47と、ダミーターミナル48を有している。

[0118] ダミーチップ46は、シリコンなどの半導体基板に、第1ヒートシンク31と第2ヒートシンク39とを電氣的に分離するためのダミー素子が形成されてなる。ダミーチップ46の厚みは、半導体チップ20とほぼ同じ厚みとなっている。また、ダミーチップ46は、Y方向において、半導体チップ20と並んで配置されるとともに、Z方向からの投影視において、電気接続領域34、42と重なるように配置されている。

[0119] ダミーチップ47も、半導体基板に、第1ヒートシンク31と第2ヒートシンク39とを電氣的に分離するためのダミー素子が形成されてなる。ダミーチップ47の厚みは、半導体チップ21とほぼ同じ厚みとなっている。ま

た、ダミーチップ４７は、Ｙ方向において、半導体チップ２１と並んで配置されるとともに、Ｚ方向からの投影視において、電気接続領域３４，４２と重なるように配置されている。すなわち、ダミーチップ４６，４７は、Ｘ方向に並んで配置されている。

[0120] ダミーチップ４６の第１主面２２側に、図示しない電極が形成されており、この電極と第１ヒートシンク３１とが、はんだ３０を介して接続されている。ダミーチップ４６の第２主面側にも図示しない電極が形成されており、この電極とダミーターミナル４８とが、はんだ３０を介して接続されている。ダミーターミナル４８は、はんだ３０を介して第２ヒートシンク３９に接続されている。したがって、第１ヒートシンク３１と第２ヒートシンク３９との間に、ダミーチップ４６及びダミーターミナル４８が介在されている。

[0121] 同じく、ダミーチップ４７の第１主面２２側に、図示しない電極が形成されており、この電極と第１ヒートシンク３１とが、はんだ３０を介して接続されている。ダミーチップ４７の第２主面側にも図示しない電極が形成されており、この電極とダミーターミナル４８とが、はんだ３０を介して接続されている。ダミーターミナル４８は、はんだ３０を介して第２ヒートシンク３９に接続されている。したがって、第１ヒートシンク３１と第２ヒートシンク３９との間に、ダミーチップ４７及びダミーターミナル４８が介在されている。

[0122] このように、ダミーチップ４６，４７及びダミーターミナル４８を含むスペーサを、ヒートシンク３１，３９間に介在させると、半導体装置１０の製造工程において、はんだ３０のリフロー時に、ヒートシンク３１，３９の少なくとも一方に傾きが生じるのを抑制することができる。

[0123] また、ダミーチップ４６，４７及びダミーターミナル４８によって、ヒートシンク３１，３９間の接続点が増える。したがって、封止樹脂体２４の成形時に、樹脂の圧力によってヒートシンク３１，３９が傾き、これにより半導体チップ２０，２１に応力が作用するのを抑制することができる。

[0124] また、バスバー６１，６２の接続時に、半導体チップ２０，２１に作用す

る応力を低減することもできる。

[0125] なお、本実施形態では、２つのダミーチップ４６，４７を備える例を示したが、ダミーチップの個数は特に限定されない。例えば、半導体装置１０がダミーチップを１つのみ備えてもよいし、３つ以上のダミーチップを備えてもよい。

[0126] また、スペーサとしては、ダミーチップ４６，４７及びダミーターミナル４８に限定されない。電気接続領域３４，４２に対応して第１ヒートシンク３１と第２ヒートシンク３９との間に介在され、各ヒートシンク３１，３９に接続されつつ第１ヒートシンク３１及び第２ヒートシンク３９を電氣的に分離するものであればよい。

[0127] また、本実施形態に示した構成を、第２実施形態、第３実施形態に示した構成に適用することもできる。

[0128] （第５実施形態）

本実施形態において、第１実施形態に示した半導体装置１０及びパワーモジュール６０と共通する部分についての説明は割愛する。

[0129] 第１実施形態では、封止樹脂体２４による絶縁分離部２８，２９によって、露出面３２，４０を、放熱領域３３，４１と、電気接続領域３４，４２とに分ける例を示した。これに対し、本実施形態では、絶縁板６５により、露出面３２，４０を、放熱領域３３，４１と、電気接続領域３４，４２とに分ける点を特徴とする。

[0130] 図１２及び図１３に示すように、絶縁板６５は、放熱領域３３，４１と冷却器６３，６４との間よりも外側に延設されてなる延設部６５ａを有している。延設部６５ａは、放熱領域３３，４１と電気接続領域３４，４２との並び方向（Ｙ方向）において、電気接続領域３４，４２に向けて延設されている。そして、露出面３２のうち、絶縁板６５から露出される部分が、電気接続領域３４となっている。同じく、露出面４０のうち、絶縁板６５から露出される部分が、電気接続領域４２となっている。

[0131] このように、絶縁板６５に延設部６５ａを設けることで、冷却器６３，６

4 が接続される放熱領域 33, 41 と、バスバー 61, 62 が接続される電気接続領域 34, 42 とを分離することができる。また、封止樹脂体 24 の一面 25 側において、第 1 バスバー 61 と第 1 冷却器 63 との間に絶縁板 65 を設け、これにより沿面距離を稼ぐことができる。さらには、第 1 バスバー 61 と第 1 冷却器 63 との接触（短絡）を防ぐことができる。

[0132] 同じく、封止樹脂体 24 の裏面 26 側において、第 2 バスバー 62 と第 2 冷却器 64 との間に絶縁板 65 を設け、これにより沿面距離を稼ぐことができる。さらには、第 2 バスバー 62 と第 2 冷却器 64 との接触（短絡）を防ぐことができる。

[0133] なお、本実施形態に示した構成を、第 2 実施形態、第 3 実施形態、第 4 実施形態に示した構成に適用することもできる。

[0134] 以上、本開示の好ましい実施形態について説明したが、本開示は上記した実施形態になんら制限されることなく、本開示の主旨を逸脱しない範囲において、種々変形して実施することが可能である。

[0135] 半導体装置 10 の構成は、上記した上下アームの一方のみを有する 1 in 1 パッケージ構造、一相分のアームを有する 2 in 1 パッケージ構造に限定されるものではない。例えば、上下アームを三相分有する 6 in 1 パッケージにも適用することができる。

[0136] ヒートシンク 31, 39 の溝部 35, 43 に封止樹脂体 24 が配置される絶縁分離部 28, 29 により、放熱領域 33, 41 と電気接続領域 34, 42 が分離される例を示した。しかしながら、封止樹脂体 24 による分離は、上記例に限定されるものではない。例えば図 14 に示す第 1 変形例のように、ヒートシンク 31, 39 の露出面 32, 40 上に配置された絶縁分離部 49, 50 によって、放熱領域 33, 41 と電気接続領域 34, 42 が分離される。絶縁分離部 49, 50 は、X 方向に沿いつつ、対応するヒートシンク 31, 39 を跨いで形成されている。絶縁分離部 49, 50 は、封止樹脂体 24 の一部である。なお、露出面 32, 32a, 32b は、第 1 露出面とも呼び、露出面 40, 40a, 40b は第 2 露出面とも呼ぶ。

- [0137] 絶縁分離部 49, 50 は、例えば封止樹脂体 24 を切削する際に、絶縁分離部 49, 50 が残るように切削することで形成することができる。また、封止樹脂体 24 を切削しない場合には、所定形状のキャビティ壁面を有する金型を用いることで、封止樹脂体 24 の成形時に、絶縁分離部 49, 50 を形成することができる。このように、ヒートシンク 31, 39 から突出する絶縁分離部 49, 50 を採用すると、絶縁分離部 49, 50 が位置ずれのストッパとなるため、バスバー 61, 62、冷却器 63, 64、及び絶縁板 65 を位置決めしやすい。また、バスバー 61, 62 と対応する冷却器 63, 64 との接触を、より効果的に抑制することができる。
- [0138] 第 1 ヒートシンク 31 の電気接続領域 34 と第 2 ヒートシンク 39 の電気接続領域 42 が、Z 方向からの投影視において互いに重なるように設けられる例を示した。しかしながら、図 15 に示す第 2 変形例のように、電気接続領域 34, 42 が、Z 方向からの投影視において離れて配置される構成を採用することもできる。この場合には、互いに磁束を打ち消しあう効果を奏することはできないが、それ以外の効果を奏することができる。
- [0139] 以上、本開示によれば、様々な態様の半導体装置およびパワーモジュールが提供される。
- [0140] 本開示の一態様による半導体装置は、電気中継部材としてのバスバーが電氣的に接続され、冷却器が両面側にそれぞれ配置されて冷却される両面冷却構造の半導体装置であって、素子が形成され、該素子の第 1 主電極を第 1 主面に有し、素子の第 2 主電極を第 1 主面と反対の第 2 主面に有する半導体チップと、半導体チップの厚み方向において第 1 主面側の一面及び第 2 主面側の裏面を有するとともに、一面及び裏面を繋ぐ側面を有し、半導体チップを封止する封止樹脂体と、半導体チップの第 1 主面側に配置され、第 1 主電極と電氣的に接続される第 1 ヒートシンクと、半導体チップの第 2 主面側に配置され、第 2 主電極と電氣的に接続される第 2 ヒートシンクと、を備える。そして、第 1 ヒートシンクは、封止樹脂体の一面、裏面、及び側面のうち、一面のみに露出されるとともに、半導体チップ側の面と反対の面が露出する

露出面とされ、第2ヒートシンクは、封止樹脂体の一面、裏面、及び側面のうち、裏面のみに露出されるとともに、半導体チップ側の面と反対の面が裏面から露出する露出面とされ、第1ヒートシンク及び第2ヒートシンクのうち、バスバーと電氣的に接続されるヒートシンクの露出面が、厚み方向からの投影視において、半導体チップと重なる領域であり、冷却器が熱的に接続される放熱領域と、該放熱領域の周辺領域であり、バスバーが電氣的に接続される電気接続領域と、を有する。

[0141] これによれば、各ヒートシンクの露出面における放熱領域に、冷却器がそれぞれ熱的に接続される。したがって、半導体チップの熱を両面側に逃がすことができる。

[0142] また、各ヒートシンクの露出面における電気接続領域に、バスバーがそれぞれ電氣的に接続される。このように、外部接続用の端子（アウターリード）を介することなく、ヒートシンクにバスバーを接続する。外部接続用の端子を有さないため、厚さの薄い端子に起因するインダクタンスの増加を抑制することができる。

[0143] さらに本開示の一態様による半導体装置は、第1ヒートシンクの電気接続領域と第2ヒートシンクの電気接続領域とが、厚み方向からの投影視において互いに重なる位置関係となってもよい。

[0144] これによれば、第1ヒートシンクの電気接続領域に接続されるバスバーと、第2ヒートシンクの電気接続領域に接続されるバスバーとが、厚み方向からの投影視において互いに重なる位置関係となる。第1ヒートシンク（第1主電極）と接続されるバスバーと、第2ヒートシンク（第2主電極）と接続されるバスバーとは、電流の流れる方向が逆向きであるので、互いに磁束を打ち消しあう効果を高めることができる。これにより、寄生インダクタンスを低減することができる。

[0145] さらに本開示の一態様による半導体装置は、放熱領域と電気接続領域とが、封止樹脂体によって分離されていてもよい。

[0146] これによれば、放熱領域と電気接続領域の間に位置する封止樹脂体によっ

て、冷却器とバスバーの沿面距離を稼ぐことができる。また、冷却器とバスバーの接触を抑制することができる。

[0147] 本開示の別の一態様によるパワーモジュールは、半導体装置と、各ヒートシンクにおける露出面の放熱領域に対してそれぞれ配置され、半導体装置を冷却する冷却器と、第1ヒートシンクにおける露出面の電気接続領域に接続される第1バスバーと、第2ヒートシンクにおける露出面の電気接続領域に接続される第2バスバーと、露出面の放熱領域と冷却器との間にそれぞれ介在され、半導体装置の熱を冷却器に伝達するとともに、半導体装置と冷却器とを電氣的に分離する絶縁板と、を備え、絶縁板が、放熱領域と冷却器との間よりも外側に延設されてなる延設部を有し、延設部により、放熱領域と電気接続領域とが分離されている。

[0148] これによれば、絶縁板の延設部によって冷却器とバスバーの沿面距離を稼ぐことができる。また、冷却器とバスバーの接触を抑制することができる。

[0149] 以上、本開示に係る半導体装置及びパワーモジュールの実施形態、構成、態様を例示したが、本開示に係る実施形態、構成、態様は、上述した各実施形態、各構成、各態様に限定されるものではない。例えば、異なる実施形態、構成、態様にそれぞれ開示された技術的部を適宜組み合わせて得られる実施形態、構成、態様についても本開示に係る実施形態、構成、態様の範囲に含まれる。

請求の範囲

[請求項1]

電気中継部材としてのバスバー（61, 61a, 61b, 62）が電氣的に接続され、冷却器（63, 64）が両面側にそれぞれ配置されて冷却される両面冷却構造の半導体装置であって、

素子が形成され、該素子の第1主電極を第1主面（22）に有し、前記素子の第2主電極を前記第1主面と反対の第2主面（23）に有する半導体チップ（20, 20a, 20b, 21, 21a, 21b）と、

前記半導体チップの厚み方向において前記第1主面側の第1面（25）及び前記第2主面側の第2面（26）を有するとともに、前記第1面及び前記第2面を繋ぐ側面（27）を有し、前記半導体チップを封止する封止樹脂体（24）と、

前記半導体チップの前記第1主面側に配置され、前記第1主電極と電氣的に接続される第1ヒートシンク（31）と、

前記半導体チップの前記第2主面側に配置され、前記第2主電極と電氣的に接続される第2ヒートシンク（39）と、を備え、

前記第1ヒートシンクは、前記封止樹脂体の前記第1面、前記第2面、及び前記側面のうち、前記第1面のみに露出されるとともに、前記半導体チップ側の面と反対の面が露出する露出面（32）とされ、

前記第2ヒートシンクは、前記封止樹脂体の前記第1面、前記第2面、及び前記側面のうち、前記第2面のみに露出されるとともに、前記半導体チップ側の面と反対の面が前記第2面から露出する露出面（40）とされ、

前記第1ヒートシンク及び前記第2ヒートシンクのうち、前記バスバーと電氣的に接続されるヒートシンクの露出面が、前記厚み方向からの投影視において、前記半導体チップと重なる領域であり、前記冷却器が熱的に接続される放熱領域（33, 33a, 33b, 41, 41b）と、該放熱領域の周辺領域であり、前記バスバーが電氣的に接

続される電気接続領域（34, 34a, 34b, 42）と、を有する半導体装置。

[請求項2] 前記第1ヒートシンクの電気接続領域と前記第2ヒートシンクの電気接続領域とが、前記厚み方向からの投影視において互いに重なる位置関係となる請求項1に記載の半導体装置。

[請求項3] 前記電気接続領域に対応して前記第1ヒートシンクと前記第2ヒートシンクとの間に介在され、各ヒートシンクに接続されつつ前記第1ヒートシンク及び前記第2ヒートシンクを電氣的に分離するスペーサ（46, 47, 48）をさらに備える請求項1又は請求項2に記載の半導体装置。

[請求項4] 前記放熱領域と前記電気接続領域とが、前記封止樹脂体によって分離されている請求項1～3いずれか1項に記載の半導体装置。

[請求項5] 前記第1ヒートシンク及び前記第2ヒートシンクの少なくとも一方は、前記放熱領域と前記電気接続領域との間に形成された溝部（35, 35a, 35b, 43）を有し、

前記溝部内にも前記封止樹脂体が配置されて、前記放熱領域と前記電気接続領域とが分離されている請求項4に記載の半導体装置。

[請求項6] 請求項2に記載の半導体装置（10）と、

各ヒートシンクにおける前記露出面の前記放熱領域に対してそれぞれ配置され、前記半導体装置を冷却する冷却器（63, 64）と、

前記第1ヒートシンクにおける前記露出面の前記電気接続領域に接続される第1バスバー（61）と、

前記第2ヒートシンクにおける前記露出面の前記電気接続領域に接続される第2バスバー（62）と、を備え、

前記第1バスバーと前記第2バスバーとが、前記厚み方向に直交する同一の方向であって前記半導体装置よりも外側まで延設されるとともに、前記厚み方向からの投影視において互いに重なる位置関係とされているパワーモジュール。

[請求項7] 前記第1バスバー及び前記第2バスバーの少なくとも一方は、前記半導体装置よりも外側に折曲部（61c, 62c）を有し、

前記第1バスバーと前記第2バスバーとの対向間隔が、前記半導体装置よりも外側において、前記半導体装置と重なる位置よりも狭くされている請求項6に記載のパワーモジュール。

[請求項8] 請求項1～3いずれか1項に記載の半導体装置（10）と、

各ヒートシンクにおける前記露出面の前記放熱領域に対してそれぞれ配置され、前記半導体装置を冷却する冷却器（63, 64）と、

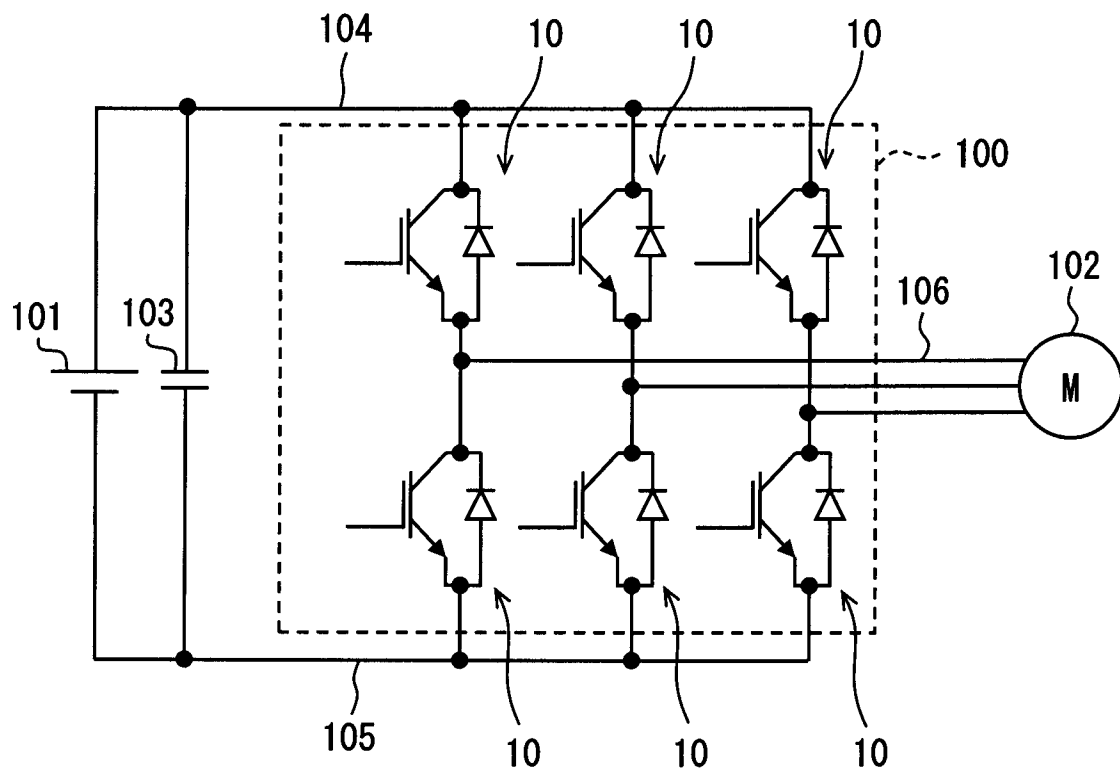
前記第1ヒートシンクにおける前記露出面の前記電気接続領域に接続される第1バスバー（61）と、

前記第2ヒートシンクにおける前記露出面の前記電気接続領域に接続される第2バスバー（62）と、

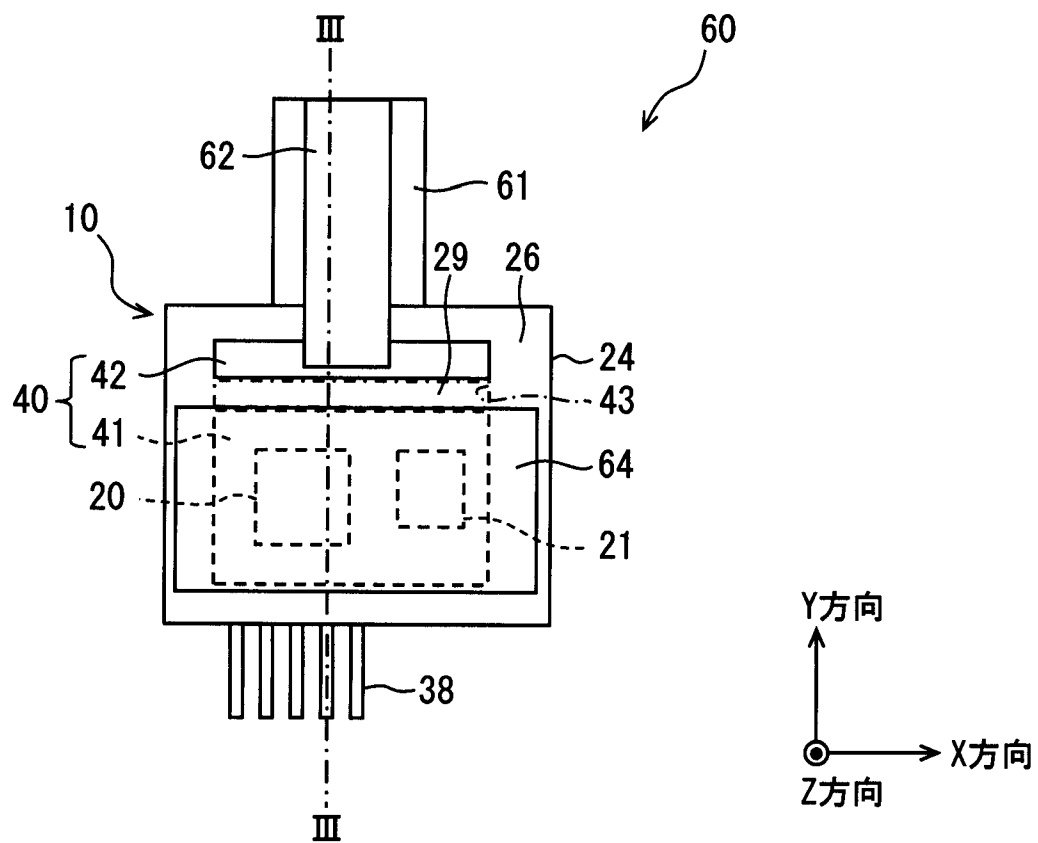
各ヒートシンクにおける前記露出面の前記放熱領域と前記冷却器との間にそれぞれ介在され、前記半導体装置の熱を前記冷却器に伝達するとともに、前記半導体装置と前記冷却器とを電氣的に分離する絶縁板（65）と、を備え、

前記絶縁板が、前記放熱領域と前記冷却器との間よりも外側に延設されてなる延設部（65a）を有し、前記延設部により、前記放熱領域と前記電気接続領域とが分離されているパワーモジュール。

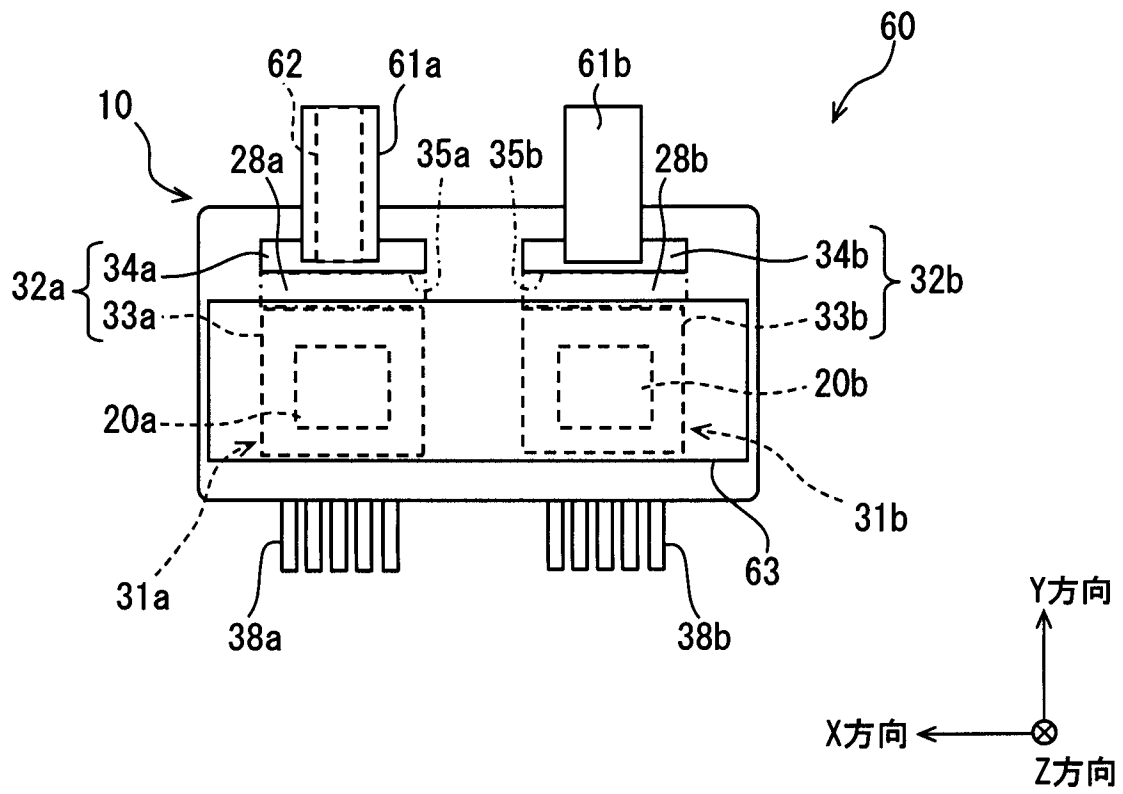
[図1]



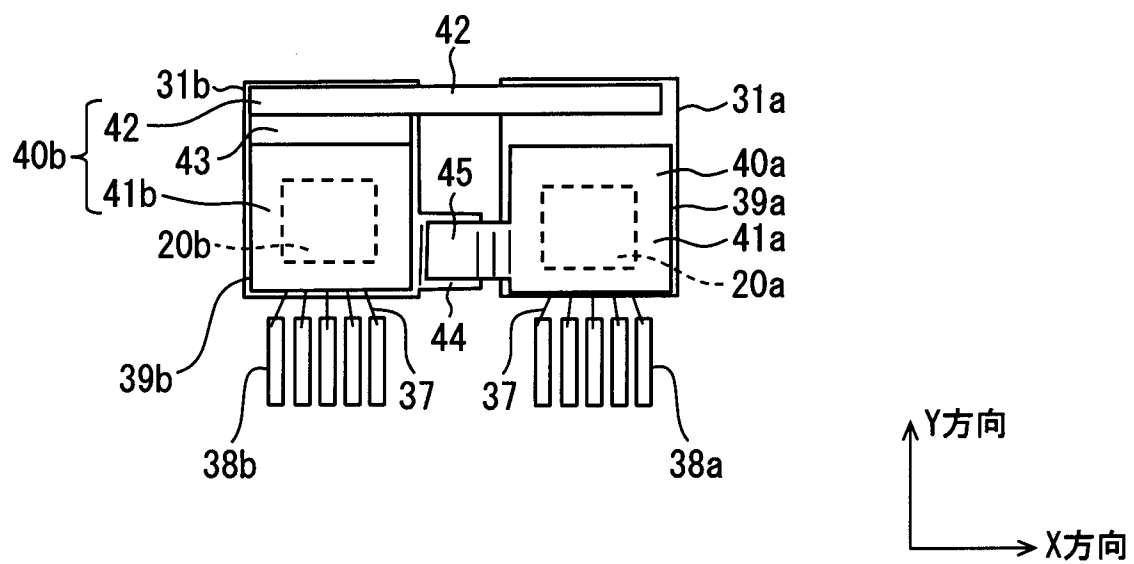
[図2]

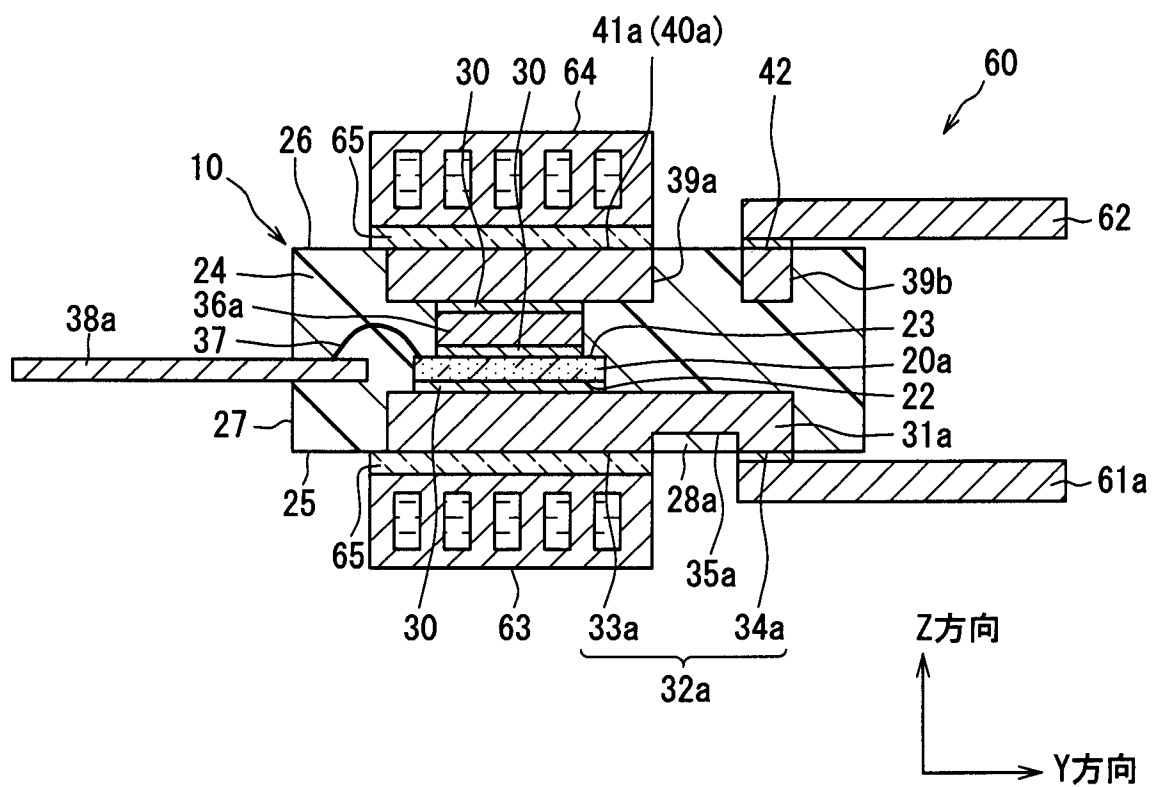


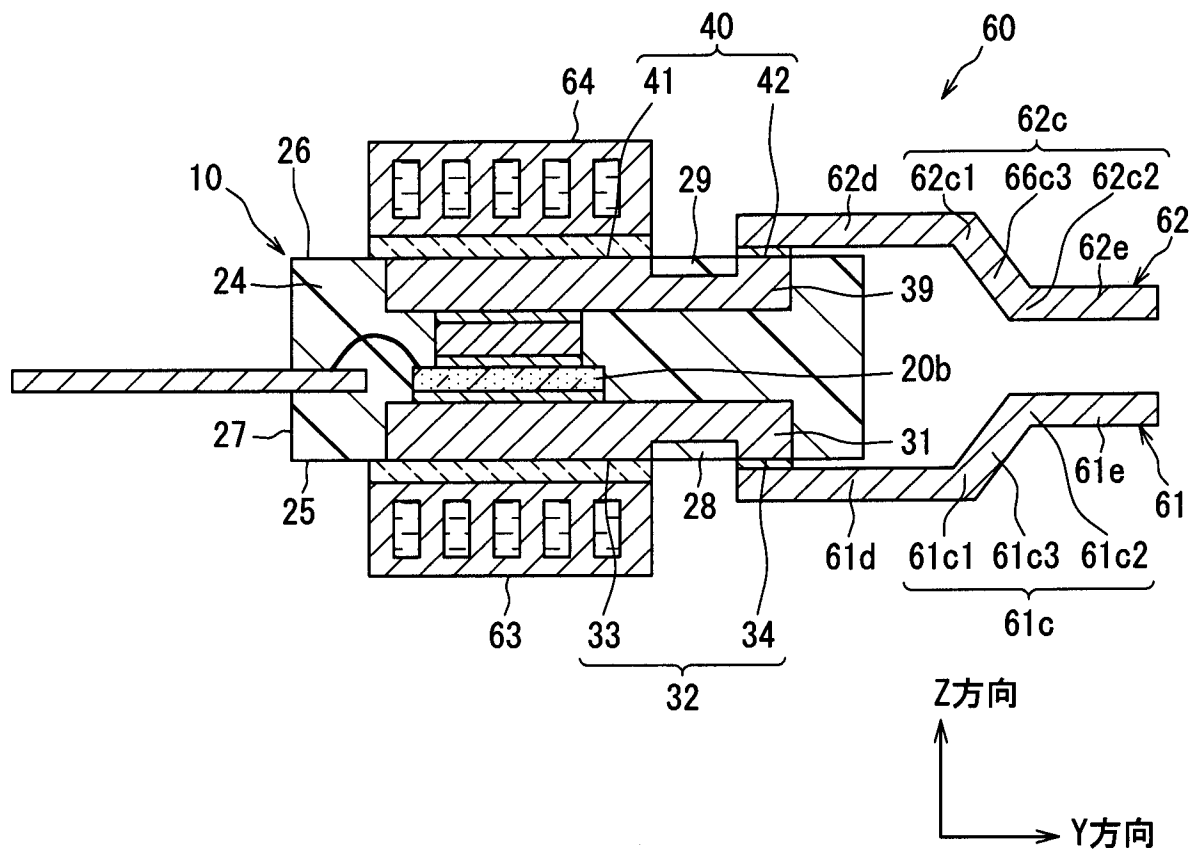
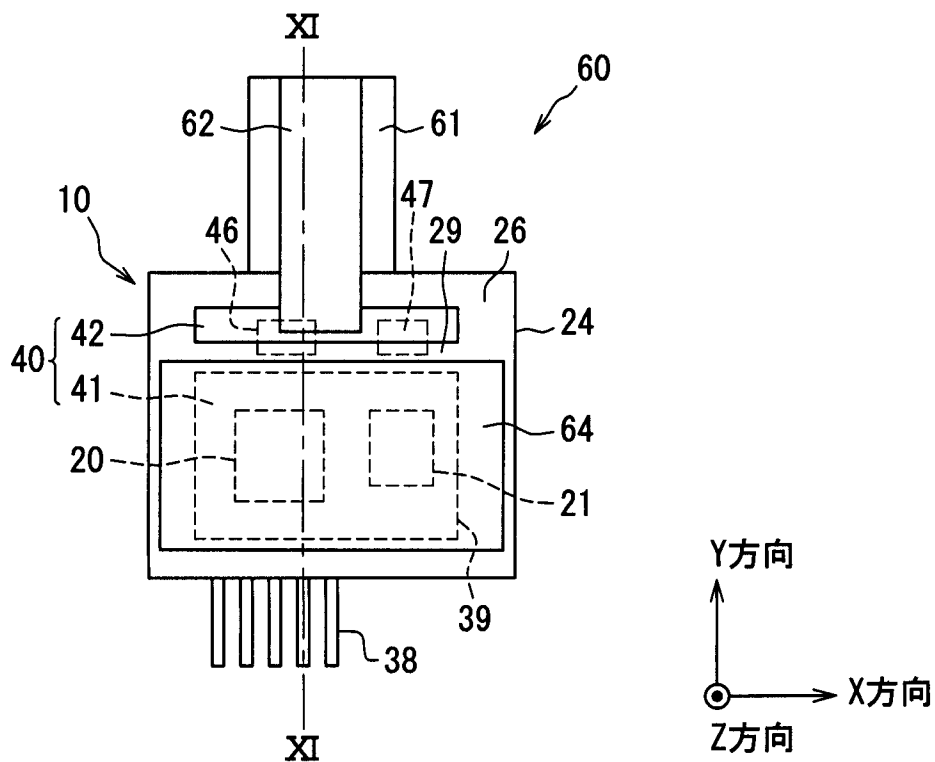
[図5]



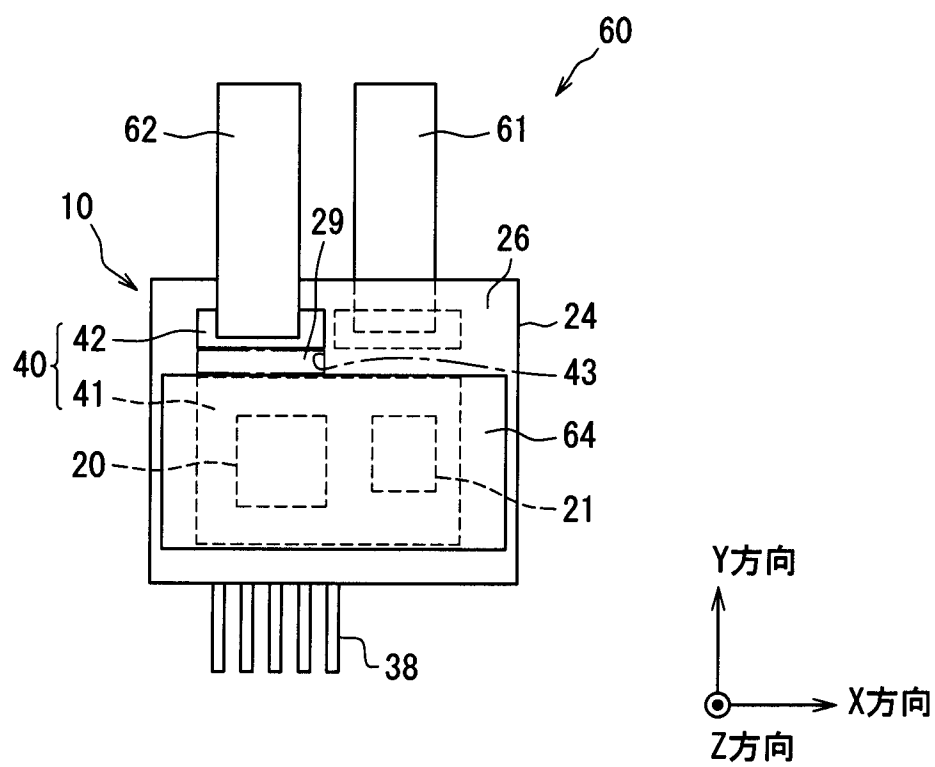
[図6]







[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/005799

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L23/29(2006.01)i, H01L25/07(2006.01)i, H01L25/18(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)

H01L23/29, H01L25/07, H01L25/18

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2005-136332 A (Toyota Motor Corp.), 26 May 2005 (26.05.2005), paragraphs [0022] to [0059]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-8
A	JP 2000-31351 A (Toshiba Corp.), 28 January 2000 (28.01.2000), paragraphs [0013] to [0014]; fig. 3 (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
12 January 2016 (12.01.16)

Date of mailing of the international search report
19 January 2016 (19.01.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

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

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 2005-136332 A（トヨタ自動車株式会社）2005.05.26, 段落[0022]-[0059], 図1-4（ファミリーなし）	1-8
A	JP 2000-31351 A（株式会社東芝）2000.01.28, 段落[0013]-[0014], 図3（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

12.01.2016

国際調査報告の発送日

19.01.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

木下 直哉

5D

6310

電話番号 03-3581-1101 内線 3551