

(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
2022年10月6日(06.10.2022)



(10) 国際公開番号

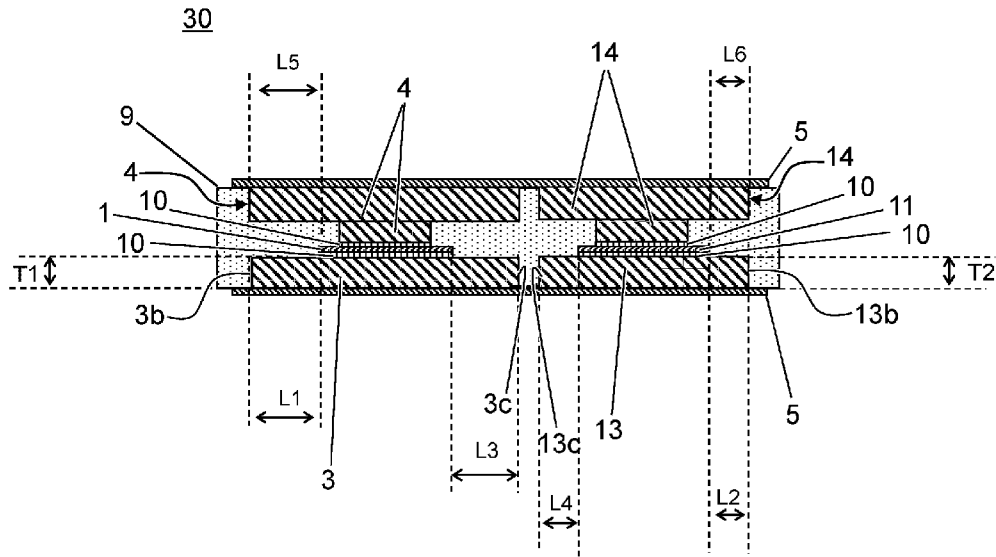
WO 2022/209083 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 23/36 (2006.01) *H01L 25/04* (2014.01)
H01L 25/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/048274
- (22) 国際出願日: 2021年12月24日(24.12.2021)
- (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 2021-056155 2021年3月29日(29.03.2021) 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: 島 津 ひ ろ み (SHIMAZU, Hiromi);
〒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).
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
A s t e m o 株式会社内 Ibaraki (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 A s t
e m o 株式会社内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人サンネクスト国際特許
事務所(SUNNEXT INTERNATIONAL PATENT
OFFICE); 〒1400002 東京都品川区東品川二丁
目 3 番 1 2 号 シーフォートスクエア センタ
ービルディング 1 6 階 Tokyo (JP).

(54) Title: POWER SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: パワー半導体装置

図 3



(57) Abstract: This power semiconductor device comprises a first power semiconductor element and a second power semiconductor element, wherein when the heating valve of the first power semiconductor element is greater than the heating valve of the second power semiconductor element, a first distance from an end of the first power semiconductor element to an end of the conductor plate is greater than a second distance from an end of the second power semiconductor element to an end of a second conductor plate to which the second power semiconductor element is connected.

(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.

(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: パワー半導体装置の第1のパワー半導体素子と第2のパワー半導体素子とは、前記第1のパワー半導体素子の発熱量が前記第2のパワー半導体素子の発熱量よりも大きい場合、前記第1のパワー半導体素子の端部から前記導体板の端部までの距離である第1の距離は、前記第2のパワー半導体素子の端部から前記第2のパワー半導体素子と接続される第2の導体板の端部までの距離である第2の距離よりも大きい。

明 細 書

発明の名称： パワー半導体装置

技術分野

[0001] 本発明は、パワー半導体装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、環境への負荷を低減するため、ハイブリッド自動車や電気自動車の普及が急務である。こうした車両においては、搭載される部品の小型化や低コスト化が重要視されており、例えば、電力変換装置でもそうした要求に応えるための改善が日々成されている。こうした要求に応えていく結果として、装置の発熱密度は高くなっていくため、電力変換装置の電子部品の中でも発熱量が大きいパワー半導体装置は、冷却性能を向上させる必要がある。

[0003] 本願発明の背景技術として、下記の特許文献1では、パワー半導体チップの表裏両面を導電板に半田付けし、導電板を露出した状態で樹脂により封止された封止体であるパワー半導体装置が記載されている。この封止体は、第1および第2の放熱部材を有する金属製ケースに収納され、第1および第2の放熱部材のそれぞれと導電板との間は、熱伝導性の絶縁接着剤(絶縁部材)により接着されている。これにより装置の放熱性能の劣化を防止し、耐熱性を確保した信頼性の高いパワー半導体装置を提供する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2018-113343号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] パワー半導体チップのON/OFFが繰り返されるパワーサイクル時に、発生する熱応力が増加することで、高温が負荷される使用環境下になるが、発熱部と放熱部材の結合部分において、放熱部材である熱伝導性の絶縁性樹

脂にも高い熱応力が発生する。これにより、絶縁性樹脂が導体板から離間する可能性があり、電力変換装置の放熱性が悪化することが課題であった。

[0006] そこで、本発明の目的は、小型化と信頼性の向上とを両立させたパワー半導体装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の電力変換装置は、パワー半導体素子と、前記パワー半導体素子と接続される導体板と、前記導体板において前記パワー半導体素子と接続される面とは反対側の面で接続される絶縁層と、を備えたパワー半導体装置であって、前記パワー半導体素子は、第1のパワー半導体素子と、第2のパワー半導体素子と、を含み、前記第1のパワー半導体素子の発熱量が前記第2のパワー半導体素子の発熱量よりも大きい場合、前記第1のパワー半導体素子の端部から前記導体板の端部までの距離である第1の距離は、前記第2のパワー半導体素子の端部から前記導体板の端部までの距離である第2の距離よりも大きい。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、小型化と信頼性の向上とを両立させたパワー半導体装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の第1の実施形態に係る、パワーモジュールの外観平面図。

[図2]図1のA-A'断面図。

[図3]図2から放熱部材を除いたパワー半導体モジュールの断面図。

[図4]本発明の第1の実施形態に係る、パワー半導体モジュールのチップレイアウト図。

[図5]本発明の第2の実施形態に係る、パワー半導体モジュールの断面図。

[図6]図5から流路形成体を除いた断面図。

[図7]図4の第1の変形例。

[図8]図4の第2の変形例。

[図9]本発明の第3の実施形態に係る、パワー半導体モジュールの断面図。

[図10]本発明の第4の実施形態に係る、パワー半導体モジュールの断面図。

[0010] 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。

[0011] 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。

[0012] (第1の実施形態および全体構成)

図1は、本発明の第1の実施形態に係る、パワーモジュールの外観平面図である。また、図2は、図1のA-A'断面図である。A-A'線はパワー半導体素子を通る断線である。

[0013] パワーモジュール100は、パワー半導体モジュール30を放熱部材7で両面(図1の手前と奥の両面)から挟んで接続している構成を有している。パワー半導体モジュール30は外部端子31(図1のみ図示)を有しており、パワー半導体モジュール30の構成部分から外部に突出させることで、パワーモジュール100が搭載される電力変換装置が内部に搭載している他の構成部品と接続している。

[0014] 放熱部材7は、熱伝導性・導電性を有する金属部材であり、パワー半導体モジュール30と接続されている面とは反対の面で放熱フィン7aを複数有している。放熱フィン7aにより、パワー半導体モジュール30で発生する熱は放熱されている。なお、放熱フィン7aの形状をピンフィンとしたが、他の形状、例えばストレートフィンやコルゲートフィンであっても良い。

[0015] 放熱部材7は、例えばCu、Cu合金、Cu-C、Cu-CuOなどの複合材、あるいはAl、Al合金、AlSiC、Al-Cなどの複合材などである。

- [0016] 放熱部材の端部 7 b (図 2) は、電力変換装置のケース (図示せず) と接合される面である。放熱部材の端部 7 b とケースの接合方法としては、例えば、F S W (摩擦攪拌接合)、レーザ溶接、ろう付け等を適用することができる。このような接合を用いることで、パワーモジュール 100 を、水や油、有機物などの冷媒が流れている電力変換装置の流路内に挿入しても、冷媒がパワー半導体モジュール 30 の内部に侵入しない。
- [0017] なお、放熱部材 7 は一對の別体でパワー半導体モジュール 30 を挟み込む場合、どちらも同じ素材の部材として示しているが、放熱性を持つものであればそれぞれが別の素材の部材でもよい。また、放熱部材 7 は別体の部材として挟むような形で示されているが、一体化されていてもよい。
- [0018] パワー半導体モジュール 30 は、第 1 パワー半導体素子 1 および第 2 パワー半導体素子 11 と、第 1 パワー半導体素子 1 に接続される第 1 導体板 3 および第 3 導体板 4 と、第 2 パワー半導体素子 11 に接続される第 2 導体板 13 および第 4 導体板 14 と、を有している。パワー半導体モジュール 30 は、封止樹脂 9 によってモールドされることで、部品の接続固定の補強をしている。
- [0019] 図 3 は、図 2 から放熱部材を除いたパワー半導体モジュールの断面図である。
- [0020] パワー半導体モジュール 30 において、第 1 パワー半導体素子 1 の一方の端部から第 1 導体板 3 の同じ一方の端部 3 b までの距離を第 1 の長さ L_1 、第 2 パワー半導体素子 11 の一方の端部から第 2 導体板 13 の同じ一方の端部 13 b までの距離を第 2 の長さ L_2 、第 1 パワー半導体素子 1 のもう一方の端部から第 1 導体板 3 の同じもう一方の端部 3 c までの距離を第 3 の長さ L_3 、第 2 パワー半導体素子 11 のもう一方の端部から第 2 導体板 13 の同じもう一方の端部 13 c までの距離を第 4 の長さ L_4 、第 1 パワー半導体素子 1 の一方の端部から第 3 導体板 4 の同じ一方の端部までの距離を第 5 の長さ L_5 、第 2 パワー半導体素子 11 の一方の端部から第 4 導体板 14 の同じ一方の端部までの距離を第 6 の長さ L_6 、と定義する。また、第 1 導体板 3

の厚さを T_1 、第2導体板13の厚さを T_2 、と定義する。

[0021] 第1導体板3、第2導体板13は、それぞれ第1パワー半導体素子1と接続される面とは反対側の面で、絶縁層5を介して放熱部材7（図2参照）と接続される。また、第3導体板4、第4導体板14は、それぞれ第2パワー半導体素子11と接続される面とは反対側の面で、絶縁層5を介して放熱部材7と接続される。これにより、パワー半導体モジュール30から絶縁層5を熱伝導して放熱できる構造になっている。

[0022] なお、第1導体板3、第2導体板13、第3導体板4、第4導体板14は、例えば、銅、銅合金、あるいはアルミニウム、アルミニウム合金などにより形成されている。

[0023] また、図3では省略しているが、実際には、第1導体板3、第2導体板13、第3導体板4、第4導体板14には、必要に応じて外部の基板（図示せず）からリード接続されているか、もしくはリードが一体に形成されている構成である。

[0024] 絶縁層5は、熱伝導率が高い絶縁部材であり、かつ、絶縁耐圧が大きい材料で形成されている。例えば、この絶縁層5の材料として、酸化アルミニウム（アルミナ）、窒化アルミニウム等の微粉末、炭素などを含有する絶縁シートまたは接着剤を用いることができる。

[0025] また、絶縁層5は、図3の上下方向において、パワー半導体モジュール30のうちモールド樹脂9で覆われていない部分であり露出している面である、第1導体板3の下面、第2導体板13の下面、第3導体板4の上面、第4導体板14の上面、を被覆している。なお、第1導体板3の下面と第2導体板13の下面とは、封止樹脂9の下面と面一である。また、第3導体板4の上面と第4導体板14の上面とは、封止樹脂9の上面と面一である。

[0026] 第1パワー半導体素子1が接合される第1導体板3と、第2パワー半導体素子11が接合される第2導体板13は、互いに隣接して配置されている。また、第1パワー半導体素子1が接合される第3導体板4と、第2パワー半導体素子11が接合される第4導体板14は、互いに隣接して配置されてい

る。

[0027] 第1パワー半導体素子1と第1導体板3および第3導体板4それぞれとの間、および、第2パワー半導体素子11と第2導体板13および第4導体板14それぞれとの間、には熱伝導性の接合材10が設けられている。

[0028] 図3で定義した、第1～第6の長さ $L_1 \sim L_6$ について説明する。第1パワー半導体素子1は第2パワー半導体素子11よりも損失が大きいパワー半導体素子である。また、車両の駆動時の第1パワー半導体素子1の発熱量は第2パワー半導体素子11の発熱量よりも大きい。よって、第1パワー半導体素子1の平均温度は第2パワー半導体素子11よりも高くなる。この場合、例えば、第1パワー半導体素子1はIGBT、第2パワー半導体素子11はダイオードである。

[0029] 第1の長さ L_1 と第3の長さ L_3 とは、第1パワー半導体素子1を通り第1導体板3と第1パワー半導体素子1との接合面に垂直な断面において、第1パワー半導体素子1の端部から第1導体板3の端部3bまたは端部3cまでの距離として、それぞれ定義される。

[0030] 第2の長さ L_2 と第4の長さ L_4 とは、第2パワー半導体素子11を通り第1導体板3と第2パワー半導体素子11との接合面に垂直な断面において、第2パワー半導体素子11の端部から第2導体板13の端部13bまたは端部13cまでの距離として、それぞれ定義される。

[0031] 第1の長さ L_1 が第2の長さ L_2 よりも大きくなるように、第1パワー半導体素子1および第2パワー半導体素子11は、第1導体板3および第2導体板13にそれぞれ配置されている。より具体的には、従来の構成と比較して、同程度の長さであった第1の長さ L_1 と第2の長さ L_2 のうち、第2の長さ L_2 のみを小さくするようにして配置している。このように構成する理由は、パワー半導体モジュール30の駆動時の熱応力が原因で、絶縁層5のはく離やクラックなどの損傷が発生する懸念があるためである。

[0032] 例えば、放熱部材7等の冷却媒体などで冷却された状態でパワー半導体モジュール30を駆動し、第1のパワー半導体素子1および第2のパワー半導

体素子 1 1 に通電した場合、第 1 のパワー半導体素子 1 および第 2 のパワー半導体素子 1 1 が発熱して、パワーモジュール 1 0 0 内部の温度が上昇する。

[0033] 各部材は、そのときの温度上昇に応じて伸び変形が生じるが、その変形量には差がある。特に、導体板 3, 1 3, 4, 1 4 と放熱部材 7 とは、変形量の差により絶縁層 5 には熱応力が発生する。絶縁層 5 に熱応力が発生する最大の原因は、導体板の端部 3 b, 1 3 b の温度であり、導体板の端部 3 b, 1 3 b の温度が高いほど、熱応力が大きくなる。なお、発熱体であるパワー半導体素子 1 およびパワー半導体素子 1 1 の温度が最も高く、つづいて順に、導体板 3, 1 3, 4, 1 4 (順不同)、絶縁層 5、放熱部材 7 という順に高温である。

[0034] ここで、絶縁層 5 に対しての熱応力の影響を回避するために、第 1 の長さ L_1 と、第 2 の長さ L_2 を大きくさせ、発熱体である第 1 のパワー半導体素子 1 や第 2 のパワー半導体素子 1 1 から第 1 導体板の端部 3 b や第 2 導体板の端部 1 3 b までの距離を長くして、これらの発熱体からの発熱による端部 3 b, 1 3 b の温度上昇を抑える方法がある。しかし、この方法を採用すると、熱応力による絶縁層 5 の損傷を防止することができる一方で、パワーモジュール 1 0 0 が大型化する懸念がある。

[0035] したがって、第 1 パワー半導体素子 1 の発熱量は第 2 パワー半導体素子 1 1 の発熱量よりも大きいので、第 1 導体板の端部 3 b が第 1 導体板 3 の絶縁層 5 にかかる熱応力は、第 2 導体板の端部 1 3 b が第 2 導体板 1 3 の絶縁層 5 にかかる熱応力よりも高くなる。そのため、第 1 の長さ L_1 と、第 2 の長さ L_2 が同じ場合は、駆動時の第 1 導体板の端部 3 b の温度は、第 2 導体板の端部 1 3 b の温度よりも高くなる。これにより、伸び変形の変形量の差による絶縁層 5 の剥離やクラックなどの損傷が発生しやすくなる。

[0036] 以上の理由により、第 1 の長さ L_1 が第 2 の長さ L_2 よりも大きくなるように、第 1 パワー半導体素子 1 および第 2 パワー半導体素子 1 1 は、第 1 導体板 3 および第 2 導体板 1 3 にそれぞれ配置されている。これにより、絶縁

層 5 の熱応力の最大値は増加することがなく、発熱量が小さい第 2 のパワー半導体素子 1 1 と接合されていることで絶縁層 5 に対する熱応力の影響が小さい第 2 導体板 1 3 のみのサイズを小さくした第 2 の長さ L_2 を決めることができる。このようにすることで、パワーモジュール 1 0 0 の信頼性を確保しつつ小型化も実現できる。

[0037] なお、第 3 の長さ L_3 と第 4 の長さ L_4 の関係は、第 1 の長さ L_1 と第 2 の長さ L_2 の関係と同様である。

[0038] また、第 1 の長さ L_1 を第 1 導体板の厚さ T_1 よりも大きく、第 2 の長さ L_2 を第 2 導体板の厚さ T_2 よりも大きくする構成を合わせることで、パワー半導体素子 1, 1 1 から発生する熱が広がることにより、放熱性が向上する効果を得られる。

[0039] また、さらに、第 1 パワー半導体素子 1 の面積よりも、第 2 パワー半導体素子の面積を小さくすることにより、パワーモジュール 1 0 0 のサイズをさらに小型化できる。

[0040] 第 5 の長さ L_5 は、第 6 の長さ L_6 よりも大きい。これにより、第 3 導体板 4 および第 4 導体板 1 4 と接続される絶縁層 5 において、導体板 4 および 1 4 の端部での熱応力による損傷を防止しつつ、導体板 4 および 1 4 の小型化を実現できる。

[0041] また、第 1 の長さ L_1 と第 5 の長さ L_5 の関係を $L_1 \geq L_5$ 、第 2 の長さ L_2 と第 6 の長さ L_6 の関係を $L_2 \geq L_6$ とする。このようにすることで、絶縁層 5 の損傷を防止しつつ小型化が実現できる。

[0042] 図 4 は、本発明の第 1 の実施形態に係る、パワー半導体モジュールのチップレイアウト図である。

[0043] 図 5 に、第 1 のパワー半導体素子 1 と第 2 のパワー半導体素子 1 1 の平面レイアウト図を示す。図 5 では、第 1 導体板 3 に第 1 のパワー半導体素子 1 と第 2 のパワー半導体素子 1 1 がひとつずつ配置されている。同様に、第 2 導体板 1 3 に、第 1 のパワー半導体素子 1 と第 2 のパワー半導体素子 1 1 がひとつずつ配置されている。第 1 導体板 3 と第 2 導体板は電氣的に分離され

た状態で隣接配置されている。A-A'断線の位置は、図1で示したA-A'断線の位置と同じである。

[0044] 第1パワー半導体素子1の縦横比（アスペクト比）は、第2パワー半導体素子11の縦横比よりも小さい。また、第1導体板3と第2の導体板13をL字型に隣接させ配置する。

[0045] このようにすることで、パワー半導体モジュール30（図3参照）のサイズを小さくすることができる効果も得られる。これらにより、パワー半導体モジュール30の導体板端部に接続されている絶縁部材5の損傷を抑制することができるため、パワー半導体モジュール30の放熱性能が向上し、信頼性の高い電力変換装置が実現できる。

[0046] 以上の実施形態により、パワーモジュール100では絶縁層5が封止樹脂9により導体板3, 13, 4, 14とともに封止された構造をしていることにより、パワー半導体素子1, 11が発熱時に発生する温度上昇によって生じる導体板3, 13, 4, 14と絶縁層5の熱変形差が小さくなり、導体板の端部3b, 13bに接続している絶縁層5に発生する熱応力も小さくなるため、損傷が発生しにくくなる。これにより、さらに信頼性の高いパワー半導体装置が実現できる。

[0047] （第2の実施形態）

図5は、本発明の第2の実施形態に係る、パワー半導体モジュールの断面図である。また、図6は、図5から流路形成体を除いた断面図である。

[0048] パワー半導体モジュール30Aにおいて、第1導体板3, 第2導体板13, 第3導体板4, 第4導体板14は、絶縁層5Aにそれぞれ接続され、絶縁層5Aは接続材20を介して放熱部材（流路形成体）17に接続されている。放熱部材17は流路17aを有しており、内部にパワー半導体モジュール30Aの放熱を行う冷却媒体が流れている。

[0049] 図6に示す通り、この実施形態では、導体板3, 13, 4, 14と接続されている面とは反対側の面で表出するように封止樹脂9Aで封止固定されている。このようにすることで、絶縁層5Aも含めたパワー半導体モジュール

30Aの封止固定が可能になる。

[0050] (第1の変形例、第2の変形例)

図7および図8は、図4の第1の変形例および第2の変形例である。

[0051] 図4では、L字型にパワー半導体素子と導体板を配置したが、図7および図8に示すように、第1の長さL1と第2の長さL2との関係性を維持させつつ、第1パワー半導体素子1と第2パワー半導体素子11を第1導体板3および第2導体板13に配置させることもできる。なお、第1パワー半導体素子1の辺の長さの最大値は、第2パワー半導体素子11の辺の長さの最大値より小さい。

[0052] (第3の実施形態)

図9は、本発明の第3の実施形態に係る、パワー半導体モジュールの断面図である。

[0053] パワー半導体モジュール30Bは、第1導体板3Bが、第1のパワー半導体素子1と第2のパワー半導体素子11の両方がセットで配置されるように一続きになっている構成である。それに伴い、第1のパワー半導体素子1と第2のパワー半導体素子11とが、第1導体板3Bと接続される側とは反対側で接続される第3導体板4Bも、一続きになっている構成である。このようにすることで、第1のパワー半導体素子1と第2のパワー半導体素子11の導体板における配置で、第1の長さL1と第2の長さL2だけを考慮すればよく、第1の実施形態で示した導体板の内向きの端部3c, 13c(図3, 図5参照)を考慮する必要なく配置できる。

[0054] また、この実施形態の場合、第1の長さL1と第2の長さL2が第1導体板の厚さT1よりも大きいことで、第1パワー半導体素子1および第2パワー半導体素子11の熱が十分に広がるため、放熱性が向上されている。

[0055] なお、本実施形態では、2in1のパワー半導体装置の例を示したが、1つの導体板上に、IGBTとダイオードが一つずつ接続された構造がパッケージ化された1in1のパワー半導体装置にも適用でき、また、6in1のパワー半導体装置にも適用できる。

[0056] なお、本実施形態のパワー半導体モジュール30は、放熱部材7との接続を放熱部材7の両端部で接続するようにしてもよい。

[0057] (第4の実施形態)

図10は、本発明の第4の実施形態に係る、パワー半導体モジュールの断面図である。

[0058] 本実施形態のパワー半導体モジュール30Cでは、放熱部材17を片面だけ設けて冷却させる構造にした。これに伴い、絶縁層5も放熱部材17が設けられている側だけに設置されるので、さらに小型化に貢献した電力変換装置を実現できる。

[0059] 以上説明した本発明の第1および第2の実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

[0060] (1) パワー半導体装置は、パワー半導体素子と、パワー半導体素子と接続される導体板と、導体板においてパワー半導体素子と接続される面とは反対側の面で接続される絶縁層5と、を備えている。パワー半導体素子は、第1のパワー半導体素子1と、第2のパワー半導体素子11と、を含んでいる。第1のパワー半導体素子1の発熱量が第2のパワー半導体素子11の発熱量よりも大きい場合、第1のパワー半導体素子1の端部から第1導体板の端部3b(3c)までの距離である第1の距離L1は、第2のパワー半導体素子11の端部から第2導体板の端部13b(13c)までの距離である第2の距離L2よりも大きい。このようにしたことで、小型化と信頼性の向上とを両立させたパワー半導体装置を提供することにある。

[0061] (2) 導体板は、第1のパワー半導体素子1と接続される第1の導体板3と、第2のパワー半導体素子11と接続される第2の導体板13と、を含んでいる。第1の距離L1、L3は、第1のパワー半導体素子1を通して第1の導体板3と第1のパワー半導体素子1との接合面に垂直な断面における第1のパワー半導体素子1の端部から第1の導体板の端部3b(3c)までの距離として定義される。また、第2の距離L2、L4は、第2のパワー半導体素子11を通して第2の導体板13と第2のパワー半導体素子11との接合

面に垂直な断面における第2のパワー半導体素子11の端部から第2の導体板の端部13b(13c)までの距離として定義される。このようにしたことで、本発明の効果を奏する第1の距離L1および第2の距離L2についての定義ができる。

[0062] (3) 第1のパワー半導体素子1および第2のパワー半導体素子11は、同一の導体板3B上に配置された場合、第1の距離L1は、第1のパワー半導体素子1を通して導体板3Bと第1のパワー半導体素子1との接合面に垂直な断面において、第1のパワー半導体素子1の端部から導体板3Bの端部までの距離として定義される。また、第2の距離L2は、第2のパワー半導体素子11を通して導体板3Bと第2のパワー半導体素子11との接合面に垂直な断面において、第2のパワー半導体素子11の端部から導体板3Bの端部までの距離として定義される。このようにしたことで、本発明の効果を奏する第1の距離L1および第2の距離L2について、別の実施形態での定義ができる。

[0063] (4) 第1のパワー半導体素子1において、第1の導体板3が接続される面とは反対側の面に第3の導体板4が接続され、第2のパワー半導体素子11において、第2の導体板13が接続される面とは反対側の面に第4の導体板14が接続され、第1から第4の導体板3, 13, 4, 14において、それぞれ第1のパワー半導体素子1および第2のパワー半導体素子11と接続される面とは反対側の面で、絶縁層5を介して放熱部材7と接続される。このようにしたことで、パワーモジュール100を両面冷却できる。

[0064] (5) 第1のパワー半導体素子1の損失が、第2のパワー半導体素子11の損失よりも大きい。このように配置しているため、本発明の効果を奏する第1の距離L1および第2の距離L2の構成が必要になる。

[0065] (6) 第1のパワー半導体素子1はIGBTであり、第2のパワー半導体素子11はダイオードである。このように配置しているため、本発明の効果を奏する第1の距離L1および第2の距離L2の構成が必要になる。

[0066] (7) 第1のパワー半導体素子1の縦横比が、第2のパワー半導体素子11

の縦横比よりも小さい。このようにしたことで、本発明の効果を奏する第1の距離 L_1 および第2の距離 L_2 を保ちつつ、導体板におけるパワー半導体素子の配置のレイアウトの自由度が増す。

[0067] (8) 第1のパワー半導体素子1の辺の長さの最大値は、第2のパワー半導体素子11の辺の長さの最大値より小さい。このようにしたことで、本発明の効果を奏する第1の距離 L_1 および第2の距離 L_2 を保ちつつ、導体板におけるパワー半導体素子の配置のレイアウトの自由度が増す。

[0068] (9) 第1のパワー半導体素子1の端部から第3の導体板4の端部までの距離である第3の距離 L_3 は、第2のパワー半導体素子11の端部から第4の導体板14の端部までの距離である第4の距離 L_4 よりも大きい。このようにしたことで、両面冷却のパワーモジュール100においてどちらの面の絶縁層5も剥離やクラックなどの損傷が発生しなくなる。

[0069] (10) 第1の距離 L_1 は第3の距離 L_3 以上であり、第2の距離 L_2 は第4の距離 L_4 以上である。このようにしたことで、このようにしたことで、両面冷却のパワーモジュール100においてどちらの面の絶縁層5も剥離やクラックなどの損傷が発生しなくなる。

[0070] (11) パワー半導体モジュール30は、放熱部材7と、放熱部材7の両端部で接続されている。このようにしたことで、絶縁層5の剥離やクラックなどの損傷が出やすい端部での本発明の効果が顕著になる。

[0071] なお、本発明は、導体板の端部をテーパ形状にすることも可能であり、テーパ形状の場合は、第1の導体板および第2の導体板が接続される絶縁層を平面として、絶縁層と接触している導体板の端部の角部からパワー半導体素子の端部に向かう角度が45度以下であることが望ましい。

[0072] また、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内で様々な変形や他の構成を組み合わせることができる。また本発明は、上記の実施形態で説明した全ての構成を備えるものに限定されず、その構成の一部を削除したものも含まれる。

符号の説明

- [0073] 1…第1パワー半導体素子
- 3、3 B…第1導体板
- 3 b…第1導体板の端部（外向き側）
- 3 c…第1導体板の端部（内向き側）
- 4、4 B…第3導体板
- 5、5 A…絶縁層
- 7…放熱部材（フィンタイプ）
- 7 a…放熱フィン
- 7 b…放熱部材の端部
- 9、9 A、9 C…封止樹脂
- 10…接合材
- 11…第2パワー半導体素子
- 13…第2導体板
- 13 b…第2導体板の端部（外側）
- 13 c…第2導体板の端部（内側）
- 14…第4導体板
- 17…放熱部材（流路形成体）
- 17 a…流路
- 20…接続材（熱伝導体）
- 30、30 A～30 C…パワー半導体モジュール
- 31…外部端子
- 100…パワーモジュール
- L1～L6…第1～第6の長さ
- T1…第1導体板の厚さ
- T2…第2導体板の厚さ

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と接続される導体板と、
前記導体板において前記パワー半導体素子と接続される面とは反対側の面で接続される絶縁層と、を備えたパワー半導体装置であって、
前記パワー半導体素子は、第1のパワー半導体素子と、第2のパワー半導体素子と、を含み、
前記第1のパワー半導体素子の発熱量が前記第2のパワー半導体素子の発熱量よりも大きい場合、前記第1のパワー半導体素子の端部から前記導体板の端部までの距離である第1の距離は、前記第2のパワー半導体素子の端部から前記導体板の端部までの距離である第2の距離よりも大きい
パワー半導体装置。

[請求項2]

請求項1に記載のパワー半導体装置であって、
前記導体板は、前記第1のパワー半導体素子と接続される第1の導体板と、前記第2のパワー半導体素子と接続される第2の導体板と、を含み、
前記第1の距離は、前記第1のパワー半導体素子を通して前記第1の導体板と前記第1のパワー半導体素子との接合面に垂直な断面における前記第1のパワー半導体素子の前記端部から前記第1の導体板の前記端部までの距離として定義され、
前記第2の距離は、前記第2のパワー半導体素子を通して前記第2の導体板と前記第2のパワー半導体素子との接合面に垂直な断面における前記第2のパワー半導体素子の前記端部から前記第2の導体板の前記端部までの距離として定義される
パワー半導体装置。

[請求項3]

請求項1に記載のパワー半導体装置であって、
前記第1のパワー半導体素子および前記第2のパワー半導体素子は

、同一の前記導体板上に配置され、

前記第1の距離は、前記第1のパワー半導体素子を通して前記導体板と前記第1のパワー半導体素子との接合面に垂直な断面における前記第1のパワー半導体素子の前記端部から前記導体板の前記端部までの距離として定義され、

前記第2の距離は、前記第2のパワー半導体素子を通して前記導体板と前記第2のパワー半導体素子との接合面に垂直な断面における前記第2のパワー半導体素子の前記端部から前記導体板の前記端部までの距離として定義される

パワー半導体装置。

[請求項4]

請求項1に記載のパワー半導体装置であって、

前記第1のパワー半導体素子において、前記第1の導体板が接続される面とは反対側の面に第3の導体板が接続され、

前記第2のパワー半導体素子において、前記第2の導体板が接続される面とは反対側の面に第4の導体板が接続され、

前記第1から前記第4の導体板において、それぞれ前記第1および前記第2パワー半導体素子と接続される面とは反対側の面で、前記絶縁層を介して放熱部材と接続される

パワー半導体装置。

[請求項5]

請求項1に記載のパワー半導体装置であって、

前記第1のパワー半導体素子の損失が、前記第2のパワー半導体素子の損失よりも大きい

パワー半導体装置。

[請求項6]

請求項1に記載のパワー半導体装置であって、

前記第1のパワー半導体素子はIGBTであり、前記第2のパワー半導体素子はダイオードである

パワー半導体装置。

[請求項7]

請求項1に記載のパワー半導体装置であって、

前記第 1 のパワー半導体素子の縦横比が、前記第 2 のパワー半導体素子の縦横比よりも小さい

パワー半導体装置。

[請求項8]

請求項 1 に記載のパワー半導体装置であって、

前記第 1 のパワー半導体素子の辺の長さの最大値は、前記第 2 のパワー半導体素子の辺の長さの最大値より小さい

パワー半導体装置。

[請求項9]

請求項 4 に記載のパワー半導体装置であって、

前記第 1 のパワー半導体素子の端部から前記第 3 の導体板の端部までの距離である第 3 の距離は、前記第 2 のパワー半導体素子の端部から前記第 4 の導体板の端部までの距離である第 4 の距離よりも大きい

パワー半導体装置。

[請求項10]

請求項 9 に記載のパワー半導体装置であって、

前記第 1 の距離は、前記第 3 の距離以上であり、

前記第 2 の距離は、前記第 4 の距離以上である

パワー半導体装置。

[請求項11]

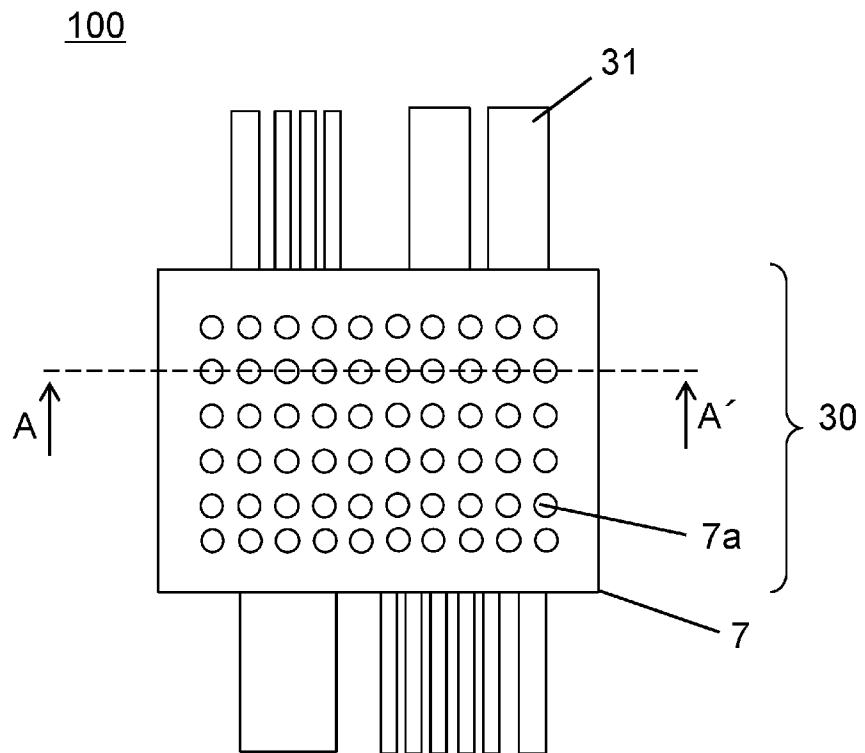
請求項 4 に記載のパワー半導体装置であって、

前記放熱部材とは、前記放熱部材の両端部で接続されている

パワー半導体装置。

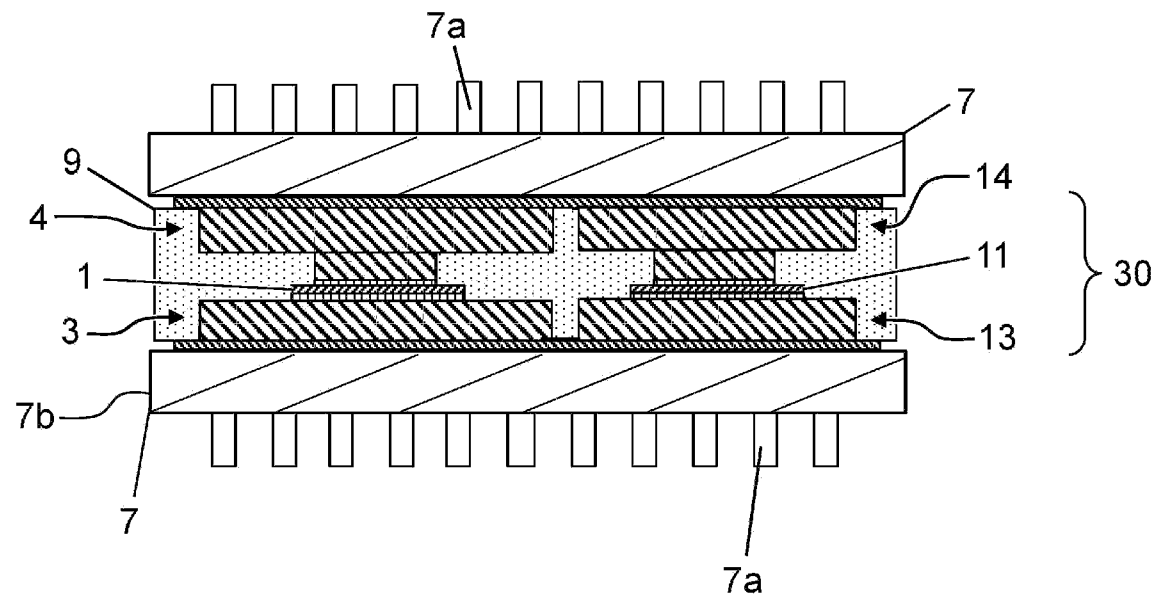
[図1]

図 1



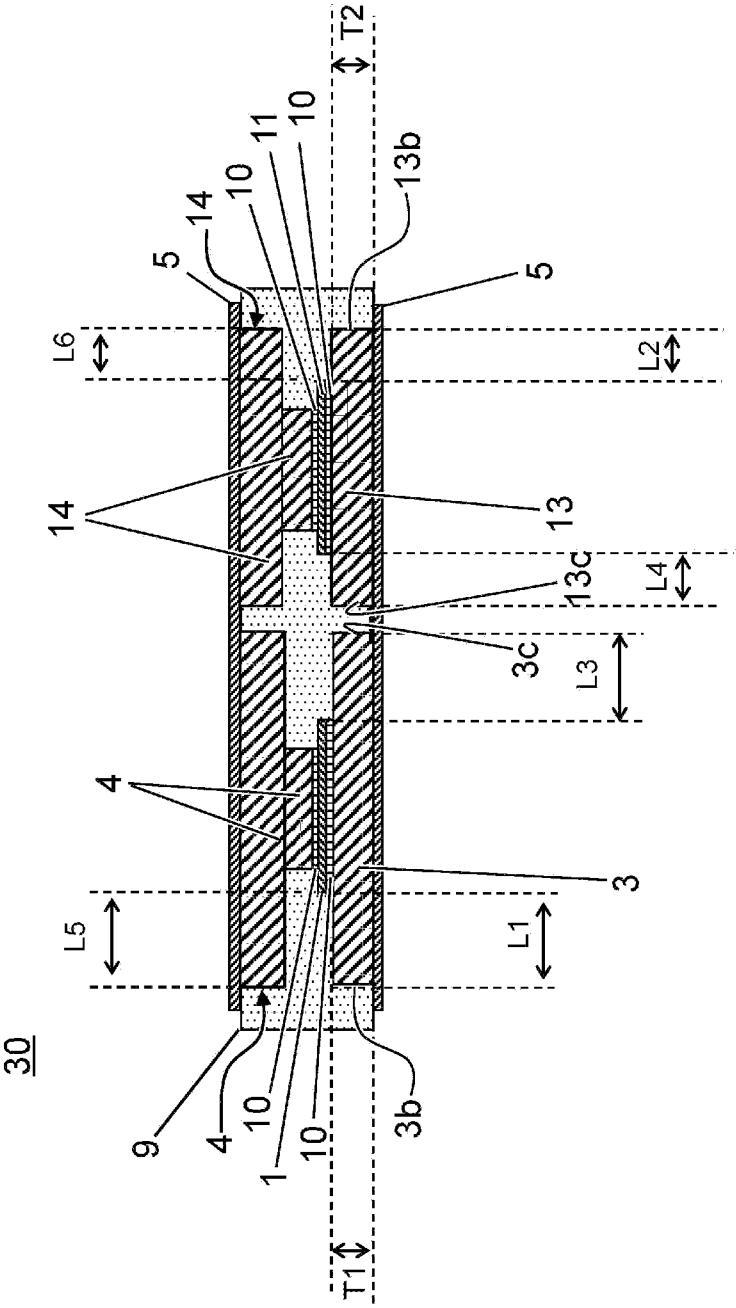
[図2]

図 2



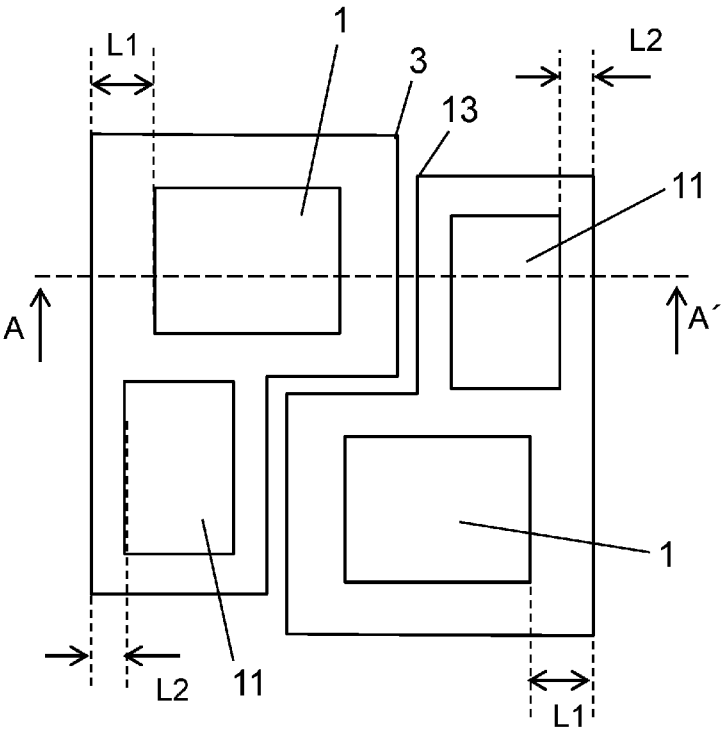
[図3]

図 3



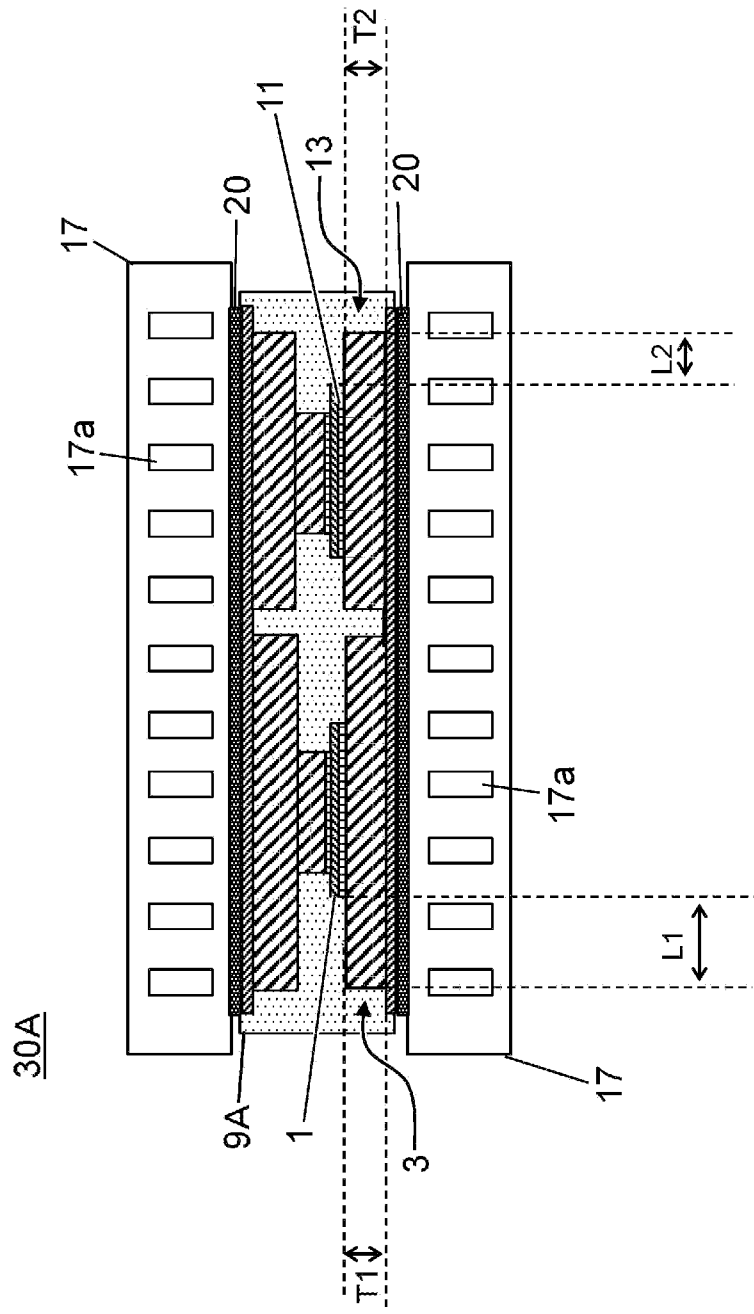
[図4]

図 4



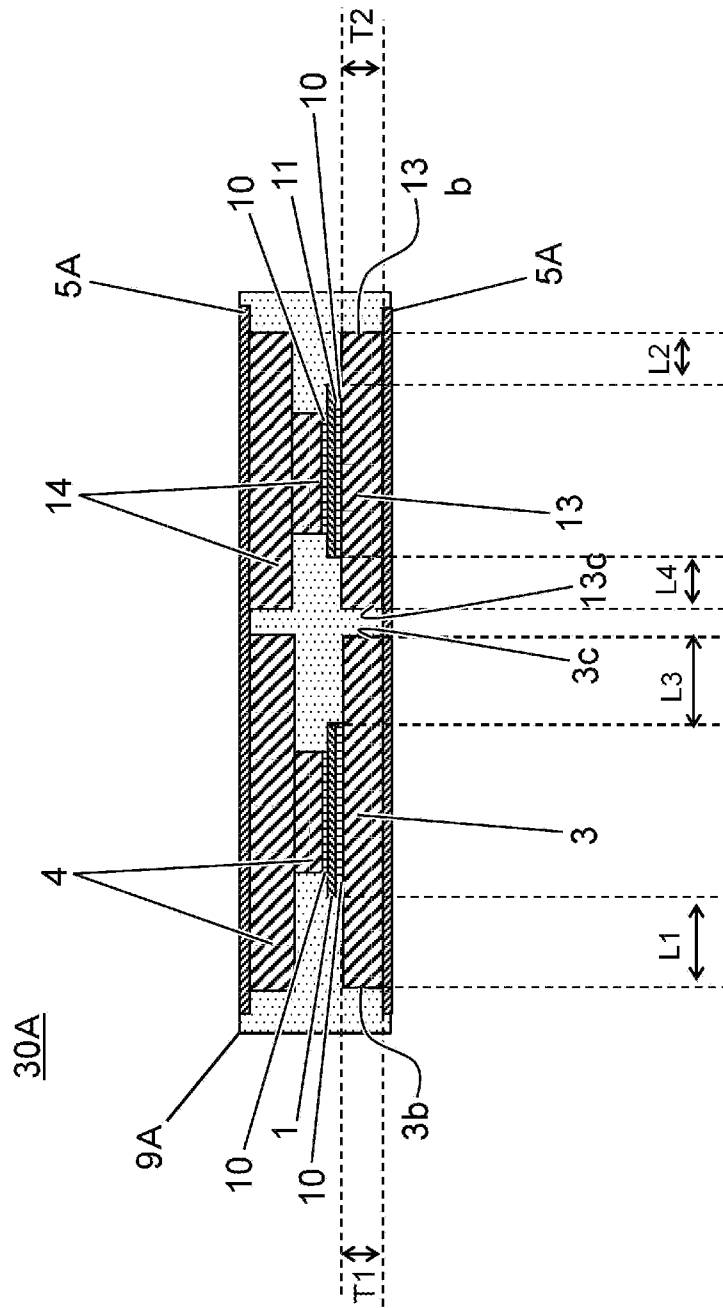
[図5]

図 5



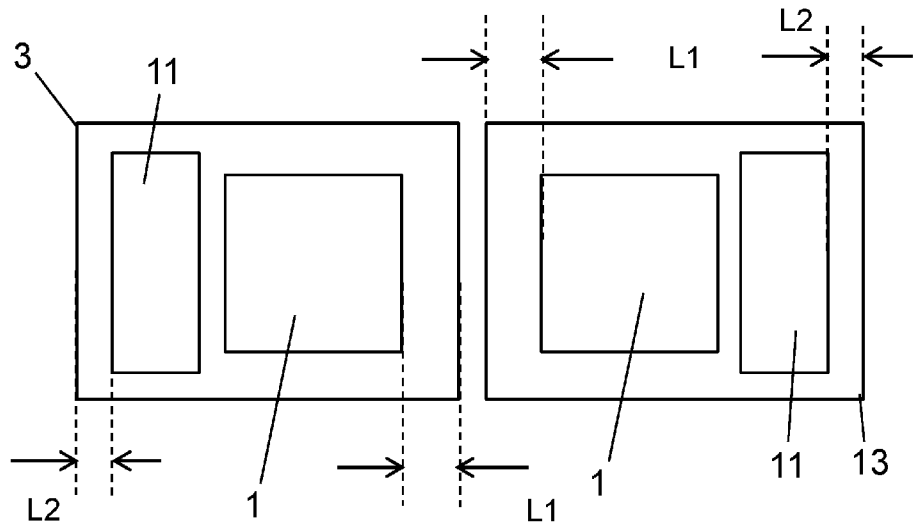
[図6]

6
X



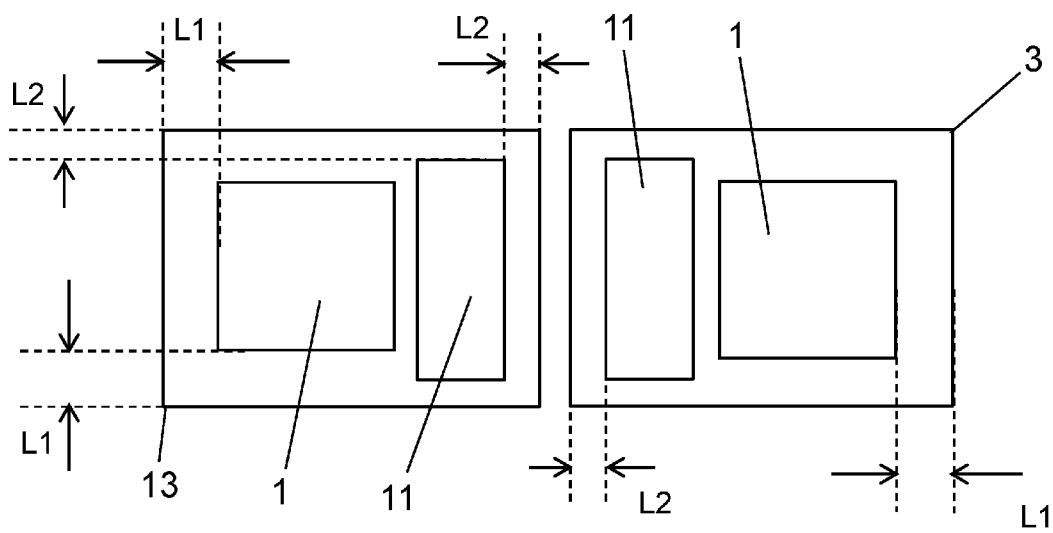
[図7]

図 7



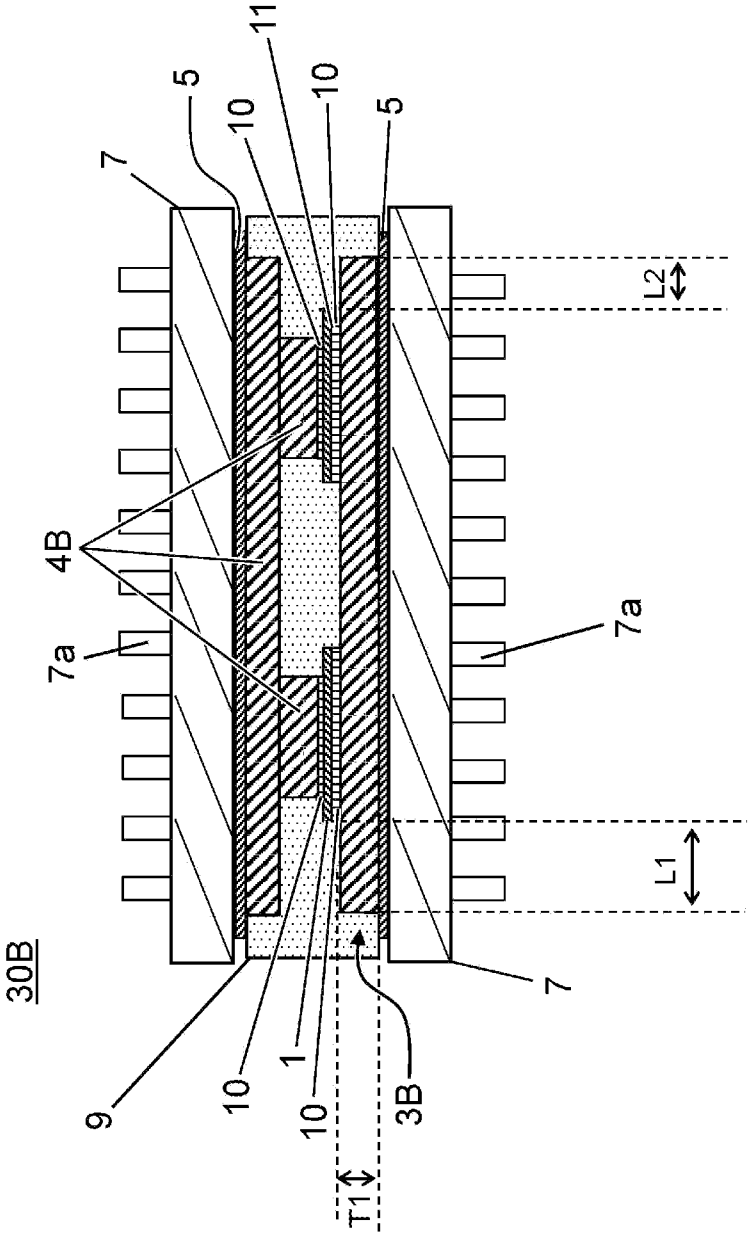
[図8]

図 8



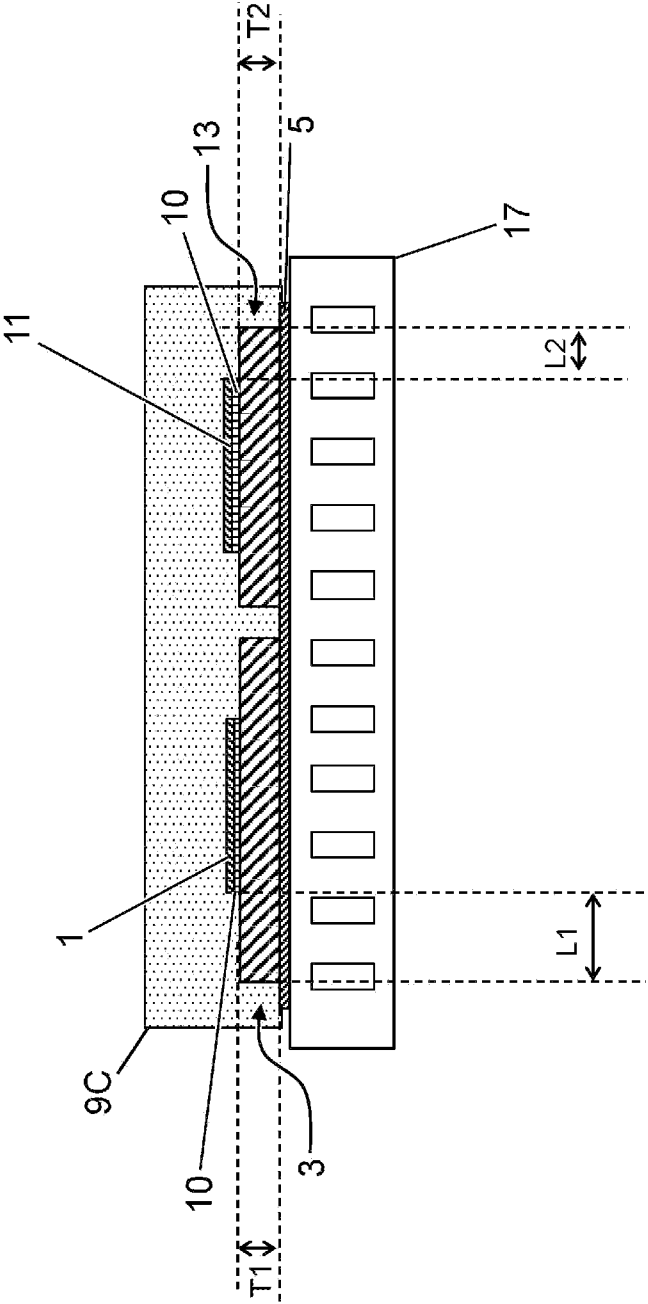
[図9]

図 9



[図10]

30C



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/048274

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 23/36**(2006.01)i; **H01L 25/18**(2006.01)i; **H01L 25/04**(2014.01)i

FI: H01L25/04 Z; H01L23/36 Z

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)

H01L23/36; H01L25/18; H01L25/04

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 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	JP 2002-260936 A (HITACHI, LTD.) 13 September 2002 (2002-09-13) paragraphs [0001]-[0047], fig. 1, 4	1-2, 4-11
A	entire text, all drawings	3
Y	WO 2015/186470 A1 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 10 December 2015 (2015-12-10) paragraphs [0001]-[0104], fig. 4, 6, 7, 14	1, 3-11
A	entire text, all drawings	2
Y	JP 2009-59887 A (DENSO CORP.) 19 March 2009 (2009-03-19) paragraph [0043]	1-11
Y	WO 2020/105407 A1 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 28 May 2020 (2020-05-28) paragraphs [0001]-[0043], fig. 1, 12, 13	1-2, 4-11
A	entire text, all drawings	3

☐ 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

14 March 2022

Date of mailing of the international search report

29 March 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 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/JP2021/048274

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2002-260936	A	13 September 2002	(Family: none)	
WO	2015/186470	A1	10 December 2015	(Family: none)	
JP	2009-59887	A	19 March 2009	(Family: none)	
WO	2020/105407	A1	28 May 2020	DE 112019005234 T5 entire text, all drawings	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 23/36(2006.01)i; H01L 25/18(2006.01)i; H01L 25/04(2014.01)i FI: H01L25/04 Z; H01L23/36 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）） H01L23/36; H01L25/18; H01L25/04		
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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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 A	JP 2002-260936 A（株式会社日立製作所）13.09.2002（2002-09-13） [0001]-[0047], 図1, 4 全文, 全図	1-2, 4-11 3
Y A	WO 2015/186470 A1（日立オートモティブシステムズ株式会社）10.12.2015（2015-12-10） [0001]-[0104], 図4, 6, 7, 14 全文, 全図	1, 3-11 2
Y A	JP 2009-59887 A（株式会社デンソー）19.03.2009（2009-03-19） [0043]	1-11
Y A	WO 2020/105407 A1（日立オートモティブシステムズ株式会社）28.05.2020（2020-05-28） [0001]-[0043], 図1, 12, 13 全文, 全図	1-2, 4-11 3
☐ 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、一般的な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 14.03.2022		国際調査報告の発送日 29.03.2022
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） 庄司 一隆 5F 1215 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/JP2021/048274

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2002-260936	A	13.09.2002	(ファミリーなし)	
WO	2015/186470	A1	10.12.2015	(ファミリーなし)	
JP	2009-59887	A	19.03.2009	(ファミリーなし)	
WO	2020/105407	A1	28.05.2020	DE 112019005234	T5
				全文, 全図	