

(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
2014 年 3 月 6 日(06.03.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/034411 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 23/36 (2006.01) H01L 25/18 (2006.01)
H01L 21/60 (2006.01) H05K 7/20 (2006.01)
H01L 25/07 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/071622
- (22) 国際出願日: 2013 年 8 月 9 日(09.08.2013)
- (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 2012-186243 2012 年 8 月 27 日(27.08.2012) JP
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 藤野 純司(FUJINO Junji); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 米田 裕(YONEDA Yutaka); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7

番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 大西良孝(ONISHI Yoshitaka); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 菅原 済文(SUGAWARA Masafumi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

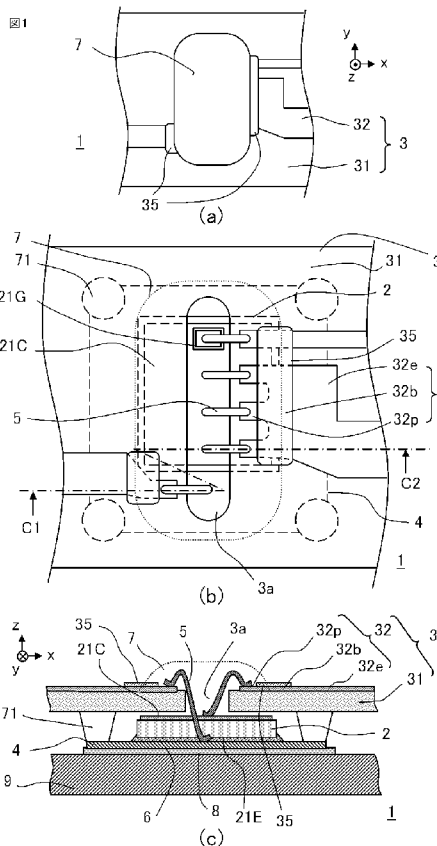
(74) 代理人: 大岩 増雄, 外(OIWA Masuo et al.); 〒6610033 兵庫県尼崎市南武庫之荘 3 丁目 3 番 8 号 Hyogo (JP).

(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, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, 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.

[続葉有]

(54) Title: ELECTRIC POWER SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 電力用半導体装置



(57) Abstract: Provided is an electric power semiconductor device that includes: a heat transfer plate (4) to which a heat release member (9) is bonded with an insulating layer (8) being interposed therebetween; a printed substrate (3) that is arranged with a predetermined clearance to the heat transfer plate (4), and that has an opening (3a) in the vicinities of an electrode pattern (32) formed on an outer side surface; an electric power semiconductor element (2) that is arranged between the heat transfer plate (4) and the printed substrate (3) and has a back surface thereof bonded to the heat transfer plate (4); and a wiring member (5) that has one end thereof bonded to a first bonding part of a main electric power electrode (21C) formed on a surface of the electric power semiconductor element (2), and has the other end thereof bonded to a second bonding part (32p). The device is configured so that at least a part of the second bonding part (32p) falls in a space that extends in the vertical direction from the main electric power electrode (21C) toward the printed substrate (3), and at the same time, the first bonding part is included in a space that extends in the vertical direction from the opening (3a).

(57) 要約: 絶縁層(8)を介して放熱部材(9)が接合される伝熱板(4)と、伝熱板(4)に対して、所定の間隔をあけて配置され、外側面に形成された電極パターン(32)の近傍に開口部(3a)が設けられたプリント基板(3)と、伝熱板(4)とプリント基板(3)との間に配置され、裏面が伝熱板(4)に接合された電力用半導体素子(2)と、電力用半導体素子(2)の表面に形成された主電力用電極(21C)の第1の接合部に一端が接合され、他端が第2の接合部(32p)に接合された配線部材(5)と、を備え、主電力用電極(21C)からプリント基板(3)に向かって垂直方向に延びる空間に、第2の接合部(32p)の少なくとも一部が入るとともに、開口部(3a)から垂直方向に延びる空間に、第1の接合部が包含されるように構成した。

WO 2014/034411 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, 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))

明 細 書

発明の名称：電力用半導体装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体装置に関するもので、とくに、放熱性を必要とする電力用半導体装置に関するものである。

背景技術

[0002] 産業機器から家電・情報端末まであらゆる製品に電力用半導体装置が普及しつつあり、とくに家電用途では、小型化と高い信頼性が求められる。また、電力用半導体装置は高電圧・大電流を扱うため発熱が大きく、外部に効率的に放熱する必要がある。さらに、動作温度が高く、効率に優れている点で、今後の主流となる可能性の高いSiCのようなワイドバンドギャップ半導体材料にも対応できることも同時に求められている。

[0003] 一般的に、小型の電力用半導体装置は、電子回路が形成された基板上に電力用半導体素子が配置される場合が多いが、電力用半導体素子で発生した熱を基板を介して外部に放熱する場合、基板自体の熱伝導率が放熱性に大きく影響することになる。しかしながら、熱伝導性に優れるとされるAlN基板は入手性に乏しい。一方、入手の容易なアルミナ基板やガラスエポキシ（ガラエポ）基板は、銅などの熱伝導性に優れた金属に比べて、20分の1～千分の1程度の熱伝導率しか有しておらず、高い放熱性を望めない。

[0004] そこで、電力用半導体素子の裏面側を、熱伝導性に優れた絶縁層を介して直接放熱部材に接続することで、放熱性を確保することが考えられる。その場合、表面側は、インタポーザ基板にはんだ接合することで配線することが考えられる（例えば、特許文献1参照。）。しかし、ワイヤボンディングを前提として形成された一般的な電力用半導体素子の表面の電極は、はんだ接合に対応しておらず、はんだ接合するためには、特殊な加工が必要となる。そこで、電力用半導体素子をインタポーザ基板の開口内にはめ込み、一般的な電力用半導体素子とワイヤボンディングで配線できる技術（例えば、特許

文献2または3参照。)を取り入れることも考えられる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平10-12812号公報（段落0012～0020、図4、図5）

特許文献2：特開平7-7033号公報（段落0009～0012、図1、図2）

特許文献3：特開2004-214522号公報（段落0022～0027、図3）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、上記のような構成では、電力用半導体素子とインタポーザ基板との間に面の延在方向において隙間を設ける必要があり、基板上に電力用半導体素子や電極パターンを配置する通常のベアチップ実装に比較すると実装面積が拡大してしまうという問題があった。

[0007] この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであり、小型で放熱性に優れた電力用半導体装置を容易に得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明にかかる電力用半導体装置は、実装面の反対側の面に、絶縁層を介して放熱部材が接合される伝熱板と、前記伝熱板の実装面に対して、所定の間隔をあけて対向するように配置され、前記伝熱板への対向面の反対側の面に電極パターンが形成されるとともに、前記電極パターンの近傍に開口部が設けられたプリント基板と、前記伝熱板と前記プリント基板との間に配置され、裏面が前記伝熱板の実装面に接合された電力用半導体素子と、前記電力用半導体素子の表面に形成された素子電極の第1の接合部に一端が接合され、他端が前記電極パターンの第2の接合部に接合された配線部材と、を備え、前記素子電極から前記プリント基板に向かって前記実装面の垂直方向に延

びる空間に、前記第 2 の接合部の少なくとも一部が入るとともに、前記開口部から前記素子電極に向かって前記垂直方向に延びる空間に、前記第 1 の接合部が包含されるように、前記電極パターンと前記開口部が配置されていることを特徴とする。

発明の効果

[0009] この発明によれば、プリント基板の電極パターンを電力用半導体素子の電極面の領域内にまで近接させることができるので、小型で放熱性に優れた電力用半導体装置を容易に得ることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の実施の形態 1 にかかる電力用半導体装置の構成を説明するための電力用半導体装置の部分平面図と、一部部材を透過させた部分平面図、および部分断面図である。

[図2]本発明の実施の形態 2 にかかる電力用半導体装置の構成を説明するための部分断面図である。

[図3]本発明の実施の形態 3 にかかる電力用半導体装置の構成を説明するための部分断面図である。

[図4]本発明の実施の形態 4 にかかる電力用半導体装置の構成を説明するための部分断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 実施の形態 1.

図 1 は、本発明の実施の形態 1 にかかる電力用半導体装置の構成を説明するためのもので、図 1 (a) は電力用半導体装置の部分平面図、図 1 (b) は図 1 (a) と同じ部分を示す平面図であるが、封止樹脂およびインタポーザ基板の基材部分を透過させた場合の平面図、図 1 (c) は封止樹脂部分を除いた状態での、図 1 (b) の C 1 - C 2 線 (平行線) による異なる切断位置を含む断面図である。

[0012] 本実施の形態 1 にかかる電力用半導体装置 1 では、放熱部材が装着されたヒートスプレッドの反対側の面に、電力用半導体素子の裏面電極が接合され

ており、さらに電力用半導体素子の表面の主電力を流す表面電極が、インタポーザ基板上に形成された電極パターンのうち、表面電極の面に垂直な方向から見たときに、表面電極の一部とオーバーラップする部分とワイヤボンディングで電気接続するようにしたものである。以下、詳細に説明する。

[0013] 図1(b)、(c)に示すように、銅製のヒートスプレッド4(15mm×20mm×厚さ1mm)には、裏面側に絶縁層8を介して放熱部材9として機能するアルミニウム製のシャーシが装着されており、表面(実装面)側には、電力用半導体素子2である10mm×10mmのIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)の裏面電極21Eが、はんだ6(Sn-Ag-Cu:融点217℃)によって接合されている。そして、ヒートスプレッド4の電力用半導体素子2を接合した面側には、ヒートスプレッド4と所定の間隔を開けて対向するように、ポッティング樹脂71を介してインタポーザ基板3が配置されている。つまり、電力用半導体素子2は、裏面がヒートスプレッド4に接合され、表面がインタポーザ基板3の裏面に対向するように、ヒートスプレッド4とインタポーザ基板3間の間隙内に配置されることになる。

[0014] インタポーザ基板3は、ガラス繊維にエポキシ樹脂を含浸させて形成したガラスエポキシ(通称ガラエポ)製の基材31に、銅の電極パターン32が形成されたもので、開口部3a(幅2mm×長さ15mm)から、電力用半導体素子2の表面側の電極である主電力用電極21C、制御用電極21Gの少なくとも一部が露出するように設置されている。そして、電極パターン32のうち、少なくとも電力用半導体素子2の表側の主電力用電極21C(例えば、コレクタ電極)と接続するためのボンディング電極32p(ワイヤボンドパッド)が、インタポーザ基板3の面に垂直な方向(z)から見たときに、主電力用電極21Cの少なくとも一部にオーバーラップする位置に配置されている。

[0015] そして、主電力用電極21Cの開口部3aから露出している部分には、ボンディング電極32pと電気接続するためのボンディング位置及びボンディ

ングに必要なスペースが含まれている。これにより、表面の主電力用電極 2 1 C とボンディング電極 3 2 p は、インタポーザ基板の上方から太さ 0.5 mm のアルミニウムのボンディングワイヤ 5 によってワイヤボンディングが可能となる。このとき、ボンディングワイヤ 5 の面 (x y) の延在方向での行程長は、主電力用電極 2 1 C の中心から端までの距離 (5 mm) よりも短くなる。なお、本実施の形態では、制御用電極 2 1 G (例えば、ゲート電極) と接続するためのボンディング電極 3 2 p も、インタポーザ基板 3 の面に垂直な方向から見たときに、主電力用電極 2 1 C の少なくとも一部にオーバーラップする位置に配置されている。そして、主電力用電極 2 1 C と同様に、工程長の短いボンディングワイヤ 5 によって、ゲート電極用のボンディング電極 3 2 p と電気接続されている。

[0016] また、開口部 3 a は、電力用半導体素子 2 の y 方向長さよりも長く開口している。そして、開口部 3 a から露出するヒートスプレッド 4 の所定位置と別のボンディング電極 3 2 p とがボンディングワイヤ 5 により電気接続されている。

[0017] そして、電力用半導体素子 2 およびボンディングワイヤ 5 を包むように、ヒートスプレッド 4 とインタポーザ基板 3 との間およびインタポーザ基板 3 の上面側の所定領域を樹脂で形成した封止体 7 で封止する。これにより図 1 (a) に示すような外観 (一部) の電力用半導体装置 1 が形成できる。なお、電極パターン 3 2 は、ボンディング電極 3 2 p 部分からソルダレジスト 3 5 で被覆される部分 3 2 b を経由して外部端子部 3 2 e (図 1 (a) で露出している部分) に連なっている。これにより、電力用半導体素子 2 に形成された各電極 2 1 C、2 1 G、2 1 E は、封止体 7 から露出した外部端子部 3 2 e によって外部と電気接続される。

[0018] このように構成した電力用半導体装置 1 は、インタポーザ基板 3 に設けた開口部 3 a を、表側の主電力用電極 2 1 C と接続するためのボンディング電極 3 2 p を主電力用電極 2 1 C の少なくとも一部にオーバーラップする位置に配置した。これにより、電極パターン 3 2 を面の延在方向 (x y) におい

て電力用半導体素子 2 の領域内に食いこむように形成でき、実装面積を抑制することができる。また、ヒートスプレッド 4 と放熱部材 9 とを接合するための絶縁層 8 には、回路基板のような剛性が求められないので、熱伝導性を容易に確保することができる。

[0019] このように構成した電力用半導体装置 1 を動作させると、電力用半導体素子 2 に電流が流れ、電力用半導体素子 2 が発熱する。電力用半導体素子 2 で発生した熱は、ヒートスプレッド 4 を介して、放熱部材 9 に伝わる。このとき、電力用半導体素子 2 から放熱部材 9 にかけては、熱伝導性に優れた材料で連なっているので、発生した熱を効率よく放熱部材 9 から放熱することができる。つまり、電力用半導体素子 2 との位置関係を調整した開口部 3 a を設けることにより、はんだ接合対応の処理をしておらず、ワイヤボンディングのような超音波接合のように所定方向からの操作が必要な配線を行う必要がある電力用半導体素子を用いても、小型で放熱性の高く、信頼性の高い電力用半導体装置を得ることができる。

[0020] なお、開口部 3 a の幅（ワイヤボンディングの方向に平行な方向：図では x 方向）幅としては、ワイヤボンドの接合長さよりは大きくする必要があるが、ワイヤボンドのツールの挿入スペースも考慮すると、ワイヤ径の 200 % 以上は必要と考えられる。

[0021] なお、ボンディングワイヤ 5 の変形防止や高い絶縁性の確保のために、封止体 7 には、柔軟性に富む材料が用いられることが多い。スペーサとなるポッティング樹脂 7 1 は、ヒートスプレッド 4 とインタポーザ基板 3 との間に、所望の間隔を形成するために必要で、トレンチ構造など複雑な形状を有する電力用半導体素子 2 の表面がインタポーザ基板 3 に直接接触するのを防止する効果がある。また、放熱性を確保するために、ヒートスプレッド 4 を放熱部材 9 に押し付ける目的で、インタポーザ基板 3 を放熱部材 9 に対してネジ止めする場合が多い。このときの応力をスペーサとなるポッティング樹脂 7 1 が受けてヒートスプレッド 4 に伝えることにより、柔軟な封止体が変形して電力用半導体素子 2 やボンディングワイヤ 5 に応力を伝えないようにす

る効果がある。そのため、ポッティング樹脂 71 が、封止体 7 に比較して硬い（弾性率が高い）方が、効果が大きいと考えられる。

[0022] また、本実施の形態および以降の実施の形態では、プリント基板のひとつであるインタポーザ基板 3 を例に説明しているが、インタポーザ基板 3 に限らず、例えばマザー基板を含めた各種プリント基板に適用可能である。つまり、本実施の形態および以降の各実施の形態にかかる電力用半導体装置においては、インタポーザ基板 3 をプリント基板と読み替えて適用することができる。

[0023] 以上のように、本発明の実施の形態 1 にかかる電力用半導体装置 1 によれば、実装面の反対側の面に、絶縁層 8 を介して放熱部材 9 が接合される伝熱板であるヒートスプレッド 4 と、伝熱板（ヒートスプレッド 4）の実装面に対して、所定の間隔をあけて対向するように配置され、伝熱板（ヒートスプレッド 4）への対向面（内側）の反対側の面（外側）に電極パターン 32 が形成されるとともに、電極パターン 32 の近傍に開口部 3a が設けられたプリント基板（インタポーザ基板 3）と、伝熱板（ヒートスプレッド 4）とプリント基板（インタポーザ基板 3）との間に配置され、裏面が伝熱板（ヒートスプレッド 4）の実装面に接合された電力用半導体素子 2 と、電力用半導体素子 2 の表面に形成された素子電極である例えば、主電力用電極 21C の第 1 の接合部に一端が接合され、他端が電極パターン 32 の第 2 の接合部であるボンディング電極 32p に接合された配線部材であるボンディングワイヤ 5 と、を備え、素子電極（主電力用電極 21C）からプリント基板（インタポーザ基板 3）に向かって実装面の垂直方向（z）に延びる空間に、第 2 の接合部（ボンディング電極 32p）の少なくとも一部が入るとともに、開口部 3a から素子電極（主電力用電極 21C）に向かって垂直方向（z）に延びる空間に、第 1 の接合部が包含されるように、電極パターン 32 と開口部 3a が配置されているように構成した。これにより、放熱性が確保でき、しかも、はんだ接合用に表面の電極を調整した電力用半導体素子を用いず表面側からの操作が必要な超音波接合で配線しても、電極パターン 32 を表面

の電極の領域に食い込ませて実装面積を縮小することができる。つまり、小型で放熱性に優れた電力用半導体装置を容易に得ることができる。

[0024] また、電力用半導体素子 2 の上面は、ほとんどすべてがワイヤボンディング用電極であり、この電極を全面露出させるには、電力用半導体素子 2 よりも大きなスリット（本実施の形態の開口部 3 a に対応）を形成する必要がある。通常、ベアチップ実装に比較すると実装面積が拡大してしまうという問題があった。しかし、本実施の形態 1 にかかる電力用半導体装置 1 では、電力用半導体素子 2 の上面電極に対して、接続すべきプリント基板（インタポーザ基板 3）上の電極パターン 3 2 の少なくとも一部が、上方（実装面に垂直な方向に離れた位置）から見たときに重なるように配置した。そのため、スリット（開口部 3 a）の縮小による、実装面積とプリント基板（インタポーザ基板 3）の占有面積の小型化を実現することが可能となる。

[0025] とくに、配線部材は、ボンディング用のワイヤであるボンディングワイヤ 5 であり、開口部 3 a は、ボンディングワイヤ 5 を素子電極（主電力用電極 2 1 C）の第 1 の接合部にボンディングするために必要な領域を包含しているように構成したので、開口部 3 a ごしにボンディングでき、効率よく製造できる。さらに、ボンディングの行程が短くなるので電気抵抗も低減できる。

[0026] また、電力用半導体素子 2 は、裏面にも電極 2 1 E が形成された IGBT 等の縦型半導体素子であり、電極 2 1 E が接合された伝熱板（ヒートスプレッド 4）と電極パターン 3 2 の他の接合部（別のボンディング電極 3 2 p）とが、開口部 3 a を介して配線部材であるボンディングワイヤ 5 によって電気接続されているので、小型で放熱性に優れた電力用半導体装置 1 を容易に製造することができる。

[0027] 実施の形態 2.

本実施の形態 2 では、実施の形態 1 と較べてインタポーザ基板の支持構造を変え、さらに支持構造を利用して電気接続経路も変更したものである。図 2 は本実施の形態 2 にかかる電力用半導体装置の構成を説明するための部分

断面図で、実施の形態１における図１（ｃ）に対応するものであるが、切断位置は図１（ｂ）のＣ２線延長した部分に対応する。図中、実施の形態１で説明したものと同様のものには同様の符号を付して説明を省略する。

[0028] 図２に示すように、本実施の形態２においては、ヒートスプレッダ４の両端を実装面から立ち上げてトレイ形状とし、両端に形成した支持部４ｓでインタポーザ基板３を支えるようにしたものである。インタポーザ基板３の裏面には、支持部４ｓに対応した位置に裏側電極パターン３３が形成されており、裏側電極パターン３３と支持部４ｓとをはんだ接合することで、インタポーザ基板３のヒートスプレッダ４に対する位置を固定している。そのため、実施の形態１で示したポッティング樹脂７１を使用していない。

[0029] さらに、インタポーザ基板３の裏側電極パターン３３の一部は、封止体７の外側に延伸しており、その部分で外部と電気接続できるようになっている。これにより、電力用半導体素子２の裏面電極２１Ｅとの接続には、実施の形態１で示したように開口部３ａを介したワイヤボンディングを必要とせず、開口部３ａの長さを表面側の主電力用電極２１Ｃの長さより小さくすることができる。これにより、表面側の電極パターン３２の配置の制約も少なくなり、より実装面積を縮小することが可能になる。

[0030] 以上のように、本発明の実施の形態２にかかる電力用半導体装置１によれば、伝熱板（ヒートスプレッダ４）の対向する端部に、それぞれ実装面からプリント基板（インタポーザ基板３）に向かって立ち上がり、プリント基板（インタポーザ基板３）を支える支持部４ｓが形成されているので、プリント基板（インタポーザ基板３）とのギャップを確保し、生産性を高め、封止体７による気密性を高めることが可能となる。

[0031] また、電力用半導体素子２は、裏面にも電極２１Ｅが形成されたＩＧＢＴ等の縦型半導体素子であり、プリント基板（インタポーザ基板３）に形成された電極部（裏側電極パターン３３）と支持部４ｓとが電気接続されているように構成したので、例えば、開口部３ａの長さを素子寸法よりも小さくでき、より一層、実装面積を縮小できる。

[0032] 実施の形態 3.

本実施の形態 3 では、上記実施の形態 1 および 2 と較べて、電力用半導体素子の表面電極とインタポーザ基板との電気接続部材を変更したものである。さらに、実施の形態 2 と較べてインタポーザ基板とヒートスプレッドの電気接続する部分の構造を変更したものである。図 3 は本実施の形態 3 にかかる電力用半導体装置の構成を説明するための部分断面図で、実施の形態 2 における部分断面図に対応する部分である。図中、実施の形態 2 で説明したものと同様のものには同様の符号を付して説明を省略する。

[0033] 図 3 に示すように、本実施の形態 3 においては、電力用半導体素子 2 の表面の主電力用電極 2 1 C とインタポーザ基板 3 の接合電極 3 2 j（実施の形態 1、2 で説明したボンディング電極 3 2 p に相当）との接続に、ボンディングワイヤではなく、電極部材 5 1 を用いた。電極部材 5 1 は、銅製で、円筒形の一端に平坦な底部 5 1 f が形成され、他端に外縁側に延伸するつば状の端子部 5 1 t が形成された、いわゆるかんかん帽のような形状をなす。そして、底部 5 1 f 側を開口部 3 a から挿入し、底部 5 1 f を主電力用電極 2 1 C と超音波接続し、端子部 5 1 t を接合電極 3 2 j とはんだ接合している。これにより、電力用半導体素子 2 の表面の主電力用電極 2 1 C の外部への電気接続経路が形成される。この場合、電気接合経路の断面積を容易に増加させることができ、電気抵抗の小さな信頼性の高い電気接続が可能になる。

[0034] さらに、ヒートスプレッド 4 の両端は、一端は実施の形態 2 と同様の支持部 4 s が形成されているが、他端は、支持部 4 s と同様に、面の延在方向（x y）に延伸したのち、垂直方向（z）に突出する突出部 4 p が形成されている。インタポーザ基板 3 の突出部 4 p に対応する位置には銅で被覆された貫通孔が形成されており、貫通孔を貫通した突出部 4 p が、貫通孔内の電極 3 4 とはんだにより接合されている。これにより、インタポーザ基板 3 のヒートスプレッド 4 に対する位置を固定するとともに、インタポーザ基板 3 の表面側に裏面電極 2 1 E との電気接続経路が形成される。

[0035] これにより、ポッティング樹脂 7 1 を用いなくとも、インタポーザ基板 3

とヒートスプレッド 4 との間隔を固定できるとともに、面の延在方向（ x y ）での位置決めも可能になる。また、実施の形態 2 と同様に、開口部 3 a を縮小して、表面側の電極パターン 3 2 の配置の制約も少なくなり、より実装面積を縮小することが可能になる。

[0036] 以上のように、本実施の形態 3 にかかる電力用半導体装置 1 によれば、主電力用電極 2 1 C と接合する配線部材は、第 1 の接合部と超音波接合するための平坦部である底部 5 1 f と、第 2 の接合部である接合電極 3 2 j とはんだ接合するための端子部 5 1 t とが設けられた電極部材 5 1 にしたので、例えば、はんだバンプとスルーホールを用いた場合と比較しても電気抵抗の小さな回路形成が可能となる。

[0037] また、伝熱板（ヒートスプレッド 4）の対向する端部に形成された支持部 4 s の内、少なくとも一方の支持部には、プリント基板（インタポーザ基板 3）に設けられた貫通孔内を貫通して第 2 の面（外側）側に露出する突出部 4 p が設けられているようにしたので、プリント基板（インタポーザ基板 3）の面の延在方向（ x y ）における位置決めも容易にできる。

[0038] さらに、電力用半導体素子 2 は、裏面にも電極 2 1 E が形成された I G B T 等の縦型半導体素子であり、プリント基板（インタポーザ基板 3）の電極部である貫通孔の電極 3 4 と支持部 4 s の突出部 4 p とが電気接続されているように構成したので、プリント基板（インタポーザ基板 3）の片方の面（外側）だけで配線できるので、効率よく配線できる。

[0039] 実施の形態 4.

本実施の形態 4 では、上記実施の形態 1 ～ 3 と較べて、ヒートスプレッドが絶縁体によって複数の独立板に分割されており、それぞれの独立板に搭載された電力用半導体素子間の接続を、インタポーザ基板の配線を介さずに、直接ワイヤボンディングを行うように変更したものである。さらにヒートスプレッドの突出部を電氣的に絶縁して複数に分割することで、それぞれを外部電極として活用できるように変更したものである。図 4 は本実施の形態 4 にかかる電力用半導体装置の構成を説明するための部分断面図で、実施の形態 2 に

おける部分断面図に対応する部分である。図中、実施の形態１～３で説明したものと同様のものには同様の符号を付して説明を省略する。

[0040] 図４に示すように、ヒートスプレッダ４は、絶縁樹脂による分離部４ｉによって、独立板４ａ、４ｂおよび図示しない奥行き方向の独立板によって分けられている。独立板４ａには、電力用半導体素子２ａの裏面電極２１Ｅａが、はんだ６によって接合され、独立板４ｂには、電力用半導体素子２ｂの裏面電極２１Ｅｂが、はんだ６によって接合されている。独立板４ｂの一端側（図中右）には、実施の形態３で説明したのと同様に、インタポーザ基板３に形成された貫通孔を貫通し、貫通孔内の電極３４とはんだにより接合されている突出部４ｐが形成されている。一方、独立板４ａの一端側（図中左）には、インタポーザ基板３に向けて突出するが、インタポーザ基板３には達しない支持部４ｓが形成されている。

[0041] インタポーザ基板３とヒートスプレッダ４との間には、スペーサとなるポッティング樹脂７１として、７１ｓと７１ｒが形成されており、ポッティング樹脂７１ｒは実施の形態１と同様に、独立板４ｂとインタポーザ基板３との間に介在するように形成されている。一方、ポッティング樹脂７１ｓの一端は、インタポーザ基板３に正対しているが、他端は、支持部４ｓが食い込むように形成されている。

[0042] インタポーザ基板３に形成された開口部３ａからは、独立板４ａに接合された電力用半導体素子２ａの表面側の電極である主電力用電極２１Ｃａ、図示しない制御用電極２１Ｇａの少なくとも一部が露出するように設置されている。そして、電極パターン３２のうち、少なくとも電力用半導体素子２ａの表側の主電力用電極２１Ｃａと接続するためのボンディング電極３２ｐ部分が、インタポーザ基板３の面に垂直な方向（ｚ）から見たときに、主電力用電極２１Ｃａの少なくとも一部にオーバーラップする位置に配置されている。

[0043] そして、表面の主電力用電極２１Ｃａとボンディング電極３２ｐは、インタポーザ基板３の上方から太さ０．５ｍｍのアルミニウムのボンディングワ

イヤ5 aによってワイヤボンディングにより電気接続されている。なお、本実施の形態4でも、制御用電極2 1 G aと接続するためのボンディング電極3 2 pも、インタポーザ基板3の面に垂直な方向から見たときに、主電力用電極2 1 C aの少なくとも一部にオーバーラップする位置に配置されている。そして、主電力用電極2 1 C aと同様に、工程長の短いボンディングワイヤによって、ゲート電極用のボンディング電極3 2 pと電気接続されている。

[0044] 一方、インタポーザ基板3の独立板4 bに接合された電力用半導体素子2 bの直上には開口部は形成されておらず、電力用半導体素子2 bの主電力用電極2 1 C bは、ボンディングワイヤ5 bによって、独立板4 aに電気接続されている。電力用半導体素子2 bの裏面電極2 1 E bが接合され独立板4 bは、突出部4 pにより、インタポーザ基板3の表側の電極3 4に電気接続されている。つまり、2つの電力用半導体素子2 a、2 bが直列接続され、一端が開口部3 aを介して電極パターン3 2に他端が突出部4 pを経由して電極3 4から接続できるように構成されている。

[0045] なお、電力用半導体素子2 bの図示しないゲート電極2 1 G bは、図示しない（図中、独立板4 bの後方に位置）独立板4 cにボンディングワイヤ5で電気接続され、さらに図中の突出部4 pと絶縁された別の図示しない突出部を介して、インタポーザ基板3の表側から接続できるように構成している。

[0046] 電力用半導体装置において、複数の電力用半導体素子を用いる場合、複数の電力用半導体装置を相互に接続して用いる場合が多い。このとき、各電力用半導体素子のすべての電極をボンディングワイヤでインタポーザ基板に接続するよりも、直接素子間を接続することで外部に取り出すワイヤの本数を減らすことができる。このとき、ヒートスプレッド4を電氣的に絶縁した複数の独立板に分割しておき、電氣的に端部となる位置の電力用半導体素子に対して開口部を設けるようにする。その際、両端の電力用半導体素子に対してそれぞれ開口部を設けるようにすることも可能であるが、本実施の形態の

ように、もう一方の端部となる電力用半導体素子に対しては、突出部 4 p を利用するようにしてもよい。

[0047] その際、複数の突出部が互いに絶縁されている場合は、各突出部を電気接続のための外部電極として利用することができる。また、ヒートスプレッド 4 の支持部 4 s を絶縁樹脂（ポッティング樹脂 7 1 s）によって被覆することで、支持部 4 s を電氣的に絶縁しつつ、補強することが可能となる。さらに、互いに絶縁された独立板 4 a、4 b、・・・が分離部 4 i によって機械的に連結されているので、電力用半導体素子間（一方の電力用半導体素子と隣の独立板間）の電気接続（ワイヤボンディング）を単独のヒートスプレッド 4 上でも行うことができる。

[0048] 以上のように、本実施の形態 4 にかかる電力用半導体装置 1 によれば、伝熱板（ヒートスプレッド 4）は、電氣的に絶縁された複数の独立板 4 a、4 b、・・・からなり、複数の独立板 4 a、4 b、・・・には、それぞれ配線部材（ボンディングワイヤ 5 a）が接合された電力用半導体素子 2 a を含めた複数の電力用半導体素子（2 a、2 b）が分かれて実装されており、複数の電力用半導体素子のうち、異なる独立板に実装された電力用半導体素子同士が、当該伝熱板（ヒートスプレッド 4）とプリント基板（インタポーザ基板 3）との間に配置された他の配線部材（ボンディングワイヤ 5 b）で電気接続されているように構成したので、空間を有効利用してより小型化が可能になる。

[0049] なお、本実施の形態 4 に示したように、ヒートスプレッド 4 に突出部 4 p が形成されている場合でも、ポッティング樹脂 7 1 によって、突出部 4 p のはんだ接合部にかかる、基板ネジ止めの応力を低減できる。したがって、実施の形態 2 あるいは 3 にかかる電力用半導体装置 1 においても、実施の形態 1 のように、スペーサとなる絶縁体のポッティング樹脂 7 1 を形成することで、支持部 4 s や突出部 4 p のはんだ接合部にかかる、基板ネジ止めの応力を低減できる。

[0050] なお、上記各実施の形態において、ヒートスプレッド 4 の素材は銅のみな

らず、アルミニウムや鉄、銅－タングステンなどの金属でも同様の効果が得られる。また、ワイヤボンドの素材としてここではアルミニウムの例を示したが、銅や金ワイヤでも同様の効果が得られる。はんだ接合には、 $\text{Sn}-\text{Ag}-\text{Cu}$ 系の例を示したが、 SnSb や SnBi でも同様の効果が得られる。さらにはんだに替えて、導電性接着剤を用いても同様の効果が得られる。また、絶縁層8には、いわゆる絶縁シートに替えて、熱伝導グリスを用いることも可能である。封止体7を構成する樹脂については、シリコンゲルに置き換えることも可能であるし、耐候性の問題がなければ省略してもかまわない。

[0051] また、上記各実施の形態では、インタポーザ基板の材料として、熱伝導性を考慮せずに容易に入手できる材料として、ガラスエポキシ基板を例に挙げたが、紙フェノール基板やポリイミド基板、アルミナ基板やアルミベース金属基板などにおいても同様の効果が得られる。

[0052] また、上記各実施の形態においては、表面の電極の内、少なくとも主電力用電極に対して開口部3aの位置を規定している。これは、制御用電極(21G)と主電力用電極(21C)が同じ面に形成されている場合、主電力用電極(コレクタ電極21C)が面の大部分を占めるため、その面を占有する電極とオーバーラップさせる方が実装面積を減らす効果が高いからである。しかし、占有面積の小さな電極に対して合わせても、効果はあるので、必ずしも、主電力用電源に対してオーバーラップさせなければならないということはない。また、上述した各実施の形態1～3の構成要素は、適宜増減させたり組み合わせたりできることはいうまでもない。

[0053] なお、電力用半導体装置1として、上記説明で用いた図に示す構成は、主要部材のみを示した簡略図であって、実際の電力用半導体装置では様々な構成がなされることは言うまでもない。また、図において、電力用半導体装置1内での主な発熱源となる電力用半導体素子2は、IGBTに限ることなく、MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)などの他のスイッチング素子、あるいは整流素子として、電力を制御する

素子である。なお、本発明の効果としては、表面の電極がはんだ接合に対応していない素子を用いても放熱性と小型化できることを示したが、これにより、はんだ接合に対応した例えば、表面に銅や金の層を形成させた表面電極を有する素子を排除するものではない。

[0054] そして、本発明の電力用半導体装置の効果を顕著に発揮できるための好適な半導体材料としては、炭化ケイ素（S i C）を基材とするいわゆるワイドバンドギャップ半導体が挙げられる。ワイドバンドギャップ半導体材料としては、炭化ケイ素以外にも、窒化ガリウム系材料、ダイヤモンドなどが用いられる。

[0055] これは、たとえば、スイッチング素子や整流素子として機能する電力用半導体素子2に、ワイドバンドギャップ半導体素子を用いた場合、従来から用いられてきたケイ素で形成された素子よりも電力損失が低いため、電力用半導体装置の高効率化が可能となる。また、耐電圧性が高く、許容電流密度も高いため、電力用半導体装置の小型化が可能となる。さらにワイドバンドギャップ半導体素子は、耐熱性が高いので、高温動作が可能であり、放熱部材9の小型化や、水冷部の空冷化も可能となるので、電力用半導体装置の一層の小型化が可能になる。

[0056] しかし、S i C素子は従来のS i素子よりも高温の温度に耐え得るという特徴があることから、このような電力用半導体素子2を実装した電力用半導体装置の使用温度環境は、従来よりも更に高温の温度領域に達する可能性がある。したがって、放熱性の重要度がますます増大し、本発明による放熱性が高く、小型化できる効果がより顕著に表れる。

[0057] つまり、ワイドバンドギャップ半導体の特性を活かして、小型化や高効率化を進めても電力用半導体装置のヒートサイクル耐性、パワーサイクル耐性を向上させ、電力用半導体装置の長寿命化を実現することができる。つまり、本発明による効果を発揮することで、ワイドバンドギャップ半導体の特性を活かすことができるようになる。

符号の説明

[0058] 1 : 電力用半導体装置、 2 : 電力用半導体素子、
2 1 C : 主電力用電極（素子電極）、 2 1 E : 裏面電極、
3 : インタポーザ基板（プリント基板）、 3 a : 開口部、
3 1 : 基材、 3 2 : 電極パターン、
3 2 p : ボンディング電極（第 2 の接合部）、
3 2 j : 接合電極（第 2 の接合部）、
3 3 : 裏側電極パターン（電極部）、
3 4 : 貫通孔の電極（電極部）、 3 5 : ソルダレジスト、
4 : ヒートスプレッダ（伝熱板）、 4 s : 支持部、
4 p : 突出部、 5 : ボンディングワイヤ（配線部材）、
8 : 絶縁層、 9 : 放熱部材、 5 1 : 電極部材（配線部材）、
5 1 f : 底部（平坦部）、 5 1 t : 端子部。

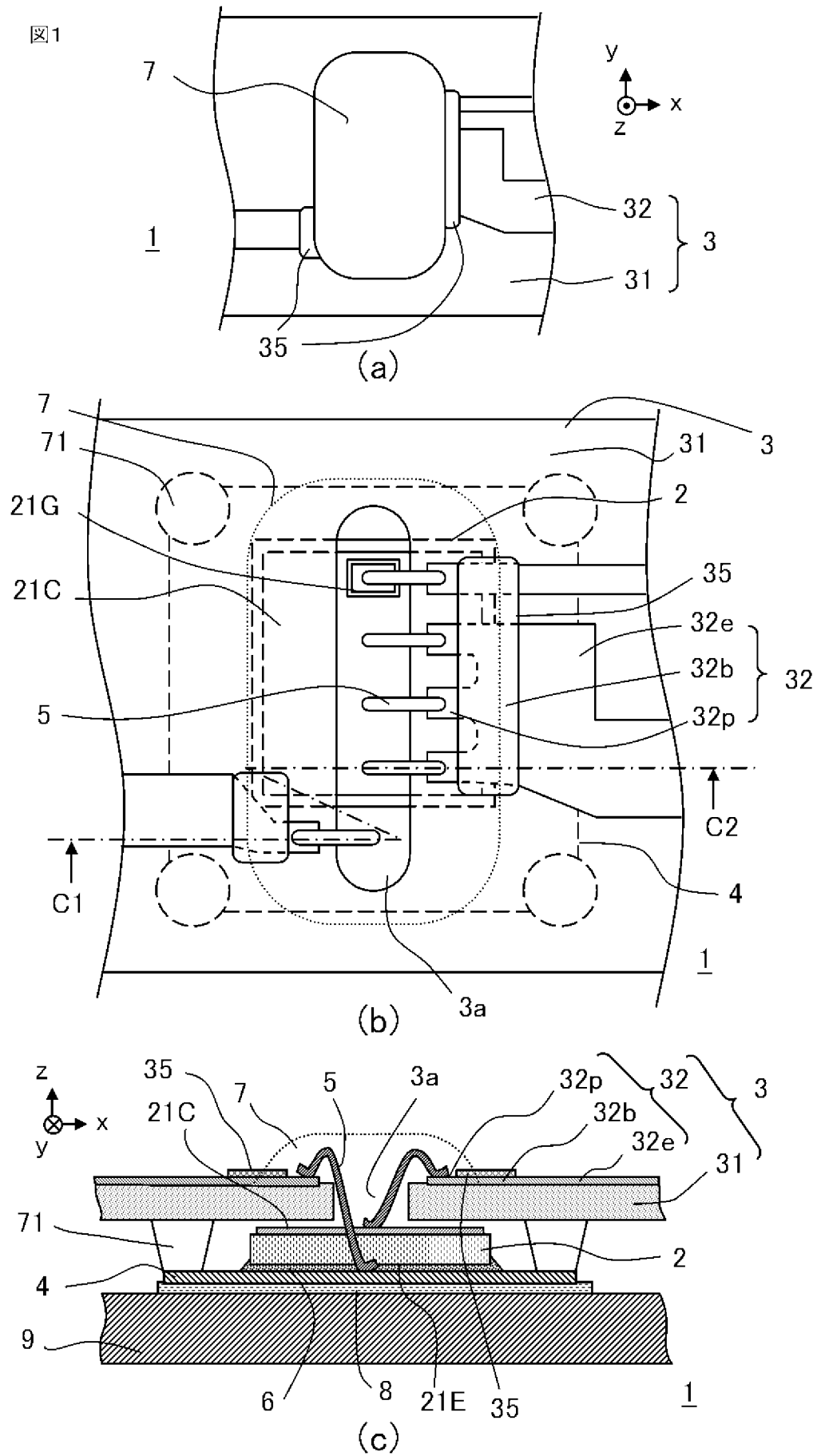
請求の範囲

- [請求項1] 実装面の反対側の面に、絶縁層を介して放熱部材が接合される伝熱板と、
- 前記伝熱板の実装面に対して、所定の間隔をあけて対向するように配置され、前記伝熱板への対向面の反対側の面に電極パターンが形成されるとともに、前記電極パターンの近傍に開口部が設けられたプリント基板と、
- 前記伝熱板と前記プリント基板との間に配置され、裏面が前記伝熱板の実装面に接合された電力用半導体素子と、
- 前記電力用半導体素子の表面に形成された素子電極の第1の接合部に一端が接合され、他端が前記電極パターンの第2の接合部に接合された配線部材と、を備え、
- 前記素子電極から前記プリント基板に向かって前記実装面の垂直方向に延びる空間に、前記第2の接合部の少なくとも一部が入るとともに、前記開口部から前記素子電極に向かって前記垂直方向に延びる空間に、前記第1の接合部が包含されるように、前記電極パターンと前記開口部が配置されていることを特徴とする電力用半導体装置。
- [請求項2] 前記配線部材は、ボンディング用のワイヤであり、
- 前記開口部は、前記ワイヤを前記第1の接合部にボンディングするために必要な領域を有していることを特徴とする請求項1に記載の電力用半導体装置。
- [請求項3] 前記配線部材は、前記第1の接合部と超音波接合するための平坦部と、前記第2の領域とはんだ接合するための端子部とが設けられた電極部材であることを特徴とする請求項1に記載の電力用半導体装置。
- [請求項4] 前記伝熱板の対向する端部に、それぞれ前記実装面から前記プリント基板に向かって立ち上がり、前記プリント基板を支える支持部が形成されていることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の電力用半導体装置。

- [請求項5] 前記対向する端部に形成された支持部の内、少なくとも一方の支持部には、前記プリント基板に設けられた貫通孔内を貫通して第2の面側に露出する突出部が設けられていることを特徴とする請求項4に記載の電力用半導体装置。
- [請求項6] 前記電力用半導体素子は、裏面にも電極が形成された縦型半導体素子であり、
前記伝熱板と前記電極パターンの他の接合部とが、前記開口部を介して配線部材によって電気接続されていることを特徴とする請求項1ないし5のいずれか1項に記載の電力用半導体装置。
- [請求項7] 前記電力用半導体素子は、裏面にも電極が形成された縦型半導体素子であり、
前記プリント基板に形成された電極部と前記支持部とが電気接続されていることを特徴とする請求項4または5に記載の電力用半導体装置。
- [請求項8] 前記伝熱板は、電氣的に絶縁された複数の独立板からなり、
前記複数の独立板には、それぞれ前記配線部材が接合された電力用半導体素子を含めた複数の電力用半導体素子が分かれて実装されており、
前記複数の電力用半導体素子のうち、異なる独立板に実装された電力用半導体素子同士が、当該伝熱板と前記プリント基板との間に配置された他の配線部材で電気接続されていることを特徴とする請求項1ないし7のいずれか1項に記載の電力用半導体装置
- [請求項9] 前記電力用半導体素子がワイドバンドギャップ半導体材料により形成されていることを特徴とする請求項1ないし8のいずれか1項に記載の電力用半導体装置。
- [請求項10] 前記ワイドバンドギャップ半導体材料は、炭化ケイ素、窒化ガリウム系材料、およびダイヤモンドのうちのいずれかであることを特徴とする請求項9に記載の電力用半導体装置。

[図1]

図1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/071622

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L23/36(2006.01)i, H01L21/60(2006.01)i, H01L25/07(2006.01)i, H01L25/18(2006.01)i, H01K7/20(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)

H01L23/36, H01L21/60, H01L25/07, H01L25/18, H05K7/20

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-231296 A (Powertech Technology Inc.), 08 October 2009 (08.10.2009), paragraphs [0014] to [0019]; fig. 2 (Family: none)	1-10
A	JP 4-109690 A (Ibiden Co., Ltd.), 10 April 1992 (10.04.1992), page 1, lower right column, lines 2 to 5; page 3, lower left column, line 17 to page 4, upper right column, line 15; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-10
A	JP 2009-76750 A (Daikin Industries, Ltd.), 09 April 2009 (09.04.2009), paragraphs [0078] to [0084]; fig. 13 (Family: none)	1-10

☒ 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 October, 2013 (18.10.13)

Date of mailing of the international search report
29 October, 2013 (29.10.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/071622

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-31590 A (Hitachi Unisia Automotive, Ltd.), 29 January 2004 (29.01.2004), paragraphs [0069] to [0096]; fig. 7 to 9 (Family: none)	1-10
P, A	JP 2012-169520 A (Semiconductor Components Industries, L.L.C.), 06 September 2012 (06.09.2012), paragraphs [0013] to [0030]; fig. 1(A) to (C) (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L23/36(2006.01)i, H01L21/60(2006.01)i, H01L25/07(2006.01)i, H01L25/18(2006.01)i, H05K 7/20(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. H01L23/36, H01L21/60, H01L25/07, H01L25/18, H05K7/20

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	1971-2013年
日本国実用新案登録公報	1996-2013年
日本国登録実用新案公報	1994-2013年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-231296 A (力成科技股▲分▼有限公司) 2009.10.08, 【0014】 - 【0019】, 【図2】 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 4-109690 A (イビデン株式会社) 1992.04.10, 1頁右下欄2-5行, 3頁左下欄17行-4頁右上欄15行, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2009-76750 A (ダイキン工業株式会社) 2009.04.09, 【0078】 - 【0084】, 【図13】 (ファミリーなし)	1-10

☒ 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

18.10.2013

国際調査報告の発送日

29.10.2013

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)

今井 拓也

電話番号 03-3581-1101 内線 3471

4R

9169

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
A	JP 2004-31590 A (株式会社日立ユニシアオートモティブ) 2004. 01. 29, 【0069】 - 【0096】 , 【図 7】 - 【図 9】 (ファミリーなし)	1-10
P, A	JP 2012-169520 A (セミコンダクター・コンポーネンツ・インダストリーズ・リミテッド・ライアビリティ・カンパニー) 2012. 09. 06, 【0013】 - 【0030】 , 【図 1】 (A)-(C) (ファミリーなし)	1-10