

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6849660号  
(P6849660)

(45) 発行日 令和3年3月24日(2021.3.24)

(24) 登録日 令和3年3月8日(2021.3.8)

|                        |                |
|------------------------|----------------|
| (51) Int. Cl.          | F I            |
| HO 1 L 23/36 (2006.01) | HO 1 L 23/36 Z |
| HO 1 L 25/07 (2006.01) | HO 1 L 25/04 C |
| HO 1 L 25/18 (2006.01) |                |

請求項の数 11 (全 17 頁)

|               |                              |           |  |
|---------------|------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号     | 特願2018-508340 (P2018-508340) | (73) 特許権者 | 000006013<br>三菱電機株式会社<br>東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 |
| (86) (22) 出願日 | 平成28年4月1日(2016.4.1)          | (74) 代理人  | 110001195<br>特許業務法人深見特許事務所                 |
| (86) 国際出願番号   | PCT/JP2016/060953            | (72) 発明者  | 中田 洋輔<br>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       |
| (87) 国際公開番号   | W02017/168756                | (72) 発明者  | 川瀬 達也<br>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       |
| (87) 国際公開日    | 平成29年10月5日(2017.10.5)        | (72) 発明者  | 石原 三紀夫<br>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      |
| 審査請求日         | 平成30年8月9日(2018.8.9)          |           |  |
| 前置審査          |                              |           |  |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁基板と、前記絶縁基板の一方の主表面上に互いに間隔をあけて配置された第1および第2の導体基板と、前記絶縁基板の前記一方の主表面と反対側の他方の主表面上に配置された第3の導体基板とを含む基板材と、

前記第1の導体基板の前記絶縁基板と反対側に接続される半導体素子と、

前記半導体素子の前記第1の導体基板と反対側に接続される端子とを備え、

前記端子は前記半導体素子上の領域から前記第2の導体基板の上の領域まで延びるとともに、前記第2の導体基板と接続されており、

前記基板材、前記半導体素子および前記端子の一部は樹脂により封止され、

前記第3の導体基板は、前記絶縁基板の前記他方の主表面と接合される領域を除く他の領域において前記樹脂から露出しており、

前記端子は、前記絶縁基板の前記一方の主表面に沿って延びる水平領域と、前記水平領域から屈曲して前記一方の主表面に対して角度を有するように延びる傾斜領域とを含み、

前記第2の導体基板側の端部における前記端子の前記水平領域のみが、前記樹脂から露出している、半導体装置。

【請求項2】

前記端子は前記第2の導体基板と直接接続される、請求項1に記載の半導体装置。

【請求項3】

前記端子の前記基板材側にある第1の端子表面は、前記第2の導体基板の真上において

前記第 1 の導体基板の真上に比べて前記基板材からの距離が短い、請求項 1 または 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

前記端子は前記第 1 の導体基板より熱容量が大きい、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 5】

前記第 1 の導体基板の真上における前記端子の前記半導体素子と反対側に第 1 の熱容量体をさらに備え、

前記第 1 の熱容量体は、前記第 1 および第 2 の導体基板より熱容量が大きい、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

10

【請求項 6】

前記第 2 の導体基板の真上における前記端子の前記基板材と反対側に第 2 の熱容量体をさらに備え、

前記第 2 の熱容量体は、前記第 1 および第 2 の導体基板より熱容量が大きい、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 7】

前記端子の前記基板材と反対側にある第 2 の端子表面は、少なくとも前記第 1 および第 2 の導体基板の真上において前記樹脂に覆われる、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 8】

前記半導体素子は、スイッチとしての機能と、還流用ダイオードとしての機能との双方を有する、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

20

【請求項 9】

前記半導体素子はワイドバンドギャップ半導体からなる、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 10】

前記半導体素子はシリコンとカーボンとを主成分とする化合物からなる、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 11】

前記基板材は、前記絶縁基板の前記一方の主表面上に、前記第 1 および第 2 の導体基板と互いに間隔をあけて配置された第 4 の導体基板をさらに含み、さらに、

前記第 4 の導体基板の前記絶縁基板と反対側に接続される他の半導体素子と、

前記他の半導体素子の前記第 4 の導体基板と反対側に接続される他の端子とを備え、

前記第 1 の導体基板は、前記半導体素子が接続された第 1 領域と、前記第 1 領域以外の第 2 領域とを含み、

前記他の端子は前記他の半導体素子上の領域から前記第 1 の導体基板上の前記第 2 領域まで延びるとともに、前記第 1 の導体基板の前記第 2 領域と接続される、請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は半導体装置に関し、特に冷却効率を向上するための電力用半導体装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

I G B T (Insulated Gate Bipolar Transistor) などの電力用半導体素子が搭載された半導体装置において、その最下面側など片面のみから電力用半導体素子の発する熱を放熱する機構が、たとえば特開 2015 - 115471 号公報 (特許文献 1) に開示されている。一方、放熱性を向上させる電力用の他の半導体装置が、たとえば特開 2003 - 258166 号公報 (特許文献 2) に開示されている。これらの半導体装置においては、

50

その最下面側にヒートシンクなどの冷却器が接合され、その下方からの放熱が可能となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2015-115471号公報

【特許文献2】特開2003-258166号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一般的に半導体素子は基本的にその下方に伝わる熱よりも上方に伝わる熱の方が外部への放熱が困難であり、その上方に伝わる熱を効率的に放熱することが望まれる。しかし特開2015-115471号公報においては発熱量の大きい2つの電力用半導体素子の双方とも、その上面が金属板に接続されている。このため特開2015-115471号公報においては半導体素子の上方に接続された金属板は2つの電力用半導体素子から大きな発熱を受ける。また半導体素子は一般的に導体材料などに比べて熱抵抗が大きい。このため熱容量の問題から、この金属板を介した装置外部への放熱性は十分でないと考えられる。つまり特開2015-115471号公報に開示の半導体装置は、全体としての放熱性が十分でないと考えられる。

【0005】

一方、特開2003-258166号公報においては、半導体素子の上面側および下面側の双方に金属体が接合され、それら双方の金属体が半導体素子の下面側にて樹脂材料から露出する構成となっている。このため半導体素子の上方に伝わる熱がその下方に伝わる熱と同様に、半導体素子の下方に接続された冷却器などにより高効率に放熱される。

【0006】

しかし特開2003-258166号公報においては、半導体装置の最下面側において樹脂材料から露出する、半導体素子の下面側に接合された第1の金属体と半導体素子の上面側に接合された第2の金属体との双方が絶縁シート等により電氣的に絶縁される必要がある。このため当該絶縁シートの存在によりその下方への冷却器の取り付けの位置精度などを確保することが困難となる。また半導体素子の下面側において、樹脂材料から露出した第1の金属体と第2の金属体との間の平行度を確保することが求められるが、そのように2つの金属体の双方が同じ平面上に配置され半導体装置全体の平行度を確保する態様とするのは困難である。これら2つの金属体の間の平行度が悪ければ、たとえば第2の金属体とヒートシンクとの間に隙間が形成され、第2の金属体からの放熱性が低下したり、第1および第2の金属体間の絶縁性の確保が困難になるという問題が発生する。

【0007】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、均一な放熱性が得られるとともに、容易に冷却器への取り付けが可能な半導体装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の半導体装置は、基板材と、半導体素子と、端子とを備えている。基板材は、絶縁基板と、絶縁基板の一方の主表面上に互いに間隔をあけて配置された第1および第2の導体基板と、絶縁基板の一方の主表面と反対側の他方の主表面上に配置された第3の導体基板とを含む。半導体素子は、第1の導体基板の絶縁基板と反対側に接続される。端子は、半導体素子の第1の導体基板と反対側に接続される。端子は半導体素子上の領域から第2の導体基板の上の領域まで延びるとともに、第2の導体基板と接続されている。基板材、半導体素子および端子の一部は樹脂により封止される。第3の導体基板は、絶縁基板の他方の主表面と接合される領域を除く他の領域において前記樹脂から露出している。端子は、絶縁基板の一方の主表面に沿って延びる水平領域と、水平領域から屈曲して一方の主表面に対して角度を有するように延びる傾斜領域とを含む。第2の導体基板側の端部にお

10

20

30

40

50

ける端子の水平領域のみが、樹脂から露出している。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、端子が半導体素子の上面側から、半導体素子の下面側に配置される第2の導体基板まで延びるように接続されるため、半導体素子の上面側から下面側への放熱性を高めることができる。また基板の他方の主表面上の第3の導体基板により、半導体装置全体の平坦性を高め、その下方への冷却器の取り付けが容易になる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施の形態1の半導体装置の特徴部分の構成を示す概略断面図である。

10

【図2】実施の形態1の半導体装置の、図1に示す特徴部分を含むハープブリッジ回路の構成を示す概略平面図である。

【図3】実施の形態2の半導体装置の特徴部分の構成を示す概略断面図である。

【図4】実施の形態2の半導体装置の、図3に示す特徴部分を含むハープブリッジ回路の構成を示す概略平面図である。

【図5】実施の形態3の半導体装置の特徴部分の構成を示す概略断面図である。

【図6】実施の形態3の半導体装置の、図5に示す特徴部分を含むハープブリッジ回路の構成を示す概略平面図である。

【図7】実施の形態4の半導体装置の特徴部分の構成を示す概略断面図である。

【図8】実施の形態4の半導体装置の、図7に示す特徴部分を含むハープブリッジ回路の構成を示す概略平面図である。

20

【図9】実施の形態5の半導体装置の特徴部分の構成を示す概略断面図である。

【図10】実施の形態5の半導体装置の、図9に示す特徴部分を含むハープブリッジ回路の構成を示す概略平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、一実施の形態について図に基づいて説明する。

(実施の形態1)

まず本実施の形態の半導体装置の構成について図1および図2を用いて説明する。なお図1は図2中のI-I線に沿う部分の概略断面図である。図1を参照して、本実施の形態の半導体装置100は、基板材1と、半導体素子3と、端子5と、接続材7と、樹脂9とを主に有している。接続材7は接続材7A, 7B, 7Cを有している。

30

【0012】

基板材1は、絶縁基板10と、第1の導体基板11と、第2の導体基板12と、第3の導体基板13とを含んでいる。絶縁基板10は、たとえば窒化アルミニウムからなる絶縁性を有する平板状の部材であり、たとえば平面視において矩形状を有している。絶縁基板10は、図1における上方に配置される一方の主表面10Aと、一方の主表面10Aと反対側すなわち図1における下方に配置される他方の主表面10Bとを有している。第1の導体基板11および第2の導体基板12は、絶縁基板10の一方の主表面10A上に配置された平板状の部材である。

40

【0013】

第1の導体基板11および第2の導体基板12は、一方の主表面10A上において互いに間隔をあけて配置されている。第3の導体基板13は、絶縁基板10の他方の主表面10B上に配置されている。第3の導体基板13は、平面視においてたとえば矩形状を有する平板状の部材である。第3の導体基板13は、少なくとも平面視において第1の導体基板11および第2の導体基板12と重なる領域を含むように他方の主表面10B上のなるべく広い領域を覆うように配置されることが好ましく、他方の主表面10Bの全面を覆うように配置されることがより好ましい。第1の導体基板11、第2の導体基板12および第3の導体基板13はたとえば銅からなることが好ましく、一方の主表面10A上または他方の主表面10B上に直接接合されている。

50

## 【 0 0 1 4 】

次に半導体素子 3 は、I G B T、M O S F E T (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) またはダイオードなどの電力用半導体装置が搭載されたチップ状の部材である。半導体素子 3 の本体としてのチップ状の部材は、ワイドバンドギャップ半導体素子であることが好ましく、半導体素子 3 はたとえばシリコンとカーボンとを主成分とする化合物からなることが好ましく、たとえば炭化珪素 ( S i C ) からなることが好ましい。このようにすれば、半導体素子 3 の寸法を縮小することができる。半導体素子 3 は、第 1 の導体基板 1 1 の絶縁基板 1 0 と反対側すなわち図 1 の上側に、はんだなどの接続材 7 A により接続されている。

## 【 0 0 1 5 】

半導体素子 3 の図 1 の上側の表面と、半導体素子 3 の図 1 の下側の表面とには、図 1 中に示されないがたとえばアルミニウムの薄膜からなる電極と、ニッケルからなるはんだ接合用金属膜とが形成される。ここでははんだ接合用金属膜は電極の平面視における外側に形成され、はんだなどの接続材 7 A の供給に先立って供給される、電極を接続材 7 A から保護するための金属膜である。アルミニウムの薄膜からなる電極は、たとえば後述する制御用電極 4 であってもよい。

## 【 0 0 1 6 】

端子 5 は、半導体素子 3 の第 1 の導体基板 1 1 と反対側すなわち図 1 の上側に、はんだなどの接続材 7 B により接続されている。端子 5 は、半導体素子 3 上の領域から第 2 の導体基板 1 2 の上の領域まで延びるとともに、第 2 の導体基板 1 2 と接続されている。すなわち端子 5 は、半導体素子 3 の上側の表面と接続材 7 B により接合されるとともに、はんだなどの接続材 7 C により第 2 の導体基板 1 2 の上側の表面と接合されている。

## 【 0 0 1 7 】

したがって端子 5 は第 2 の導体基板 1 2 と直接接続されている。ここで直接接続されるとは、端子 5 と第 2 の導体基板 1 2 との間にはんだなどの両者を接続するための接続材以外のいかなる部材 (たとえば絶縁シートなど) も挟まれていないことを意味する。つまり第 2 の導体基板 1 2 の図 1 の上側には、半導体素子 3 は接続されていない。端子 5 は、単一の半導体素子 3 のみと接続されている。

## 【 0 0 1 8 】

接続材 7 A の図 1 の上下方向の厚みは  $50 \mu\text{m}$  以上  $200 \mu\text{m}$  以下であることが好ましく、接続材 7 B の同厚みは  $50 \mu\text{m}$  以上  $300 \mu\text{m}$  以下であることが好ましい。また接続材 7 C の同厚みは  $50 \mu\text{m}$  以上  $200 \mu\text{m}$  以下であることが好ましい。接続材 7 は  $50 \mu\text{m}$  以上の厚みを有することにより、半導体素子 3 と、第 1 および第 2 の導体基板 1 1 , 1 2 と、端子 5 との接触部において両者の線膨張係数差によって発生する応力を緩衝することができる。また半導体素子 3 の真下における接続材 7 A の厚みを  $200 \mu\text{m}$  以下とすることにより、接続材 7 A における熱抵抗の低下およびその上に搭載される半導体素子 3 の傾きを抑制することができる。さらに接続材 7 B , 7 C の厚みの上限値を  $300 \mu\text{m}$  以下とすることにより、端子 5 の平行度公差を吸収しつつ、接続材 7 B , 7 C における熱抵抗の低下を抑制することができる。

## 【 0 0 1 9 】

端子 5 の基板材 1 側すなわち図 1 の下側にある第 1 の端子表面は、第 2 の導体基板 1 2 の真上において第 1 の導体基板 1 1 の真上に比べて基板材 1 からの距離が短くなっている。すなわち端子 5 は、第 1 の導体基板 1 1 の真上と第 2 の導体基板 1 2 の真上との間の領域において、図 1 の下側に延びるように屈曲している。図 1 における接続材 7 A と接続材 7 C との厚みがほぼ等しければ、端子 5 は、第 2 の導体基板 1 2 の真上において、第 1 の導体基板 1 1 の真上に比べて、半導体素子 3 および接続材 7 B の図 1 の上下方向の厚みの和の分だけ図 1 の下側に配置されている。

## 【 0 0 2 0 】

端子 5 は、平面視においてたとえば第 1 の導体基板 1 1 から第 2 の導体基板 1 2 に向かう方向に長く延びる矩形形状の板状導体である。端子 5 は、たとえば銅などの導体材料によ

10

20

30

40

50

り形成されており、0.3mm以上2.0mm以下程度の厚みを有している。また端子5は第1の導体基板11よりも熱容量が大きいことが好ましい。

【0021】

半導体装置100においては、上記の基板材1、半導体素子3および端子5の少なくとも一部は樹脂9により封止されている。すなわち図1においては、基板材1の絶縁基板10の一方の主表面10A上、第1の導体基板11および第2の導体基板12の表面は、他の部材により接続されている領域以外は封止された樹脂9に覆われている。半導体素子3についても接続材7A、7Bにより接合された領域以外は樹脂9に覆われている。端子5は図1の基板材1の右端よりも右側の領域において樹脂9から露出しているが、それ以外の領域においては接合材7B、7Cにより接合された領域を除き樹脂9に覆われている。特に端子5の基板材1と反対側すなわち図1の上側にある第2の端子表面は、少なくとも第1の導体基板11および第2の導体基板12の真上において樹脂9に覆われている。したがって端子5の第2の端子表面は、樹脂9の外側にはみ出ている図1の右端の領域を除き、樹脂9の最上面から露出することなく、その全体が樹脂9に覆われている。樹脂9はたとえば一般公知のエポキシ系の樹脂材料である。

10

【0022】

ただし第3の導体基板13は、樹脂9により封止されることなく、樹脂9から露出している。第3の導体基板13の図1下側の主表面13Bは、絶縁基板10の他方の主表面10Bと接合される領域を除く他の領域において樹脂9から露出している。

【0023】

基板材1、半導体素子3、第1の導体基板11、第2の導体基板12および端子5の少なくとも一部が樹脂9に封止されることにより、これらの各部材と半導体装置100の外部との電気的な絶縁性を確保することができる。また樹脂9により、異物および湿度などの外乱要因による半導体素子3の他の各部材との短絡を抑制することができる。したがって半導体装置100の取扱性および信頼性を向上することができる。

20

【0024】

なお図示されないが、図1に示す半導体装置100の下方、すなわち第3の導体基板13の下側の主表面13Bは、接続材7とは異なるたとえばグリスなどの接合材により、ヒートシンクなどの冷却器に接続されている。

【0025】

半導体素子3は、その上側の表面に、たとえば複数の制御用電極4を有している。制御用電極4は、たとえばアルミニウムからなるワイヤ21により外部電極25と電氣的に接続されている。外部電極25は、樹脂9の内側と外側、すなわち半導体装置100の内側と外側とを電氣的に接続するための電極であり、樹脂9の内側の領域から外側の領域まで延びている。これにより、半導体装置100の外部から、外部電極25およびワイヤ21を介して、半導体素子3に電気信号を入力することができる。このため、半導体装置100の外部から半導体素子3を動作させることができる。

30

【0026】

図2を参照して、図1に示す半導体装置100の断面図は、実際には半導体装置100全体の一部であり、たとえば図2の右半分の領域に相当する。なお図2においては説明の都合上、図1の樹脂9については図示省略されている。

40

【0027】

図2に示すように、第2の導体基板12は平面視において矩形状を有している。しかし第1の導体基板11は図1に示す第2の導体基板12の左側に隣り合う領域すなわち図2に示す第2の導体基板12の下側に隣り合う領域のみならず、そこから図2の左側に隣り合う領域にまで延び広がっている。第1の導体基板11の図1の上側に接続される半導体素子3は、第1の導体基板11上の一部の領域上に矩形状に広がるように載置されているが、それ以外の領域上には載置されていない。ここでは第1の導体基板11のうち、平面視においてその上に半導体素子3が接続された領域を第1領域とし、それ以外の領域を第2領域とする。

50

## 【0028】

基板材1は、絶縁基板10の一方の主表面10A上に、第1の導体基板11および第2の導体基板12と互いに間隔をあけて配置された第4の導体基板14をさらに含んでいる。第4の導体基板14は図2の絶縁基板10の左上側の領域に配置されており、第1～第3の導体基板11～13と同様にたとえば銅からなることが好ましい。図示されないが第4の導体基板14は一方の主表面10A上に、たとえば図1と同様のはんだなどの接続材7により直接接合されている。

## 【0029】

第4の導体基板14の絶縁基板10と反対側すなわち図1の上側には、他の半導体素子30が接続されている。図示されないが第4の導体基板14と他の半導体素子30とはたとえば図1と同様のはんだなどの接続材7により直接接合されている。他の半導体素子30は基本的に半導体素子3と同様に、たとえばシリコンとカーボンとを主成分とする化合物からなることが好ましく、たとえば炭化珪素(SiC)からなることが好ましい。

10

## 【0030】

他の半導体素子30の第4の導体基板14と反対側すなわち図1の上側には、他の端子50が接続されている。他の端子50は端子5と同様に、他の半導体素子30上の領域から第1の導体基板11上の第2領域まで、すなわち図2における上側の領域から下側の領域まで延びている。そして他の端子50は第1の導体基板11の第2領域と接続されている。すなわち他の端子50は、他の半導体素子30の上側の表面と接続材7により接合されるとともに、接続材7により第1の導体基板11の上側の表面のうち第2領域に相当する領域と接合されている。

20

## 【0031】

以上により、図2においては、図1に断面図を示す第1の導体基板11上の半導体素子3と、第1の導体基板11に隣り合う第2の導体基板12とが端子5により接続され、図2にてそれらの左側に配置される第4の導体基板14上の他の半導体素子30と、第4の導体基板14に隣り合う第1の導体基板11の第2領域とが他の端子50により接続される。第1の導体基板11には端子5と他の端子50との双方が電氣的に接続されており、これによりハーフブリッジ回路が構成されている。

## 【0032】

すなわち第1の導体基板11は、半導体素子3が接続されその真上の端子5を他の第2の導体基板12に接続させる第1領域としての役割と、逆に他の第4の導体基板14の他の半導体素子30と接続された他の端子50を受け入れ接続する第2領域としての役割との双方を共有している。言い換えれば、図2の左側半分の領域における他の半導体素子30が接続された第4の導体基板14は図2の右側半分の領域における半導体素子3が接続された第1の導体基板11に相当し、図2の左側半分の領域における第1の導体基板11は図2の右側半分の領域における半導体素子3が接続されない第2の導体基板12に相当する。つまり第1の導体基板11の第2領域には半導体素子3が直接接続されていない。

30

## 【0033】

このように第1の導体基板11が2つの役割を掛け持つように有することにより、2つの役割それぞれを有する部材が別個の部材として形成される場合に比べて、その占める面積を縮小することができる。またハーフブリッジ回路を3つ並列に並べることによりフルブリッジ回路を構成することができ、それを1つの半導体装置100の中に納めることができる。

40

## 【0034】

図2に示す半導体素子3および他の半導体素子30に搭載される上記の電力用半導体装置は、スイッチとしての機能と、還流用ダイオードとしての機能との双方を有するものであり、具体的には、当該電力用半導体装置として、パワーMOSFETおよびRC-IGBTを用いることができる。このようにすれば、スイッチとしての機能を有する電力用半導体装置を搭載する半導体素子と還流用ダイオードとしての機能を有する電力用半導体装置を搭載する半導体素子とが別個のチップとして基板材1上に実装される場合に比べて、

50

チップの数を少なくすることができる。つまりチップの数が少なくなる分だけ、基板材 1 の上面上を半導体素子 3, 30 が占める面積を小さくすることができる。このため、半導体素子 3, 30 の占める面積が小さくなった分だけ、半導体装置 100 の平面レイアウトを他の領域に充てることができる。また半導体素子 3, 30 の占める面積が小さくなった分だけ、半導体素子 3 と第 2 の導体基板 12 との距離および他の半導体素子 30 と第 1 の導体基板 11 の第 2 領域との距離を短縮することができ、端子 5 の半導体素子 3 と第 2 の導体基板 12 とを結ぶ方向の長さおよび他の端子 50 の他の半導体素子 30 と第 2 領域との距離を短縮することができる。

#### 【0035】

以上の構成を有する本実施の形態の半導体装置 100 は、基本的に以下に説明する製造方法により形成される。以下に、半導体装置 100 の製造方法の主要部分について説明する。

#### 【0036】

第 1 の導体基板 11、第 2 の導体基板 12 および第 3 の導体基板 13 は、これらを構成する銅中に含まれる微量な酸化物を利用して形成された銅 - 酸素共晶液相を用いることにより、一方の主表面 10A または他方の主表面 10B 上に直接接合されることが好ましい。あるいは第 1 の導体基板 11、第 2 の導体基板 12 および第 3 の導体基板 13 は、チタンおよびジルコニウムなどの活性な金属材料を添加したろう材を用いて一方の主表面 10A または他方の主表面 10B 上に直接接合されてもよい。このようにして形成された絶縁基板 10 と第 1 の導体基板 11、第 2 の導体基板 12 および第 3 の導体基板 13 との接合界面は、良好な熱伝導性、信頼性および平坦性を有するものとすることができる。

#### 【0037】

絶縁基板 10 の一方の主表面 10A および他方の主表面 10B 上への第 1 の導体基板 11、第 2 の導体基板 12 および第 3 の導体基板 13 の接合方法についてより詳細に説明すれば、まず一方の主表面 10A および他方の主表面 10B 上に銅の平板が接合される。そして一方の主表面 10A 上の銅の平板が通常の写真製版技術すなわち露光および現像処理により回路パターンとして形成される。その回路パターンが薬液によりエッチングされることにより、一方の主表面 10A 上には第 1 の導体基板 11 および第 2 の導体基板 12 が形成される。上記の薬液によるエッチング工程の生産性および、一方の主表面 10A 上の回路パターンと他方の主表面 10B 上の回路パターンとの厚みおよび形状などの不釣り合いに起因する絶縁基板 10 の反りを抑制する観点から、上記の銅の平板の厚みは 0.6 mm 以下程度とすることが好ましい。

#### 【0038】

半導体素子 3 の上側または下側の表面上のアルミニウムの薄膜からなる電極は、たとえば半導体素子 3 の製造工程において、一般公知のスパッタ法により形成される。また半導体素子 3 の上側または下側の表面上のはんだ接合用金属膜は、上記のスパッタ法でアルミニウムの電極が形成された後に、一般公知の湿式めっき法またはスパッタ法などを用いて形成される。

#### 【0039】

半導体素子 3 は第 1 の導体基板 11 上に、はんだなどの接続材 7A により接続されている。具体的には上記の電極およびはんだ接合用金属膜が予め半導体素子 3 に形成されたうえで、第 1 の導体基板 11 上に接続材 7A としてのはんだなどが載置され、その上に半導体素子 3 がさらに重ねられる。そしてそれらを還元雰囲気中で加熱することにより、半導体素子 3 の裏面と第 1 の導体基板 11 とのはんだ接合が得られる。なお上記の半導体素子 3 を第 1 の導体基板 11 上に接合する際に、併せて半導体素子 3 の表面上に接続材 7B としてのはんだなどを設置しておくことで、後述する端子 5 との接続材を予め形成しておくことができる。以上のように第 1 の導体基板 11 と半導体素子 3 とをはんだなどの接続材 7A で接合することにより、第 1 の導体基板 11 と半導体素子 3 との間を電気的および熱的に良好に接続することができ、かつ両者の接続界面の信頼性を確保することができる。

#### 【0040】



端子5は、0.3mm以上2.0mm以下程度の厚みを有する銅板を打ち抜き加工により図1のようにその一部の領域においてそれ以外の他の領域よりも（少なくとも半導体素子3および接続材7Bの厚みの和の分だけ）下方に配置されるような形状とされ、その後プレス加工により一部の領域が他の領域に対して必要な寸法分だけ下方に配置されるように制御されながら加工されることにより形成される。これにより、端子5の第1の端子表面と第1の導体基板11の表面との距離、および端子5の第1の端子表面と第2の導体基板12の表面との距離の関係を任意に調整することができる。端子5がたとえば第1の導体基板11上と第2の導体基板12上との間の領域にて屈曲することにより、この領域における端子5が図1の左右方向に延びる角度は絶縁基板10の一方の主表面10Aに沿う方向に対してたとえば30°以上45°以下の角度となることが好ましい。

10

**【0041】**

端子5は、半導体素子3上に予め設置された接続材7Bとしてのはんだおよび第2の導体基板12上に予め設置された接続材7Cとしてのはんだの上の所定位置に載置される。この状態で系全体が還元雰囲気中で加熱されることにより、端子5と、半導体素子3と、第2の導体基板12とが互いに接合される。

**【0042】**

端子5が接続され、ワイヤボンディングにより制御用電極4と外部電極25とが電氣的に接続された後に、系全体が樹脂9により、図1に示す態様となるように封止される。この工程は、たとえばトランスファーマールド法またはポッティング法によりなされることが好ましい。トランスファーマールド法は、系全体がセットされた金型内に流動性のある樹脂が圧入され、加圧および加熱することにより樹脂を硬化させる方法である。またポッティング法は、系全体がセットされた樹脂枠内に流動性のある樹脂を流入し、加熱することで樹脂を硬化させる方法である。

20

**【0043】**

樹脂9から露出された第3の導体基板13の下側の表面上にはグリスなどの接合材が塗布され、板バネなどを用いて、第3の導体基板13の下側の表面上に冷却器が接合される。すなわち第3の導体基板13と冷却器とは、板バネの押圧力により互いに固定される。これにより、図1に示す半導体装置100の全体を、良好な熱伝導が容易な冷却器に接続することができる。

**【0044】**

次に、本実施の形態の主要な作用効果について説明する。

図1を再度参照して、仮に第2経路の第2の導体基板12の上方の領域にも半導体素子が配置されれば、その半導体素子自体の発熱により、この部分に半導体素子が存在しない本実施の形態の構成に比べて、図1の半導体素子3の上方から端子5を伝わる第2経路での放熱作用が弱められる。また半導体素子を構成する炭化珪素などの材料は、導体材料に比べて熱抵抗が大きいことによっても、第2経路での放熱作用が弱められる。

30

**【0045】**

そこで本実施の形態においては、半導体素子3の発熱は、以下の2つの経路である第1および第2経路から放熱可能な構成となっている。第1経路は半導体素子3からその下側の接続材7Aを通過してさらに下方の第1の導体基板11、絶縁基板10、第3の導体基板13に伝わりそこからその下方の図示されない冷却器に伝わる経路である。また第2経路は半導体素子3からその上側の接続材7Bを通過して端子5に達し、端子5を第2の導体基板12側に伝わった後、接続材7C、第2の導体基板12、絶縁基板10、第3の導体基板13に伝わりそこからその下方の図示されない冷却器に伝わる経路である。

40

**【0046】**

つまり半導体素子3の発熱が、その上側および下側の双方の表面から第1および第2経路を通過して放熱される。半導体素子3の上方に伝わる熱についても、端子5を経由する第2経路により、基板材1からその下方の図示されない冷却器へ高効率に放熱させることができる。このため本実施の形態では、半導体素子3の下方から第1経路のみにより放熱される場合に比べて、放熱効率を格段に向上させることができる。

50

## 【 0 0 4 7 】

第2経路による放熱は、端子5が接続材7Bにより半導体素子3と接続されるとともに、接続材7Cにより第2の導体基板12と直接接続されていることにより実現される。そのため、端子5の第1の端子表面が、第2の導体基板12の真上において第1の導体基板11の真上に比べて基板材1からの図1の上下方向に関する距離が短くなるよう屈曲されている。このような構成を有することにより、半導体素子3の上側から端子5に伝わった熱を、より早くに下方へ伝播させて基板材1に到達させることができる。

## 【 0 0 4 8 】

半導体素子3の上側および下側の表面の両面からの放熱が可能になり放熱性が向上することは、特により高温条件下で使用され、チップを大面積化することが困難な、炭化珪素などの化合物半導体を用いた半導体装置100において特に有効である。

10

## 【 0 0 4 9 】

次に、本実施の形態においては、半導体装置100の最下部に相当する第3の導体基板13は樹脂から露出している。第3の導体基板13が樹脂9から露出して絶縁基板10の他方の主表面10Bの大部分を覆うように形成されていれば、半導体装置100全体の土台を平坦な第3の導体基板13の下側の表面部にてしっかりと支えることができる。このことは、第3の導体基板13は基板材1を構成する絶縁基板10の他方の主表面上に強固に接合されていることと、絶縁基板10は基板材1およびこれを含む半導体装置100の全体の土台をしっかりと支えることができる部材であることとに基づく。このため本実施の形態の基板材1および第3の導体基板13の構成を適用すれば、半導体装置100の平行度すなわち平坦性を向上させることができる。

20

## 【 0 0 5 0 】

また本実施の形態においては、半導体装置100の最下部の導体基板が第3の導体基板13のみとなっている。つまり第3の導体基板13のみがその下の冷却器と接続されることとなる。このため、第3の導体基板13を含む半導体装置100全体の平行度は、たとえば互いに間隔をあけた複数の導体基板により半導体装置が冷却器と接続される場合に比べて必然的に改善される。

## 【 0 0 5 1 】

仮に第3の導体基板13の部分の平行度が劣っていても、たとえば第3の導体基板13の下に冷却器を両者間に絶縁シートを挟んで取り付けの場合、絶縁シートとその上の半導体装置100との間に空隙が生じ、これらの領域間の熱抵抗が増加する。また第3の導体基板13と冷却器との間に空隙が生じれば、当該空隙の部分で沿面放電するため、当該領域における絶縁性の確保が困難となる。そこで本実施の形態のように半導体装置100の最下部である第3の導体基板13の平坦性が向上されれば、第3の導体基板13とその下方の冷却器との接合をより良好とすることができる。このため、第3の導体基板13から冷却器への放熱性をより向上させることができる。

30

## 【 0 0 5 2 】

基板材1に含まれる絶縁基板10により、基板材1の下方に接続される冷却器と、半導体素子3などとの電氣的な絶縁状態を確保することができる。このため基板材1と冷却器とを、グリスまたははんだなどの簡易な部材を用いて接合することができる。

40

## 【 0 0 5 3 】

半導体装置100に含まれる半導体素子3と第1の導体基板11および端子5との接続、および端子5と第2の導体基板12との接続は、はんだなどの接続材7によりなされている。接続材7としては、はんだが用いられることがより好ましい。

## 【 0 0 5 4 】

上記の接続材7を用いた半導体装置100に含まれる各部材間の接続により、各部材の寸法誤差に起因する図1の上下方向の段差（高低差）などの不具合が形成されることがある。この段差（高低差）などは、上記の絶縁基板10を含む基板材1を土台として平坦性に優れた半導体装置100が形成されることにより、極力小さくすることが可能である。しかしそれでも微小な段差が残存する。そこで本実施の形態においては、各部材を接続す

50

る接続材7として、たとえばスズと銅と銀とを含むはんだが用いられることがより好ましい。このようなはんだを用いれば、上記の微小な段差を容易に埋めることにより相殺することができる。

【0055】

またはんだの熱伝導率は約60W/m・K、グリスの熱伝導率は約5W/m・K、絶縁シートの熱伝導率は約10W/m・Kであることから、はんだの熱伝導率はグリスおよび絶縁シートの熱伝導率よりも大きい。このため仮に各部材間に段差が形成され、それがはんだにて相殺しきれなかったとしても、はんだの高い熱伝導性により、各部材間の熱抵抗の増加を抑制することができ、半導体装置100の信頼性を確保することができる。

【0056】

また端子5は第1の導体基板11よりも熱容量が大きいことが好ましい。第1の導体基板11および第2の導体基板12の厚みをたとえば0.6mm以下と薄くすれば、これらの冷却器との図1の上下方向の距離を小さくすることができ、第1の導体基板11の定常熱抵抗を低くすることができる。しかしその反面、第1の導体基板11および第2の導体基板12の厚みが薄くその熱容量が小さいため、第1の導体基板11の過渡熱抵抗が高くなる。一方、端子5の厚みは最大で2.0mm程度となり、第1の導体基板11および第2の導体基板12に比べて厚く形成される。このため端子5により過渡熱抵抗を低くすることができる。また端子5と第2の導体基板12との定常熱抵抗は端子5の断面積に反比例する。このため端子5を厚く形成することにより、端子5と第2の導体基板12との定常熱抵抗を低くすることができ、第2経路における端子5から第2の導体基板12への熱伝達を促進することができる。

【0057】

その他、本実施の形態においては端子5の第2の端子表面が、第1および第2の導体基板11, 12の真上において樹脂9に覆われており、樹脂9の最上面から端子5が露出してはいない。このため、樹脂9の最上面すなわち半導体装置100の最上面の上に、半導体装置100を固定するための固定器具および制御基板などを載置することができる。

【0058】

(実施の形態2)

図3は図4中のIII-III線に沿う部分の概略断面図である。図3および図4を参照して、本実施の形態の半導体装置200は、大筋で実施の形態1の半導体装置100の構成と同様の構成を有している。このため同一の構成要素については同一の参照番号を付し、その説明を繰り返さない。半導体装置200においては、第1の導体基板11の真上における端子5の半導体素子3と反対側すなわち図3の上側に第1の熱容量体31が配置されている。第1の熱容量体31は、端子5の上側の表面と接続材7Dにより接続されている。つまり接続材7は接続材7A, 7B, 7C, 7Dを有している。

【0059】

第1の熱容量体31は、たとえば銅を母材としたヒートシンクであることが好ましく、銅板の打ち抜き加工によりたとえば直方体状に形成される。第1の熱容量体31の形成の際には、端子5の形成の際のように屈曲部を形成するためのプレス加工が不要である。このため端子5を形成するための銅板よりも厚い銅板を用いることができ、たとえば厚みが3.0mmの第1の熱容量体31を形成することができる。接続材7Dを用いた端子5と第1の熱容量体31との接合工程は、たとえば接続材7Aを用いた半導体素子3と端子5との接合工程と同時に、はんだを用いて行なうことができる。このとき、治具を用いて第1の熱容量体31の位置精度を確保することが好ましい。

【0060】

このようにして形成される第1の熱容量体31は、第1の導体基板11および第2の導体基板12よりも熱容量が大きくなっている。

【0061】

以下に、本実施の形態の作用効果を説明する。本実施の形態は、実施の形態1の作用効果に加えて、以下の作用効果を奏する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 2 】

本実施の形態においては、端子 5 に、第 1 の導体基板 1 1 および第 2 の導体基板 1 2 よりも熱容量が大きい第 1 の熱容量体 3 1 が接続される。このため、端子 5 と第 1 の熱容量体 3 1 とを合わせた部分の全体の熱容量を実施の形態 1 に比べてさらに大きくすることができる。また端子 5 と第 1 の熱容量体 3 1 とを合わせた部分の全体の過渡熱抵抗を実施の形態 1 よりもさらに低くすることができる。その結果、実施の形態 1 よりもさらに放熱性を向上させることができる。

## 【 0 0 6 3 】

第 1 の熱容量体 3 1 は端子 5 とは別体として形成され、接続材 7 D により端子 5 と接続されている。このため端子 5 の形状を複雑にすることなく、端子 5 と第 1 の熱容量体 3 1 とを合わせた部材の熱容量を大きくするなどの効果を奏することができる。

10

## 【 0 0 6 4 】

(実施の形態 3)

図 5 は図 6 中の V - V 線に沿う部分の概略断面図である。図 5 および図 6 を参照して、本実施の形態の半導体装置 3 0 0 は、大筋で実施の形態 1, 2 の半導体装置 1 0 0, 2 0 0 の構成と同様の構成を有している。このため同一の構成要素については同一の参照番号を付し、その説明を繰り返さない。半導体装置 3 0 0 においては、第 2 の導体基板 1 2 の真上における端子 5 の基板材 1 と反対側すなわち図 5 の上側に第 2 の熱容量体 3 2 が配置されている。第 2 の熱容量体 3 2 は、端子 5 の上側の表面と接続材 7 D により接続されている。つまり接続材 7 は接続材 7 A, 7 B, 7 C, 7 D を有している。第 2 の熱容量体 3 2 は第 1 の熱容量体 3 1 と同様の材質を用いて、同様の製法により、同様のサイズのも

20

## 【 0 0 6 5 】

このようにして形成される第 2 の熱容量体 3 2 は、第 1 の導体基板 1 1 および第 2 の導体基板 1 2 よりも熱容量が大きくなっている。

## 【 0 0 6 6 】

以下に、本実施の形態の作用効果を説明する。本実施の形態は、実施の形態 1, 2 の作用効果に加えて、以下の作用効果を奏する。

## 【 0 0 6 7 】

本実施の形態においては、端子 5 に、第 1 の導体基板 1 1 および第 2 の導体基板 1 2 よりも熱容量が大きい第 2 の熱容量体 3 2 が接続される。このため、端子 5 と第 2 の熱容量体 3 2 とを合わせた部分の全体の熱容量を実施の形態 1 に比べてさらに大きくすることができる。また端子 5 と第 2 の熱容量体 3 2 とを合わせた部分の全体の過渡熱抵抗を実施の形態 1 よりもさらに低くすることができる。その結果、実施の形態 1 よりもさらに放熱性を向上させることができる。

30

## 【 0 0 6 8 】

なお第 2 の導体基板 1 2 の真上においては(接続材 7 A と接続材 7 C との厚みが等しければ)、第 1 の導体基板 1 1 の真上に比べて、半導体素子 3 および接続材 7 B の厚み分だけ、端子 5 が図 5 の下側に配置される。このため第 2 の導体基板 1 2 の真上に厚い第 2 の熱容量体 3 2 が形成されても、その厚みと接続材 7 D の厚みの和が半導体素子 3 および接続材 7 B の厚みの和以下であれば、第 1 の導体基板 1 1 上の端子 5 の最上面に比べて第 2 の熱容量体 3 2 の最上面の高さが高くなることはない。したがって実施の形態 2 のように第 1 の導体基板 1 1 (半導体素子 3) の真上に第 1 の熱容量体 3 1 が形成される場合に比べて、本実施の形態のように第 2 の導体基板 1 2 の真上に第 2 の熱容量体 3 2 が形成されれば、半導体装置 1 0 0 全体の特に図 5 の上下方向の寸法の増加を抑制することができる。このため実施の形態 2 よりも半導体装置 1 0 0 全体を小型化させることができ、その結果、冷却性能をより向上させることができる。

40

## 【 0 0 6 9 】

(実施の形態 4)

図 7 は図 8 中の V I I - V I I 線に沿う部分の概略断面図である。図 7 および図 8 を参

50

照して、本実施の形態の半導体装置 400 は、大筋で実施の形態 1～3 の半導体装置 100～300 の構成と同様の構成を有している。このため同一の構成要素については同一の参照番号を付し、その説明を繰り返さない。半導体装置 400 においては、実施の形態 1 の半導体装置 100 と異なり、端子 5 は第 2 の導体基板 12 と直接接続されてはならず、両者の間に接続材 7 以外の部材が配置された構成を有している。具体的には、端子 5 は第 2 の導体基板 12 と、第 3 の熱容量体 33 を介して接続されている。第 3 の熱容量体 33 は、第 1 の熱容量体 31 および第 2 の熱容量体 32 と同様に銅板の打ち抜き加工により、直方体状のヒートシンクとして形成される。このため第 3 の熱容量体 33 についての詳細な説明を省略する。第 3 の熱容量体 33 は、第 2 の導体基板 12 の基板材 1 と反対側すなわち図 7 の上側に、接続材 7C により接続されている。また第 3 の熱容量体 33 は、その図 7 の上側において、接続材 7D により端子 5 と接続されている。第 3 の熱容量体 33 は第 1 の導体基板 11 および第 2 の導体基板 12 よりも熱容量が大きいことが好ましい。

10

#### 【0070】

また本実施の形態においては、特に第 1 の導体基板 11 と第 2 の導体基板 12 との厚みが等しい場合、接続材 7A と半導体素子 3 と接続材 7B との厚みの和は、接続材 7C と第 3 の熱容量体 33 と接続材 7D との厚みの和に等しくなるように形成されることが好ましい。この場合、端子 5 は第 2 の導体基板 12 上の領域において第 1 の導体基板 11 上の領域よりも基板材 1 からの距離が短い位置に配置されるように屈曲される必要はなく、端子 5 は第 1 の導体基板 11 上の領域と第 2 の導体基板 12 上の領域との間で平坦な形状を有している。

20

#### 【0071】

以下に、本実施の形態の作用効果を説明する。本実施の形態は、実施の形態 1～3 の作用効果に加えて、以下の作用効果を奏する。

#### 【0072】

本実施の形態においては、端子 5 と第 2 の導体基板 12 との間に配置される第 3 の熱容量体 33 をスペーサとして活用することができる。これにより、端子 5 と第 3 の熱容量体 33 とを合わせた部分の全体の熱容量を実施の形態 1 に比べてさらに大きくすることができる。また第 3 の熱容量体 33 により、実施の形態 1 に比べて端子 5 と第 3 の熱容量体 33 とを合わせた部分の全体の断面積が大きくなるため、過渡熱抵抗と定常熱抵抗との双方を低くすることができ、第 2 経路による放熱性をさらに向上させることができる。

30

#### 【0073】

また本実施の形態においても実施の形態 3 と同様に、第 2 の導体基板 12 の真上に第 3 の熱容量体 33 が配置される。このため実施の形態 2 のように第 1 の導体基板 11 (半導体素子 3) の真上に第 1 の熱容量体 31 が形成される場合に比べて、本実施の形態のように第 2 の導体基板 12 の真上に第 2 の熱容量体 32 が形成されれば、半導体装置 400 全体の図 7 の上下方向の寸法の増加を抑制することができる。このため実施の形態 2 よりも半導体装置 400 全体を小型化させることができ、その結果、冷却性能をより向上させることができる。

#### 【0074】

さらに、上記のように本実施の形態においては、第 3 の熱容量体 33 の厚みを調整することにより、端子 5 を平坦な形状とすることができる。このようにすれば、接続材 7B および接続材 7D 上に接続される端子 5 に下方に屈曲した部分を形成するためのプレス加工を行なう必要がなくなる。したがって、端子 5 の加工費を削減することができるとともに、端子 5 の厚みの上限値をより高く設計することができる。具体的には、端子 5 の厚みを 3.0 mm とすることができる。プレス加工により銅板を屈曲させるためには、銅板は薄いことが要求されるためである。

40

#### 【0075】

(実施の形態 5)

図 9 は図 10 中の I X - I X 線に沿う部分の概略断面図である。図 9 および図 10 を参照して、本実施の形態の半導体装置 500 は、大筋で実施の形態 4 の半導体装置 400 の

50

構成と同様の構成を有している。このため同一の構成要素については同一の参照番号を付し、その説明を繰り返さない。しかし半導体装置 500 においては、半導体装置 400 の第 3 の熱容量体 33 および接続材 7D の部分が、端子 5 と一体として構成されている。このため端子 5 は、半導体装置 400 の端子 5 と同様の第 1 の導体基板 11 上の領域から第 2 の導体基板 12 上の領域まで平坦に延びる領域と、半導体装置 400 の第 3 の熱容量体 33 および接続材 7D の部分に相当する突起部 5T とが合体された、銅板からなる構造となっている。言い換えれば、端子 5 は、基板材 1 側の第 1 の端子表面が、第 2 の導体基板 12 の真上において基板材 1 側に突起する突起部 5T を有している。これにより第 1 の端子表面は、第 2 の導体基板 12 の真上において第 1 の導体基板 11 の真上に比べて基板材 1 からの距離が短くなっている。

10

## 【0076】

突起部 5T の厚みはたとえば約 1mm であり、0.7mm 以上 1.3mm 以下とすることが好ましい。

## 【0077】

突起部 5T と第 2 の導体基板 12 とは、接続材 7C により接続されている。また第 1 の導体基板 11 上においては、他の実施の形態と同様に、半導体素子 3 上の接続材 7B により端子 5 が接続されている。

## 【0078】

以下に、本実施の形態の作用効果を説明する。本実施の形態は、実施の形態 4 の作用効果に加えて、以下の作用効果を奏する。

20

## 【0079】

本実施の形態のように突起部 5T を設け、実施の形態 4 の接続材 7D および第 3 の熱容量体 33 の部分が端子 5 と一体化することにより、実施の形態 4 に比べて部品点数を削減することができ、加工を容易にすることができる。またはんだとしての接続材 7D の部分が銅板の一部である突起部 5T に代えられている。はんだの熱伝導率は約 60W/m・K であるのに対し、銅の熱伝導率は約 400W/m・K とはんだに比べて非常に大きい。このため本実施の形態の端子 5 を適用することにより、実施の形態 4 に比べて第 2 経路の放熱性をより向上させることができる。

## 【0080】

以上において、実施の形態 2～5 の各構成は、たとえば図 4, 6, 8, 10 の右側半分の領域に適用したものと説明しているが、図 4, 6, 8, 10 の左側半分の領域にも同様にこれらを適用することができる。この場合、第 4 の導体基板 14 に他の半導体素子 30 が接続された領域が図 3, 5, 7, 9 の第 1 の導体基板 11 に半導体素子 3 が接続される領域に相当すると考え、第 1 の導体基板 11 の第 2 領域が図 3, 5, 7, 9 の第 2 の導体基板 12 上の領域に相当すると考えればよい。

30

## 【0081】

また実施の形態 1～5 の図 1, 3, 5, 7, 9 に示す特徴を、図 2, 4, 6, 8, 10 の左側半分の領域および右側半分の領域のそれぞれに対して適宜組み合わせるように適用してもよい。すなわち以上に説明した各実施の形態における技術的特徴を、技術的に矛盾のない範囲で適宜組み合わせる適用してもよい。

40

## 【0082】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

## 【符号の説明】

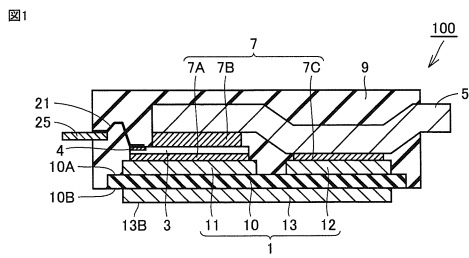
## 【0083】

1 基板材、3 半導体素子、4 制御用電極、5 端子、5T 突起部、7, 7A, 7B, 7C, 7D 接続材、9 樹脂、10 絶縁基板、10A 一方の主表面、10B 他方の主表面、11 第 1 の導体基板、12 第 2 の導体基板、13 第 3 の導体基板、21 ワイヤ、25 外部電極、30 他の半導体素子、31 第 1 の熱容量体、32

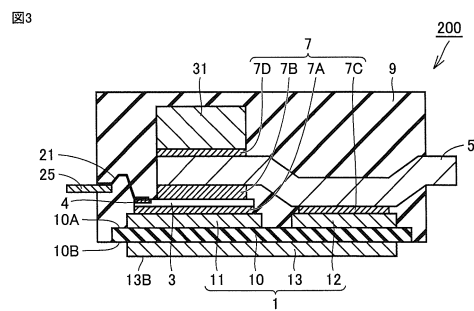
50

第2の熱容量体、50 他の端子、100, 200, 300, 400, 500 半導体装置。

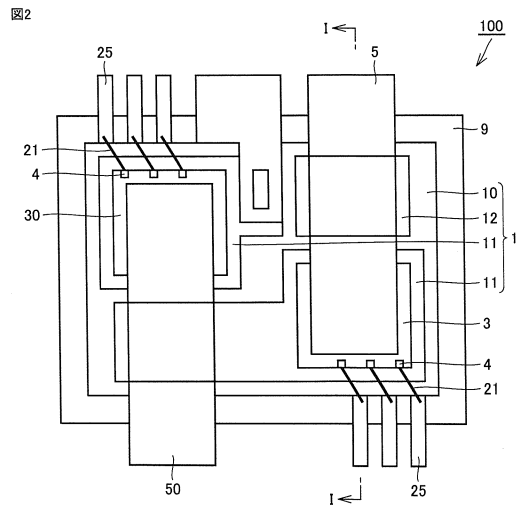
【図1】



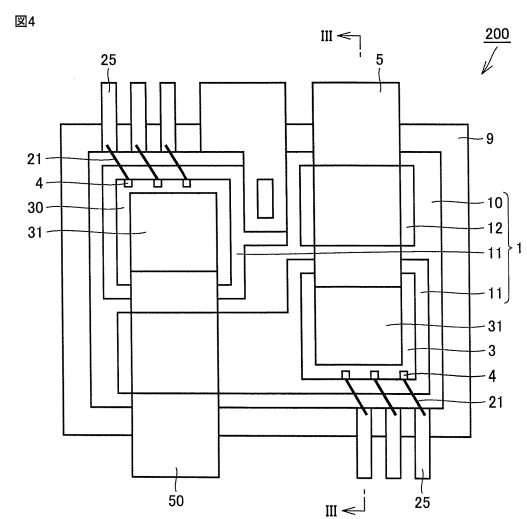
【図3】



【図2】



【図4】







---

フロントページの続き

(72)発明者 宮本 昇  
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

審査官 平林 雅行

(56)参考文献 特開2009-124082(JP,A)  
特開2012-043875(JP,A)  
特開2006-237419(JP,A)  
特開2005-057235(JP,A)  
特開2004-311685(JP,A)  
特開2014-150203(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/447 - 21/449  
H01L 21/60 - 21/607  
H01L 23/28 - 23/31  
H01L 23/34 - 23/36  
H01L 23/373 - 23/427  
H01L 23/44  
H01L 23/467 - 23/48  
H01L 25/00 - 25/07  
H01L 25/10 - 25/11  
H01L 25/16 - 25/18  
H02M 7/42 - 7/98  
H05K 7/20