

(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  
2020年11月26日(26.11.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/235056 A1

(51) 国際特許分類:  
H01L 23/12 (2006.01) H01L 25/18 (2006.01)  
H01L 21/60 (2006.01) H01L 29/78 (2006.01)  
H01L 25/07 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/020306

(22) 国際出願日: 2019年5月22日(22.05.2019)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(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:田中 陽(TANAKA, Yo); 〒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:特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大

阪市北区中之島三丁目2番4号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト Osaka (JP).

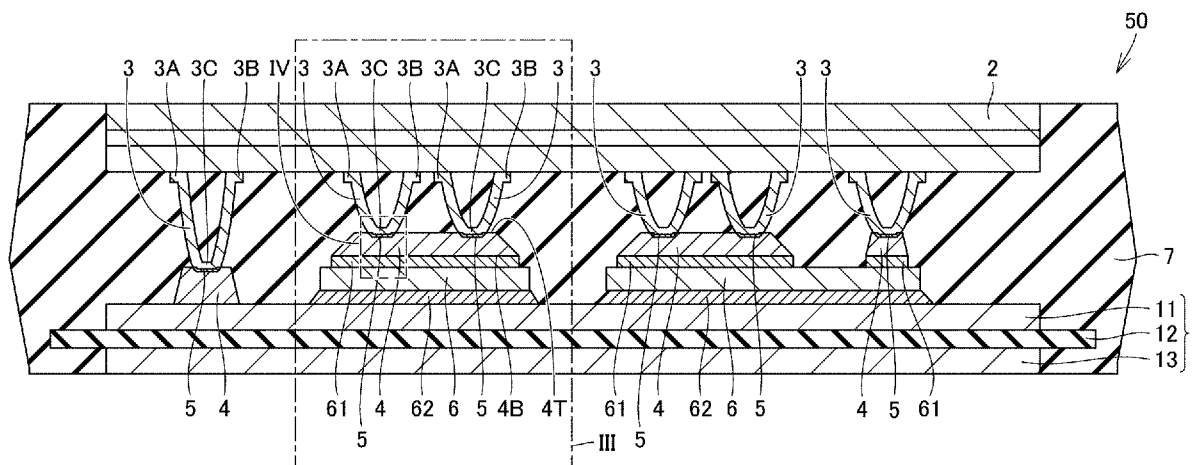
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE, POWER CONVERSION DEVICE, AND METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置、電力変換装置および半導体装置の製造方法

図1



(57) Abstract: The present invention provides a semiconductor device (50) equipped with a first circuit (1), a second circuit (2), a wiring member (3), and a bonding material (4). The wiring member (3) is connected to one of the first circuit (1) and the second circuit (2). The bonding material (4) is connected to the other of the first circuit (1) and the second circuit (2). The wiring member (3) includes a first end (3A), a second end (3B), and an apex (3C). The first end (3A) and the second end (3B) are connected to one of the first circuit (1) and the second circuit (2). The apex (3C) is located between the first end (3A) and the second end (3B). The apex (3C) is connected via the bonding material (4) to the other of the first circuit (1) and the second circuit (2).



WO 2020/235056 A1

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：半導体装置（50）は、第1回路（1）と、第2回路（2）と、配線部材（3）と、接合材（4）とを備えている。配線部材（3）は、第1回路（1）および第2回路（2）のいずれか一方に接続されている。接合材（4）は、第1回路（1）および第2回路（2）のいずれか他方に接続されている。配線部材（3）は、第1端（3A）および第2端（3B）と、頂点（3C）とを含んでいる。第1端（3A）および第2端（3B）は、第1回路（1）および第2回路（2）のいずれか一方に接続されている。頂点（3C）は、第1端（3A）と第2端（3B）との間に位置する。頂点（3C）は、接合材（4）を介して第1回路（1）および第2回路（2）のいずれか他方に接続されている。

## 明 細 書

発明の名称：

半導体装置、電力変換装置および半導体装置の製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、半導体装置、電力変換装置および半導体装置の製造方法に関するものである。

### 背景技術

[0002] 従来、電力用途のパワー半導体素子を用いた半導体装置において、半導体装置の小型化を目的として、パワー半導体素子の高出力密度化（高電流密度化）が要求されている。したがって、パワー半導体素子には大電流が印加されるため、パワー半導体素子の回路に板状の金属部材が使用されている。

[0003] 例えば、特開2015-138824号公報（特許文献1）には、パワー半導体素子と板状の金属部材で構成された電極とがボンディングワイヤによって接続された半導体装置が記載されている。ボンディングワイヤは、2点でパワー半導体素子に接続されたループ形状を有しており、ループ形状の頂点で電極に接合されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2015-138824号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] 上記公報に記載された半導体装置においては、ボンディングワイヤはループ形状の頂点で電極に接合されている。このため、ボンディングワイヤの頂点と電極との接合部における接触面積が小さい。よって、接合部に熱的または機械的な疲労が繰り返し与えられた際の、接合部でのクラックの進展に対する許容量は小さい。したがって、接合部の耐熱性が低いという課題がある。

[0006] 本発明は上記文献に鑑みてなされたものであり、その目的は、接合部の耐熱性を高くすることができる半導体装置、その半導体装置を備えた電力変換装置、および、その半導体装置の製造方法を提供することである。

### 課題を解決するための手段

[0007] 本発明の半導体装置は、第1回路と、第2回路と、配線部材と、接合材とを備えている。配線部材は、第1回路および第2回路のいずれか一方に接続されている。接合材は、第1回路および第2回路のいずれか他方に接続されている。配線部材は、第1端および第2端と、頂点とを含んでいる。第1端および第2端は、第1回路および第2回路のいずれか一方に接続されている。頂点は、第1端と第2端との間に位置する。頂点は、接合材を介して第1回路および第2回路のいずれか他方に接続されている。

### 発明の効果

[0008] 本発明の半導体装置によれば、配線部材の頂点が接合材を介して第1回路および第2回路のいずれか他方に接続されているため、配線部材の頂点と接合材との接合部の接触面積が大きい。このため、接合部に熱的または機械的な疲労が繰り返し与えられた際の、接合部でのクラックの進展に対する許容量は大きい。したがって、接合部の耐熱性を高くすることができる。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の実施の形態1に係る半導体装置の構成を概略的に示す断面図である。

[図2]本発明の実施の形態1に係る半導体装置の構成を概略的に示す平面図である。

[図3]本発明の実施の形態1に係る半導体装置の構成を概略的に示す図1のⅠ-Ⅰ部分の拡大斜視図である。

[図4]図1のⅠ-V部分の拡大図である。

[図5]本発明の実施の形態1に係る半導体装置の変形例の構成を概略的に示す図1のⅠ-Ⅰ-Ⅰ部分に対応する拡大斜視図である。

[図6]本発明の実施の形態1に係る半導体装置の製造方法を示すフローチャー

トである。

[図7]本発明の実施の形態2に係る半導体装置の構成を概略的に示す断面図である。

[図8]本発明の実施の形態2に係る半導体装置の構成を概略的に示す図7のV-I-I部分の拡大斜視図である。

[図9]図7のI-X部分の拡大図である。

[図10]本発明の実施の形態2に係る半導体装置の変形例の構成を概略的に示す図7のV-I-I部分に対応する拡大斜視図である。

[図11]本発明の実施の形態3に係る半導体装置の構成を概略的に示す断面図である。

[図12]本発明の実施の形態4に係る電力変換システムの構成を示すブロック図である。

### 発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の実施の形態について図に基づいて説明する。なお、以下においては、同一または相当する部分に同一の符号を付すものとし、重複する説明は繰り返さない。

[0011] 実施の形態1.

図1～図3を参照して、本発明の実施の形態1に係る半導体装置50の構成について説明する。図1は、実施の形態1に係る半導体装置50の構成を概略的に示す断面図である。図2は、実施の形態1に係る半導体装置50の構成を概略的に示す平面図である。図3は、実施の形態1に係る半導体装置50の構成を概略的に示す図1のI-I部分の拡大斜視図である。ただし、説明の便宜のため、図3においては、封止樹脂7は、図示されていない。図1および図2に示されるように、半導体装置50は、主として、第1回路1と、第2回路2と、配線部材3と、接合材4と、合金層5と、半導体素子6と、封止樹脂7と、を備えている。半導体装置50は、電力用のパワー半導体装置である。半導体素子6は、電力用のパワー半導体素子である。図1および図2においては、半導体装置50に2つのパワー半導体素子を有するパ

ワーモジュールが1個備えられているが、半導体装置50に複数のパワーモジュールが備えられていてもよい。

[0012] 第1回路1は、回路パターン11と、絶縁層12と、金属層13と、を含んでいる。第1回路1は、半導体素子6と電氣的に接続されている。

[0013] 第1回路1の回路パターン11および金属層13には、例えば銅(Cu)が用いられる。ただし、回路パターン11および金属層13に用いられる材料は、これに限定されるものではない。回路パターン11および金属層13に用いられる材料は、好ましくは高い電気伝導性を有する材料である。回路パターン11は、図1および図2では一体的に示されているが、一般的には電氣的に分離された矩形が並んだ形状である。

[0014] 第1回路1の絶縁層12は、例えば、セラミックス基板である。セラミックス基板の材料としては、例えばアルミナ(Aluminum Oxide)、窒化アルミニウム(Aluminum Nitride)、窒化珪素(Silicon Nitride)が用いられる。ただし、セラミックス基板の材料は、これらに限られるものではない。絶縁層12としては、セラミックス基板のみならず、例えばセラミックスフィラーを充填した有機材料を用いることも可能である。このような有機材料としては、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、またはシアネート系樹脂等が用いられる。また、セラミックスフィラーとしては、アルミナ、窒化アルミニウム、または窒化ホウ素等が用いられる。

[0015] 第1回路1は、例えばプリント回路基板である。第1回路1の形状は、半導体装置50の形状に応じて定められてもよい。絶縁層12の両面には、回路パターン11および金属層13が設けられている。回路パターン11および金属層13に用いられる材料は、絶縁層12と強固に接合されるように好ましくは、絶縁層12と直接接合法または活性金属接合法により接合されることが可能であればよい。なお、ここで直接接合法とは、回路パターン11および金属層13を、絶縁層12に直接反応により接合する方法である。また、活性金属接合法とは、回路パターン11および金属層13を、チタン(Ti)およびジルコニウム(Zr)等の活性金属を添加したろう剤により絶

縁層 1 2 に接合する方法である。

[0016] 第 2 回路 2 は、配線部材 3 と電氣的に接続されている。第 2 回路 2 は、例えば配線基板である。具体的には、第 2 回路 2 は、例えばプリント回路基板である。第 2 回路 2 には、図示しない配線パターンおよび電子部品等が実装されている。第 2 回路 2 の材料は、電氣的特性および機械的特性の観点から、アルミニウム (A l)、銅 (C u)、ニッケル (N i)、金 (A u)、またはこれらのうちいずれかを主たる成分とする合金でもよい。図 1 においては、第 2 回路 2 の数は 1 個であるが、第 2 回路 2 の数はこれに限られるものではない。第 2 回路 2 は、回路パターン 1 1 の配置に応じて、電氣的に接続可能な部分を接続する形状である。

[0017] 配線部材 3 は、第 1 回路 1 および第 2 回路 2 のいずれか一方に接続されている。本実施の形態では、配線部材 3 は、第 2 回路 2 に接続されている。配線部材 3 は、第 1 端 3 A と、第 2 端 3 B と、頂点 3 C と、を含んでいる。第 1 端 3 A および第 2 端 3 B は、第 2 回路 2 に接続されている。具体的には、第 1 端 3 A および第 2 端 3 B は、第 2 回路 2 に直接接合されている。頂点 3 C は、第 1 端 3 A と第 2 端 3 B との間に位置する。つまり、頂点 3 C は、配線部材 3 のうち、第 1 端 3 A と第 2 端 3 B との間に配置されている。本実施の形態では、頂点 3 C は、接合材 4 を介して第 1 回路 1 に接続されている。また、頂点 3 C は、接合材 4 を介して半導体素子 6 に接続されている。つまり、頂点 3 C は、接合材 4 と半導体素子 6 とを介して、第 1 回路 1 に接続されている。

[0018] 図 1 および図 3 に示されるように、配線部材 3 は、弾性を有し、しなやかにたわむことのできる形状に構成されている。このため、配線部材 3 は、いわゆる可撓性を有している。配線部材 3 は、両端が接合されたループを形成している。配線部材 3 は、略 U 字状に構成されている。配線部材 3 は、例えばワイヤまたは板状部材である。本実施の形態では、配線部材 3 は、ワイヤである。つまり、配線部材 3 の形状は円柱状である。配線部材 3 の第 1 端 3 A および第 2 端 3 B は第 2 回路 2 に接合されている。配線部材 3 と第 2 回路

2とを接合する方法としては、例えば超音波接合が用いられる。配線部材3としては、金属材料が用いられる。配線部材3の材料は、例えば、アルミニウム（Al）、銅（Cu）、銀（Ag）、またはそれらを主体した合金等である。

[0019] 接合材4は、第1回路1および第2回路2のいずれか一方に接続されている。本実施の形態では、接合材4は第1回路1に接続されている。具体的には、接合材4は、半導体素子6のパッド61上に配置されている。また、接合材4は、半導体素子6に接続されている。接合材4は、第1回路1の回路パターン11および半導体素子6のパッド61と配線部材3との間に設けられている。接合材4は、配線部材3の頂点3Cと接合されている。接合材4は、接合面4Tと裏面4Bとを含んでいる。接合面4Tは、配線部材3の頂点3Cと接合されている。裏面4Bは、接合材4の中央に対して接合面4Tと反対側に配置されている。接合材4は、第1回路1の回路パターン11および半導体素子6のパッド61のいずれかに接合されている。つまり、裏面4Bは、第1回路1の回路パターン11および半導体素子6のいずれかに接合されている。すなわち、図1中において最も左側に配置された接合材4では裏面4Bは第1回路1の回路パターン11に接合されている。また、図1中において最も左側に配置された接合材4の右側に配置された3つの接合材4の各々では裏面4Bは半導体素子6に接合されている。なお、接合材4は、第2回路2とは接触していない。また、図1では、接合材4は、第1回路1の回路パターン11上および半導体素子6のパッド61上に設けられているが、接合材4が配置される箇所はいずれか一方でもよい。

[0020] 接合材4の主たる構成要素は、配線部材3と同一の金属元素および融点降下元素である。例えば、接合材4の主たる構成要素として、アルミニウム（Al）-錫（Zn）、銅（Cu）-錫（Sn）、銀（Ag）-錫（Sn）などの組み合わせが用いられる。つまり、配線部材3の主たる金属元素がアルミニウム（Al）であれば、接合材4はアルミニウム（Al）とさらに融点降下元素である亜鉛（Zn）とを含んでいる。また、配線部材3の主たる金



属元素が銅（Cu）であれば、接合材4は銅（Cu）と融点降下元素である錫（Sn）とを含んでいる。また、配線部材3の主たる金属元素が銀（Ag）であれば、接合材4は銀（Ag）とさらに融点降下元素である錫（Sn）とを含んでいる。なお、配線部材3および接合材4の構成要素は、上記の組合せには限定されない。

[0021] 合金層5は、配線部材3と接合材4との間で形成されている。合金層5は、配線部材3の頂点3Cと接合材4の接合面4Tとの間に配置されている。合金層5は、頂点3Cと接合材4とを接合する、接合部である。頂点3Cは、接合材4と合金層5を形成している。頂点3Cと接合面4Tとは、合金層5を介して接合されている。合金層5の主たる構成要素は、配線部材3と同一の金属元素および融点降下元素である。合金層5の主たる構成要素は、融点降下元素の融点で溶融しない。

[0022] 半導体素子6は、例えば、珪素（Si）または炭化珪素（SiC）等からなる絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ（IGBT：Insulated Gate Bipolar Transistor）、フリーホイールダイオード（FWD：Free Wheel Diode）、または金属酸化物半導体電界効果トランジスタ（MOSFET：Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor）等である。ただし、半導体素子6の種類はこれらに限られるものではない。図1において、半導体素子6の数は2個であるが、半導体素子6の数はこれに限られるものではない。

[0023] 半導体素子6は、パッド61と、図示しない裏面電極とを含んでいる。パッド61は、半導体素子6の表面に設けられている。図示しない裏面電極は半導体素子6の裏面に設けられている。パッド61は、半導体素子6の中央に対して図示しない裏面電極と反対側に配置されている。パッド61は、接合材4に接合されている。

[0024] パッド61は、例えば、制御信号パッド、主電極パッドなどを含むが、パッド61の種類はこれらに限られるものではない。また、パッド61として、制御信号パッドおよび主電極パッドのいずれか一方が設けられていてもよ

い。パッド61としては、電気的特性および機械的特性の観点から、アルミニウム（Al）、銅（Cu）、銀（Ag）、ニッケル（Ni）、金（Au）、またはこれらのうちいずれかを主たる成分とする合金が用いられる。

[0025] 素子接合材62は、半導体素子6の図示しない裏面電極と第1回路1の回路パターン11との間に配置されている。素子接合材62は、半導体素子6の図示しない裏面電極と第1回路1の回路パターン11との両方に接合されている。これにより、半導体素子6の図示しない裏面電極と第1回路1の回路パターン11とが電氣的に接続されている。素子接合材62は、半導体素子6に対して接合材4と反対側に配置されている。素子接合材62としては、例えば、鉛（Pb）および錫（Sn）を含有する高温用はんだが用いられる。ただし、素子接合材62に用いられる材料は、これらに限定されるものではない。素子接合材62としては、例えば、銀（Ag）ナノ粒子ペースト、または、銀（Ag）粒子およびエポキシ樹脂等を含む導電性接着剤を用いることもできる。

[0026] 封止樹脂7は、第1回路1と、第2回路2と、配線部材3と、接合材4と、合金層5と、半導体素子6と、を封止している。つまり、封止樹脂7は、第1回路1、第2回路2、配線部材3、接合材4、合金層5および半導体素子6を覆っている。なお、第1回路1の金属層13の絶縁層12に接合された面と反対側の面は、封止樹脂7から露出している。また、第2回路2の配線部材3に接合された面と反対側の面は、封止樹脂7から露出している。

[0027] 封止樹脂7は絶縁性を有している。封止樹脂7としては、例えば、熱硬化性樹脂が用いられる、ただし、封止樹脂7に用いられる材料は、これに限られるものではない。例えば、封止樹脂7としては、ウレタン樹脂、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、アクリル樹脂、ゴム材などを用いることができる。また、封止樹脂7は、複数の封止樹脂7により形成されてもよい。例えば、封止樹脂7は、ゲル状のシリコン樹脂の上に、エポキシ樹脂を重ねることにより形成されてもよい。

[0028] 半導体装置50では、第1回路1と第2回路2とは、配線部材3と、接合

材4と、合金層5と、半導体素子6と、素子接合材62とを介して電氣的に接続されている。第2回路2と配線部材3とは、直接接合によって接合されている。配線部材3と接合材4とは、合金層5を介して液相拡散接合によって接合されている。合金層5を介して配線部材3と接合材4は電氣的に接続されている。接合材4と半導体素子6とは、半導体素子6のパッド61で接合されている。半導体素子6と第1回路1とは、素子接合材62を介して電氣的に接続されている。また、第1回路1と第2回路2とは、半導体素子6および素子接合材62を介さずに、配線部材3と、接合材4と、合金層5とを介して電氣的に接続されている。

[0029] なお、半導体装置50の構成は、上述の構成に限定されるものではない。半導体装置50は、例えば、第1回路1、第2回路2、配線部材3、接合材4および半導体素子の外周を取り囲むように筐体が設けられ、筐体の内部に封止樹脂7が充填されるように構成されてもよい。

[0030] 図4を参照して、合金層5について詳しく説明する。図4は、実施の形態1に係る合金層5を概略的に示す図1のIV部分の拡大図である。合金層5は、配線部材3と接合材4との合金により形成されている。配線部材3および接合材4は、接合材4に含まれる融点降下元素の働きにより、配線部材3および接合材4を構成する主な金属元素の融点より低い温度で溶融する。接合材4は、配線部材3に濡れ広がりながら、配線部材3との間に合金層5を形成し、凝固する（等温凝固）。合金層5は、上記のいわゆる液相拡散接合によって形成される。配線部材3と接合材4との界面は、合金層5を介して強固に接合されている。このようにして、配線部材3の頂点3Cと接合材4との間に合金層5からなる接合部が設けられる。この接合部は、頂点3Cが接合材4に入り込むことにより形成されるため、頂点3Cの底部および側部に沿って設けられている。したがって、接合部が頂点3Cの底部に沿って設けられている場合よりも接合部は大きくなる。頂点3Cは、接合材4との間に大きな接触面積を有する。また、接合材4および合金層5を介して半導体素子6と第2回路2とが電氣的に接続されている。

- [0031] また、図3においては、配線部材3はワイヤであるが、配線部材3は、これに限定されるものではない。図5は、実施の形態1に係る半導体装置の変形例の構成を概略的に示す図1の111部分に対応する拡大斜視図である。実施の形態1に係る半導体装置50の変形例では、配線部材3は、板状部材である。つまり、配線部材3の形状は板状である。具体的には、配線部材3は、湾曲した長方形の板状に構成されている。配線部材3では、第1端3Aから第2端3Bに向かう方向が長手方向となり、長手方向に直交する方向が短手方向となる。
- [0032] 次に図6を参照して、本実施の形態に係る半導体装置50の製造方法について説明する。図6は、本実施の形態に係る半導体装置50の製造方法を示すフローチャートである。本実施の形態における半導体装置50の製造方法は、準備工程S11と、接続工程S12と、液相拡散接合工程S13と、封止工程S14とを備えている。
- [0033] 準備工程S11では、第1回路1と、第2回路2と、配線部材3と、半導体素子6とが準備される。
- [0034] 接続工程S12では、第1回路1および第2回路2のいずれか一方に配線部材3の第1端3Aおよび第2端3Bが接続される。本実施の形態では、第2回路2に配線部材3の第1端3Aおよび第2端3Bが接続される。配線部材3の第1端3Aおよび第2端3Bは第2回路2に直接接合される。半導体素子6は素子接合材62を介して第1回路1の回路パターン11に接合される。
- [0035] 液相拡散接合工程S13では、第1回路1および第2回路2のいずれか他方に配線部材3の頂点3Cが接合材4を介して接続される。本実施の形態では、第1回路1に配線部材3の頂点3Cが接合材4を介して接続される。配線部材3の頂点3Cと接合材4とが液相拡散接合により接合される。液相拡散接合により、合金層5が、頂点3Cと接合材4との間に形成される。また、接合材4は、半導体素子6のパッド61上および第1回路の回路パターン11上の少なくともいずれかに配置される。配線部材3の頂点3Cと接合材

4 とが液相拡散接合により接合される。

[0036] 封止工程 S 1 4 では、第 1 回路 1 と、第 2 回路 2 と、配線部材 3 と、接合材 4 と、合金層 5 と、半導体素子 6 と、素子接合材 6 2 が封止樹脂 7 によって封止される。

[0037] 次に、本実施の形態の作用効果について説明する。

本実施の形態に係る半導体装置 5 0 によれば、配線部材 3 の頂点 3 C が接合材 4 を介して第 2 回路 2 に接続されている。配線部材 3 の頂点 3 C が接合材 4 に入り込んでいるため、配線部材 3 の頂点 3 C と接合材 4 との接合部の接触面積が大きい。このため、接合部に熱的または機械的な疲労が繰り返し負荷された際の、接合部でのクラックの進展に対する許容量は大きい。したがって、接合部の耐熱性を高くすることができる。

[0038] 本実施の形態に係る半導体装置 5 0 では、配線部材 3 の頂点 3 C は、接合材 4 と合金層 5 を形成している。このため、合金層 5 すなわち接合部に強固な接合界面を形成することができる。したがって、接合部の耐熱性を高くすることができる。

[0039] また、配線部材 3 は可撓性を有するため、変形することができる。このため、接合材 4 または半導体素子 6 の高さにばらつきが生じている場合でも、配線部材 3 が変形することで接合材 4 または半導体素子 6 に配線部材 3 が接合することが可能となる。つまり、接合材 4 または半導体素子 6 の高さが均一でない場合でも、接合材 4 または半導体素子 6 の高さに追従して配線部材 3 が変形することで、接合材 4 または半導体素子 6 に配線部材 3 が接合することが可能となる。

[0040] 本実施の形態に係る半導体装置 5 0 によれば、配線部材 3 はワイヤである。このため、配線部材 3 を接合材 4 に入り込ませることが容易である。

[0041] 本実施の形態に係る半導体装置 5 0 によれば、配線部材 3 の頂点 3 C が半導体素子 6 のパッド 6 1 上に配置された接合材 4 を介して第 1 回路 1 に接続されている。このため、配線部材 3 の頂点 3 C と半導体素子 6 のパッド 6 1 上に配置された接合材 4 との接合部の耐熱性を高くすることができる。

- [0042] また、配線部材 3 の第 1 端 3 A および第 2 端 3 B は、第 2 回路 2 に、接合材 4 を介さない金属同士の直接接合によって接合されている。このため、接合材 4 の供給量を減らすことができるため、製造コストの低減を図ることができる。
- [0043] 本実施の形態に係る半導体装置 5 0 によれば、半導体素子 6 はパワー半導体素子である。このため、半導体装置 5 0 は、パワー半導体装置として動作可能となる。
- [0044] 本実施の形態に係る半導体装置 5 0 によれば、封止樹脂 7 は、第 1 回路 1 、第 2 回路 2 、配線部材 3 、接合材 4 および半導体素子 6 を覆っている。このため、封止樹脂 7 によって絶縁信頼性を向上させることができる。
- [0045] 本実施の形態に係る半導体装置 5 0 の製造方法によれば、配線部材 3 の頂点 3 C と接合材 4 とが液相拡散接合により接合される。したがって、接合部には強固な接合界面が形成されるため、接合部の耐熱性を高くすることができる。あらかじめ、第 2 回路 2 に配線部材 3 が接合された状態で、配線部材 3 の頂点 3 C と接合材 4 とが液相拡散接合により接合されるため、組立時の位置ずれが抑制される。これにより、配線部材 3 と接合材 4 との位置合わせが簡略化される。
- [0046] 本実施の形態に係る半導体装置 5 0 の製造方法では、接合材 4 は、半導体素子 6 のパッド 6 1 上に配置される。このため、配線部材 3 の頂点 3 C と半導体素子 6 のパッド 6 1 上に配置された接合材 4 との接合部の耐熱性を高くすることができる。
- [0047] 本実施の形態に係る半導体装置 5 0 の変形例によれば、配線部材 3 は、板状部材である。配線部材 3 が板状部材である場合、配線部材 3 の接合部が平面となる。一方、配線部材 3 がワイヤの場合、配線部材 3 の接合部が曲面となる。したがって、配線部材 3 が板状部材であることで、ワイヤに比べて、接合部の接触面積が大きくなる。また、配線部材 3 が板状であることで、配線の取り回しの自由度が向上する。また、配線部材 3 が板状であることで、インダクタンスが低減される。

[0048] また、配線部材 3 がワイヤの場合、半導体装置 50 の電流密度が変更される際に、配線部材 3 の本数が変更される必要がある。一方、配線部材 3 の形状が板状である場合、半導体装置 50 の電流密度が変更されても、配線部材 3 の本数を変更せずに、板の幅または厚みを変更することで対応することが可能となる。

[0049] 実施の形態 2.

実施の形態 2 は、特に説明しない限り、上記の実施の形態 1 と同一の構成、製造方法および作用効果を有している。したがって、上記の実施の形態 1 と同一の構成には同一の符号を付し、説明を繰り返さない。

[0050] 図 7 および図 8 を参照して、実施の形態 2 に係る半導体装置 50 の構成について説明する。図 7 は、実施の形態 2 に係る半導体装置 50 の構成を概略的に示す断面図である。図 8 は、実施の形態 2 に係る半導体装置 50 の構成を概略的に示す図 7 の V | | | 部分の拡大斜視図である。ただし、説明の便宜のため、図 8 においては、封止樹脂 7 は、図示されていない。

[0051] 本実施の形態に係る配線部材 3 の第 1 端 3 A および第 2 端 3 B は、第 1 回路 1 の回路パターン 1 1 または半導体素子 6 のパッド 6 1 に接続されている。具体的には、第 1 端 3 A および第 2 端 3 B は、第 1 回路 1 の回路パターン 1 1 に直接接合されている。また、第 1 端 3 A および第 2 端 3 B は、半導体素子 6 のパッド 6 1 に直接接合されている。図 7 においては、配線部材 3 の第 1 端 3 A および第 2 端 3 B は、回路パターン 1 1 または 1 つの半導体素子 6 のパッド 6 1 に接続されているが、配線部材 3 の接続箇所はこれらに限られるものではない。配線部材 3 の第 1 端 3 A および第 2 端 3 B は、例えば、一方が回路パターン 1 1 に接続されており、他方がパッド 6 1 に接続されていてもよい。頂点 3 C は、接合材 4 を介して第 2 回路 2 に接続されている。

[0052] 本実施の形態では、接合材 4 は、第 2 回路 2 上に配置されている。つまり、接合材 4 は、第 2 回路 2 に接合されている。本実施の形態においても、接合面 4 T は、接合材 4 の頂点 3 C と接合されている面である。一方、本実施の形態においては、裏面 4 B は、実施の形態 1 とは異なり、接合材 4 の第 2

回路 2 と接合されている面である。なお、本実施の形態に係る接合材 4 は、半導体素子 6 および第 1 回路のいずれとも接触していない。

[0053] 本実施の形態にかかる半導体装置 50 では、第 1 回路 1 と第 2 回路 2 とは、配線部材 3 と、接合材 4 と、合金層 5 と、半導体素子 6 と、素子接合材 6 2 とを介して電氣的に接続されている。第 2 回路 2 と配線部材 3 とは接合材 4 および合金層 5 を介して接合されている。配線部材 3 と接合材 4 とは合金層 5 を介しては、液相拡散接合によって接合されている。配線部材 3 と半導体素子 6 のパッド 6 1 とは、直接接合によって接合されている。半導体素子 6 と第 1 回路 1 とは、素子接合材 6 2 を介して電氣的に接続されている。また、第 1 回路と第 2 回路 2 とは、半導体素子 6 および素子接合材 6 2 を介さずに、配線部材 3 と、接合材 4 と、合金層 5 とを介して電氣的に接続されている。

[0054] 図 9 を参照して、本実施の形態に係る合金層 5 について詳しく説明する。図 9 は、実施の形態 2 に係る合金層 5 を概略的に示す図 7 の I X 部分の拡大図である。配線部材 3 と接合材 4 との間には、合金層 5 が形成されている。合金層 5 によって、配線部材 3 と接合材 4 とは電氣的に接続されている。

[0055] また、図 8 においては、配線部材 3 の形状はワイヤであるが、配線部材 3 の形状は、これに限定されるものではない。図 10 は、実施の形態 2 に係る半導体装置の変形例の構成を概略的に示す図 7 の V I I I 部分に対応する拡大斜視図である。実施の形態 2 に係る半導体装置 50 の変形例では、配線部材 3 の形状は、板状である。

[0056] 次に、本実施の形態に係る半導体装置 50 の製造方法について説明する。本実施の形態に係る接続工程 S 1 2 では、第 1 回路 1 に配線部材 3 の第 1 端 3 A および第 2 端 3 B が接続される。配線部材 3 の第 1 端 3 A および第 2 端 3 B は、第 1 回路 1 に直接接合される。また、半導体素子 6 のパッド 6 1 に配線部材 3 の第 1 端 3 A および第 2 端 3 B が接続される。配線部材 3 の第 1 端 3 A および第 2 端 3 B は、半導体素子 6 のパッド 6 1 に直接接合される。



- [0057] 液相拡散接合工程 S 1 3 では、接合材 4 は、第 2 回路 2 上に配置される。配線部材 3 の頂点 3 C と接合材 4 とが液相拡散接合により接合される。
- [0058] 次に、本実施の形態の作用効果について説明する。
- 本実施の形態に係る半導体装置 5 0 によれば、配線部材 3 の頂点 3 C が第 2 回路 2 上に配置された接合材 4 を介して第 2 回路 2 に接続されている。このため、配線部材 3 の頂点 3 C と第 2 回路 2 上に配置された接合材 4 との接合部の耐熱性を高くすることができる。
- [0059] また、配線部材 3 の第 1 端 3 A および第 2 端 3 B は、半導体素子 6 のパッド 6 1 に、接合材 4 を介さない金属同士の直接接合によって接合されている。このため、接合材 4 の供給量を減らすことができるため、製造コストの低減を図ることができる。
- [0060] 本実施の形態に係る半導体装置 5 0 の製造方法では、接合材 4 は、第 2 回路 2 上に配置される。このため、配線部材 3 の頂点 3 C と第 2 回路 2 上に配置された接合材 4 との接合部の耐熱性を高くすることができる。
- [0061] 本実施の形態に係る半導体装置 5 0 の製造方法によれば、あらかじめ、第 1 回路 1 または半導体素子 6 のパッド 6 1 に配線部材 3 が接合された状態で、配線部材 3 の頂点 3 C と接合材 4 とが液相拡散接合により接合されるため、組立時の位置ずれが抑制される。これにより、配線部材 3 と接合材 4 との位置合わせが簡略化される。
- [0062] さらに、本実施の形態では、接合材 4 は、第 2 回路 2 にのみに配置されている。一方、実施の形態 1 では、接合材 4 は、第 1 回路 1 および半導体素子 6 に配置されている。したがって、本実施の形態の製造工程は、実施の形態 1 の製造工程に比べ、簡略化される。また、第 2 回路 2 の形状を、例えば平板にすることで、接合材 4 の配置をより簡易にすることができる。よって、本実施の形態の製造工程は、実施の形態 1 の製造工程に比べ、より簡略化される。
- [0063] 実施の形態 3.
- 実施の形態 3 は、特に説明しない限り、上記の実施の形態 1 と同一の構成

、製造方法および作用効果を有している。したがって、上記の実施の形態 1 と同一の構成には同一の符号を付し、説明を繰り返さない。

[0064] 図 11 を参照して、本実施の形態に係る半導体装置 50 の構成について説明する。図 11 は、本実施の形態に係る半導体装置 50 の構成を概略的に示す断面図である。本実施の形態の半導体装置 50 は、実施の形態 1 の構成に加え、冷却器 8 をさらに備えている点において、実施の形態 1 に係る半導体装置 50 と異なっている。

[0065] 冷却器 8 は、半導体装置 50 の動作中に発生する熱を、外部へ放熱する。このため、冷却器 8 は、好ましくは熱伝導性に優れた材料により構成されている。冷却器 8 の材料としては、例えば、アルミニウム (Al)、銅 (Cu) およびそれらのいずれかを主たる成分とする合金、または炭化珪素 (SiC) とアルミニウム (Al) の複合材 (Al-SiC) が用いられる。ただし、冷却器 8 に用いられる材料は、これらに限定されるものではない。

[0066] 冷却器 8 は、第 1 回路 1 に接続されている。冷却器 8 は、第 1 回路 1 に対して半導体素子 6 と反対側に配置されている。具体的には、冷却器 8 は、金属接合層 81 を介して、第 1 回路 1 の金属層 13 に接続されている。金属接合層 81 は、第 1 回路 1 の金属層 13 と冷却器 8 との間に設けられている。金属接合層 81 の材料としては、例えば、鉛 (Pb) および錫 (Sn) を含有する高温用はんだ等が用いられる。ただし、金属接合層 81 に用いられる材料は、これらに限られるものではない。金属接合層 81 の材料としては、例えば、銀 (Ag) ナノ粒子ペースト、または、銀 (Ag) 粒子およびエポキシ樹脂を含む導電性接着剤を用いることもできる。

[0067] 図 11 においては、冷却器 8 には、図示されない冷媒と冷却器 8 との熱交換を促進するための流路が設けられている。しかしながら、冷却器 8 の構成はこれに限定されるものではない。

[0068] 次に、本実施の形態の作用効果について説明する。

本実施の形態に係る半導体装置 50 によれば、冷却器 8 が第 1 回路 1 に接続されているため、半導体装置 50 の冷却性能を向上させることができる。

これにより、高い放熱性が得られる。

[0069] また、半導体装置 50 の配線部材 3 と接合材 4 との接合部は、合金層 5 で形成されているため、耐熱性が高い。よって、金属接合層 81 が半導体装置 50 に接合される温度も高くすることができる。

[0070] 実施の形態 4.

本実施の形態は、上述した実施の形態 1～3 にかかる半導体装置を電力変換装置に適用したものである。本発明は置に限定されるものではないが、以下、実施の形態 4 として、三相のインバータに本発明を適用した場合について説明する。

[0071] 図 12 は、本実施の形態にかかる電力変換装置を適用した電力変換システムの構成を示すブロック図である。

[0072] 図 12 に示す電力変換システムは、電源 100、電力変換装置 200、負荷 300 から構成される。電源 100 は、直流電源であり、電力変換装置 200 に直流電力を供給する。電源 100 は種々のもので構成することが可能であり、例えば、直流系統、太陽電池、蓄電池で構成することができるし、交流系統に接続された整流回路や AC/DC コンバータで構成することとしてもよい。また、電源 100 を、直流系統から出力される直流電力を所定の電力に変換する DC/DC コンバータによって構成することとしてもよい。

[0073] 電力変換装置 200 は、電源 100 と負荷 300 の間に接続された三相のインバータであり、電源 100 から供給された直流電力を交流電力に変換し、負荷 300 に交流電力を供給する。電力変換装置 200 は、図 12 に示すように、直流電力を交流電力に変換して出力する主変換回路 201 と、主変換回路 201 を制御する制御信号を主変換回路 201 に出力する制御回路 203 とを備えている。

[0074] 負荷 300 は、電力変換装置 200 から供給された交流電力によって駆動される三相の電動機である。なお、負荷 300 は特定の用途に限られるものではなく、各種電気機器に搭載された電動機であり、例えば、ハイブリッド自動車や電気自動車、鉄道車両、エレベーター、もしくは、空調機器向けの

電動機として用いられる。

[0075] 以下、電力変換装置200の詳細を説明する。主変換回路201は、スイッチング素子と還流ダイオードを備えており（図示せず）、スイッチング素子がスイッチングすることによって、電源100から供給される直流電力を交流電力に変換し、負荷300に供給する。主変換回路201の具体的な回路構成は種々のものがあるが、本実施の形態にかかる主変換回路201は2レベルの三相フルブリッジ回路であり、6つのスイッチング素子とそれぞれのスイッチング素子に逆並列された6つの還流ダイオードから構成することができる。主変換回路201の各スイッチング素子や各還流ダイオードは、上述した実施の形態1から実施の形態4のいずれかに相当する半導体モジュール202によって構成する。6つのスイッチング素子は2つのスイッチング素子ごとに直列接続され上下アームを構成し、各上下アームはフルブリッジ回路の各相（U相、V相、W相）を構成する。そして、各上下アームの出力端子、すなわち主変換回路201の3つの出力端子は、負荷300に接続される。

[0076] また、主変換回路201は、各スイッチング素子を駆動する駆動回路（図示なし）を備えているが、駆動回路は半導体モジュール202に内蔵されていてもよいし、半導体モジュール202とは別に駆動回路を備える構成であってもよい。駆動回路は、主変換回路201のスイッチング素子を駆動する駆動信号を生成し、主変換回路201のスイッチング素子の制御電極に供給する。具体的には、後述する制御回路203からの制御信号に従い、スイッチング素子をオン状態にする駆動信号とスイッチング素子をオフ状態にする駆動信号とを各スイッチング素子の制御電極に出力する。スイッチング素子をオン状態に維持する場合、駆動信号はスイッチング素子の閾値電圧以上の電圧信号（オン信号）であり、スイッチング素子をオフ状態に維持する場合、駆動信号はスイッチング素子の閾値電圧以下の電圧信号（オフ信号）となる。

[0077] 制御回路203は、負荷300に所望の電力が供給されるよう主変換回路

201のスイッチング素子を制御する。具体的には、負荷300に供給すべき電力に基づいて主変換回路201の各スイッチング素子がオン状態となるべき時間（オン時間）を算出する。例えば、出力すべき電圧に応じてスイッチング素子のオン時間を変調するPWM制御によって主変換回路201を制御することができる。そして、各時点においてオン状態となるべきスイッチング素子にはオン信号を、オフ状態となるべきスイッチング素子にはオフ信号が出力されるよう、主変換回路201が備える駆動回路に制御指令（制御信号）を出力する。駆動回路は、この制御信号に従い、各スイッチング素子の制御電極にオン信号又はオフ信号を駆動信号として出力する。

[0078] 本実施の形態に係る電力変換装置では、主変換回路201のスイッチング素子と還流ダイオードとして実施の形態1から実施の形態3のいずれか1つにかかる半導体モジュールを適用するため、電力変換装置の信頼性向上を実現することができる。

[0079] 本実施の形態では、2レベルの三相インバータに本発明を適用する例を説明したが、本発明は、これに限られるものではなく、種々の電力変換装置に適用することができる。本実施の形態では、2レベルの電力変換装置としたが3レベルやマルチレベルの電力変換装置であっても構わないし、単相負荷に電力を供給する場合には単相のインバータに本発明を適用しても構わない。また、直流負荷等に電力を供給する場合にはDC/DCコンバータやAC/DCコンバータに本発明を適用することも可能である。

[0080] また、本発明を適用した電力変換装置は、上述した負荷が電動機の場合に限定されるものではなく、例えば、放電加工機やレーザー加工機、又は誘導加熱調理器や非接触器給電システムの電源装置として用いることもでき、さらには太陽光発電システムや蓄電システム等のパワーコンディショナーとして用いることも可能である。

[0081] また、上記の各実施の形態を適宜組み合わせることができる。

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

[0082] 1 第1回路、2 第2回路、3 配線部材、3 A 第1端、3 B 第2端、3 C 頂点、4 接合材、5 合金層、6 半導体素子、7 封止樹脂、8 冷却器、50 半導体装置、61 パッド、100 電源、200 電力変換装置、201 主変換回路、202 半導体モジュール、203 制御回路、300 負荷。

## 請求の範囲

- [請求項1] 第1回路と、  
第2回路と、  
前記第1回路および前記第2回路のいずれか一方に接続された配線部材と、  
前記第1回路および前記第2回路のいずれか他方に接続された接合材とを備え、  
前記配線部材は、前記第1回路および前記第2回路のいずれか一方に接続された第1端および第2端と、前記第1端と前記第2端との間に位置する頂点とを含み、  
前記頂点は、前記接合材を介して前記第1回路および前記第2回路のいずれか他方に接続されている、半導体装置。
- [請求項2] 前記頂点は、前記接合材と合金層を形成しており、  
前記合金層の主たる構成要素は、前記配線部材と同一の金属元素および融点降下元素である、請求項1に記載の半導体装置。
- [請求項3] 前記配線部材は、ワイヤである、請求項1または請求項2に記載の半導体装置。
- [請求項4] 前記配線部材は、板状部材である、請求項1または請求項2に記載の半導体装置。
- [請求項5] 半導体素子をさらに備え、  
前記半導体素子は、パッドを含み、  
前記接合材は、前記半導体素子の前記パッド上に配置されており、  
前記第1端および前記第2端は、前記第2回路に直接接合されており、  
前記頂点は、前記接合材と前記半導体素子とを介して、前記第1回路に接続されている、請求項1～4のいずれか1項に記載の半導体装置。
- [請求項6] 半導体素子をさらに備え、

前記半導体素子は、パッドを含み、  
前記接合材は、前記第2回路上に配置されており、  
前記第1端および前記第2端は、前記半導体素子の前記パッドに直接接合されており、  
前記頂点は、前記接合材を介して、前記第2回路に接続されている、請求項1～4のいずれか1項に記載の半導体装置。

[請求項7] 前記半導体素子はパワー半導体素子である、請求項5または請求項6に記載の半導体装置。

[請求項8] 封止樹脂をさらに備え、  
前記封止樹脂は、前記第1回路、前記第2回路、前記配線部材、前記接合材および前記半導体素子を覆っている、請求項5～7のいずれか1項に記載の半導体装置。

[請求項9] 冷却器をさらに備え、  
前記冷却器は、前記第1回路に接続されており、かつ前記第1回路に対して前記半導体素子と反対側に配置されている請求項5～8のいずれか1項に記載の半導体装置。

[請求項10] 請求項1～9のいずれか1項に記載の前記半導体装置を有し、入力される電力を変換して出力する主変換回路と、  
前記主変換回路を制御する制御信号を前記主変換回路に出力する制御回路とを備えた、電力変換装置。

[請求項11] 第1回路と、第2回路と、第1端および第2端と前記第1端と前記第2端との間に位置する頂点を含む配線部材とを準備する準備工程と、  
前記第1回路および前記第2回路のいずれか一方に前記配線部材の前記第1端および前記第2端が接続される接続工程と、  
前記第1回路および前記第2回路のいずれか他方に前記配線部材の前記頂点が接合材を介して接続され、前記頂点と前記接合材とが液相拡散接合により接合される液相拡散接合工程とを備えた、半導体装置



の製造方法。

[請求項12]

前記準備工程では、パッドを含む半導体素子がさらに準備され、  
前記接続工程では、前記第1端および前記第2端は、前記第2回路  
に直接接合され、

前記液相拡散接合工程では、前記接合材は、前記半導体素子の前記  
パッド上に配置される、請求項11に記載の半導体装置の製造方法。

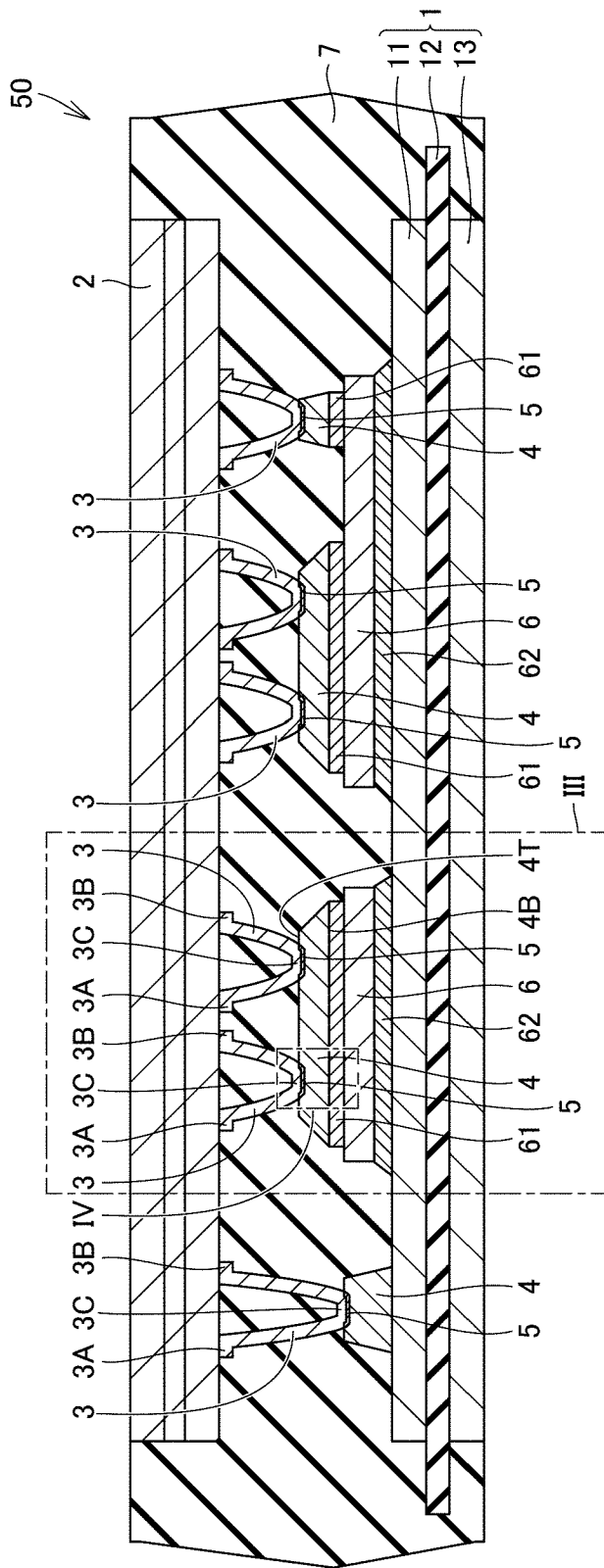
[請求項13]

前記準備工程では、パッドを含む半導体素子がさらに準備され、  
前記接続工程では、前記第1端および前記第2端は、前記半導体素  
子の前記パッドに直接接合され、

前記液相拡散接合工程では、前記接合材は、前記第2回路上に配置  
される、請求項11に記載の半導体装置の製造方法。

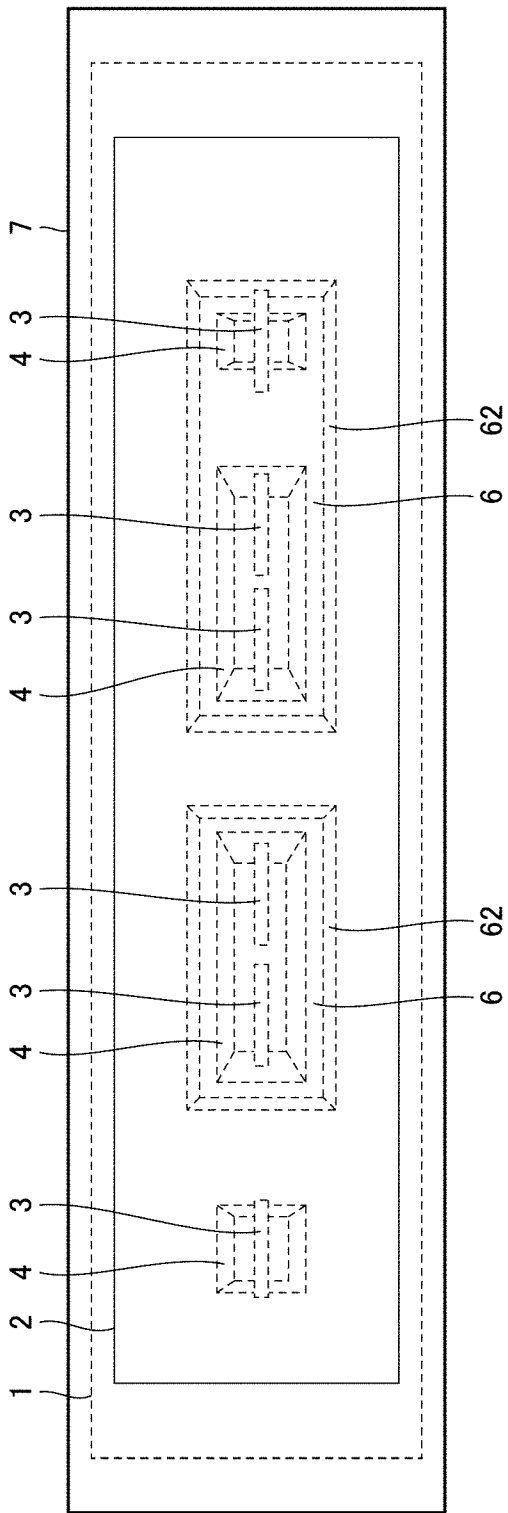
[図1]

図1



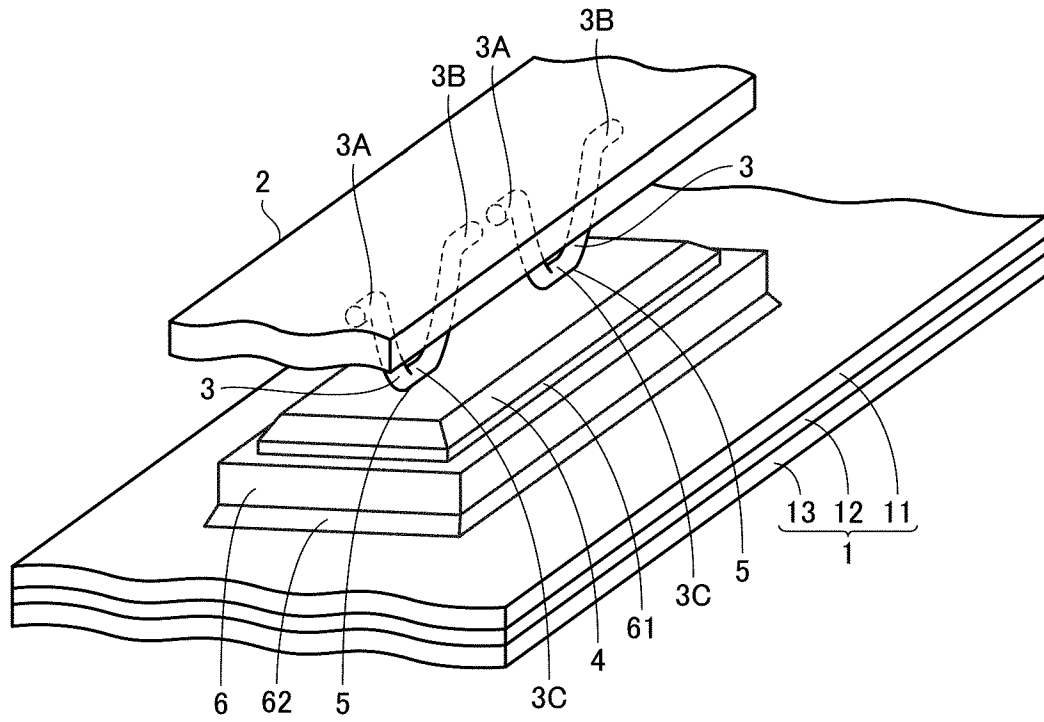
[図2]

図2



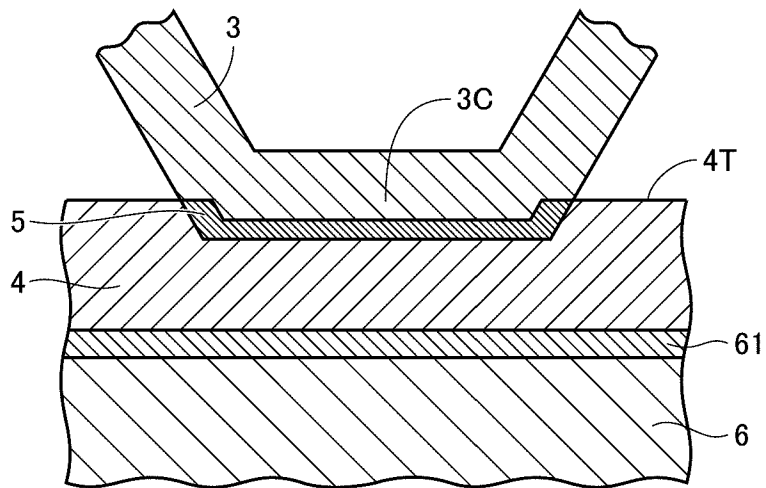
[図3]

図3



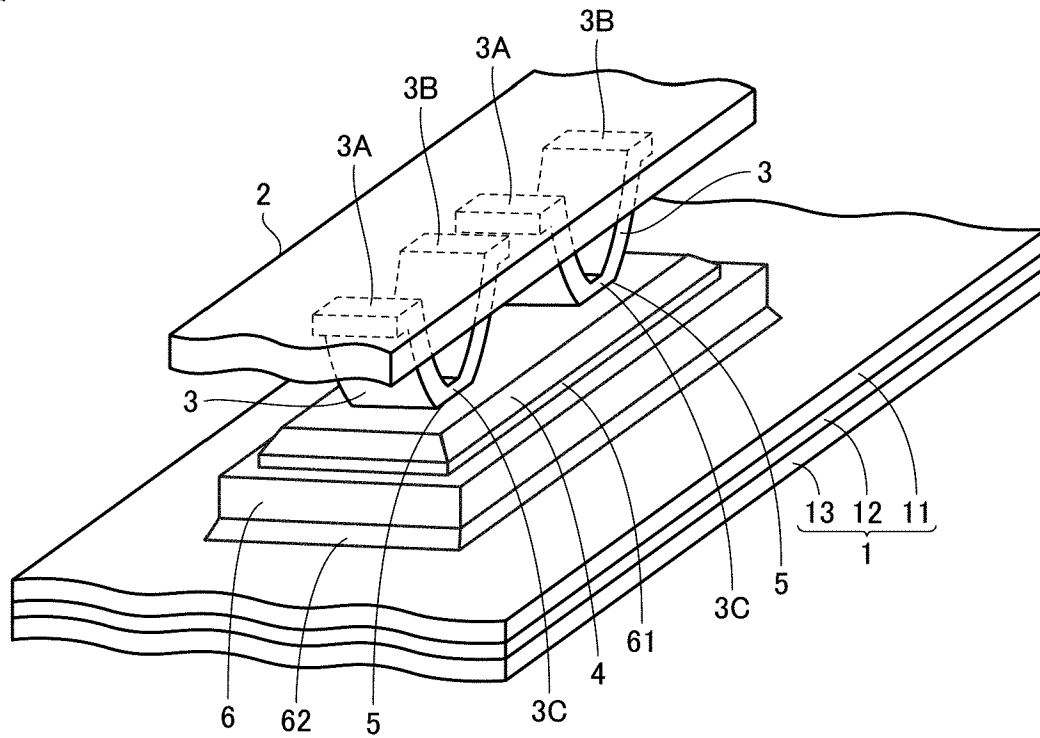
[図4]

図4



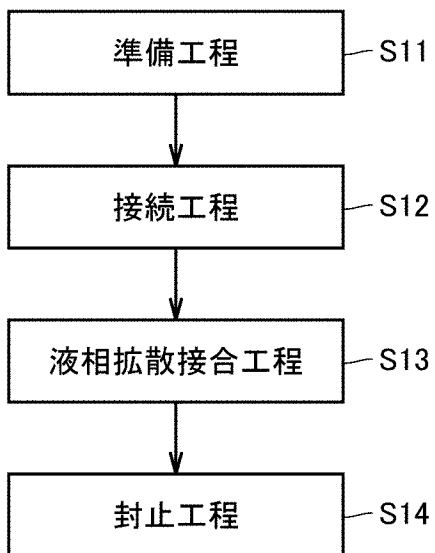
[図5]

図5



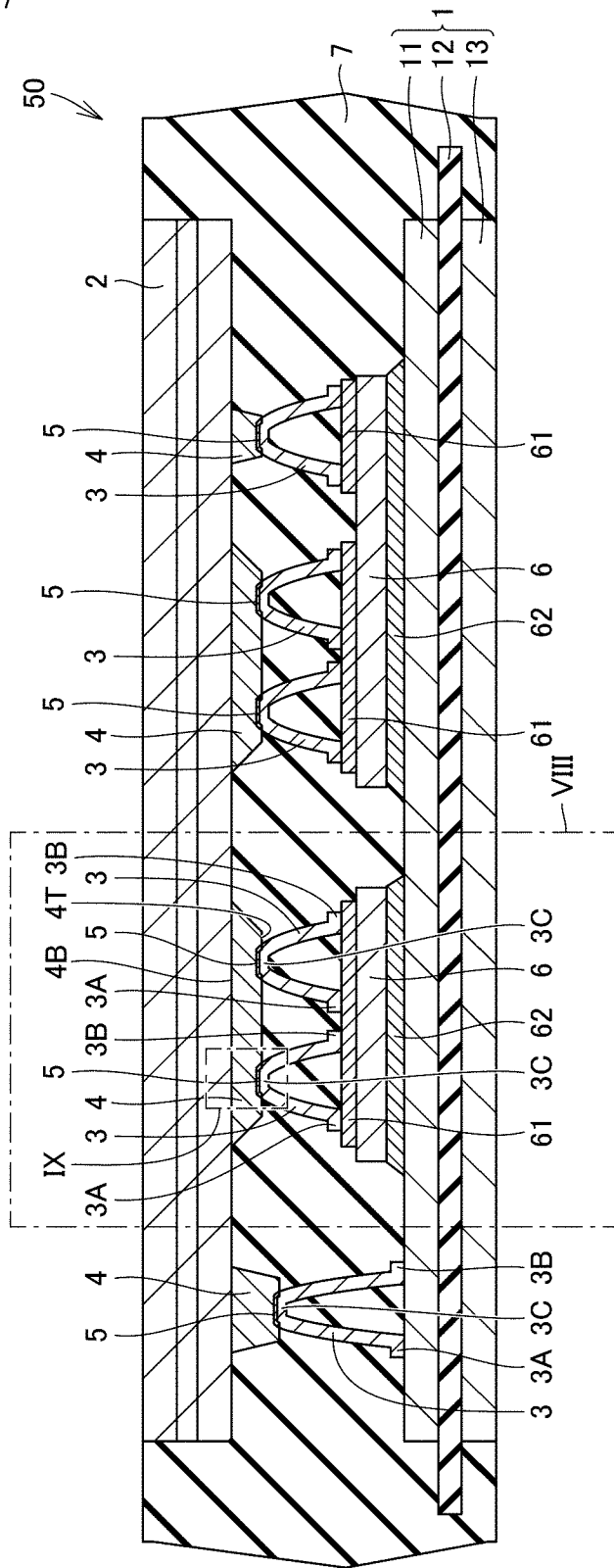
[図6]

図6



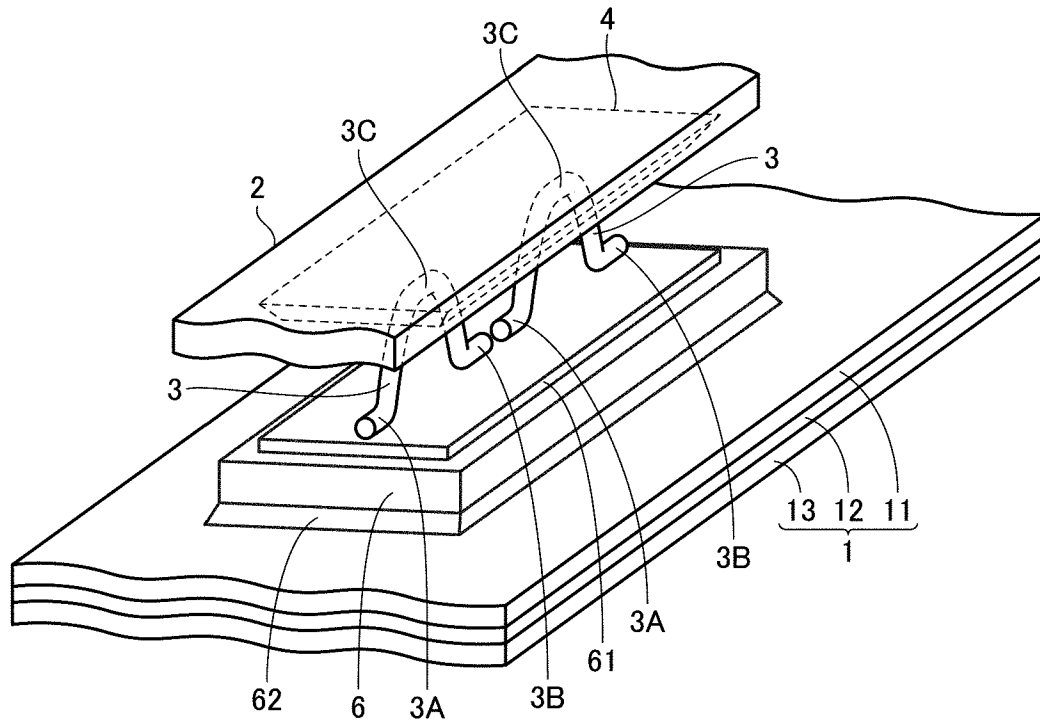
[図7]

図7



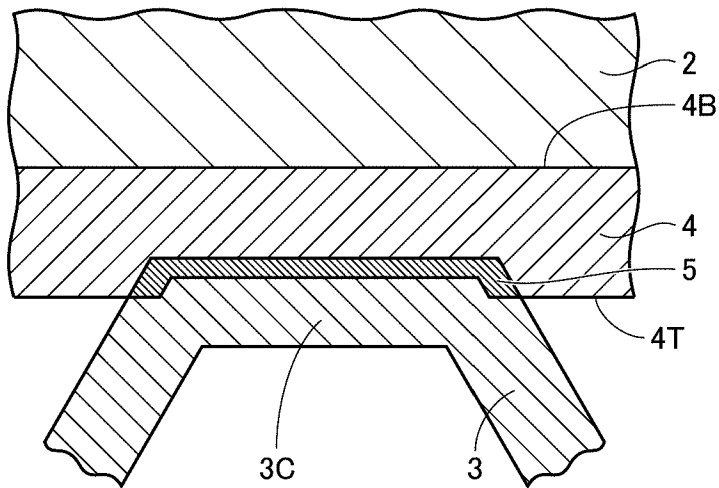
[図8]

図8



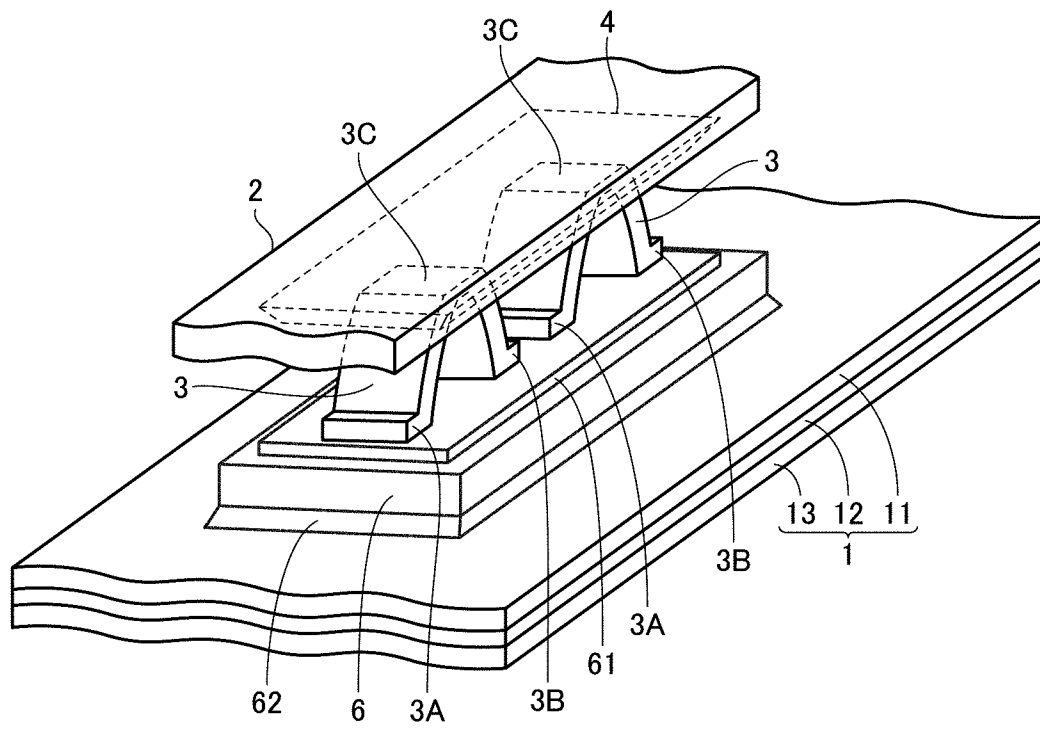
[図9]

図9



[図10]

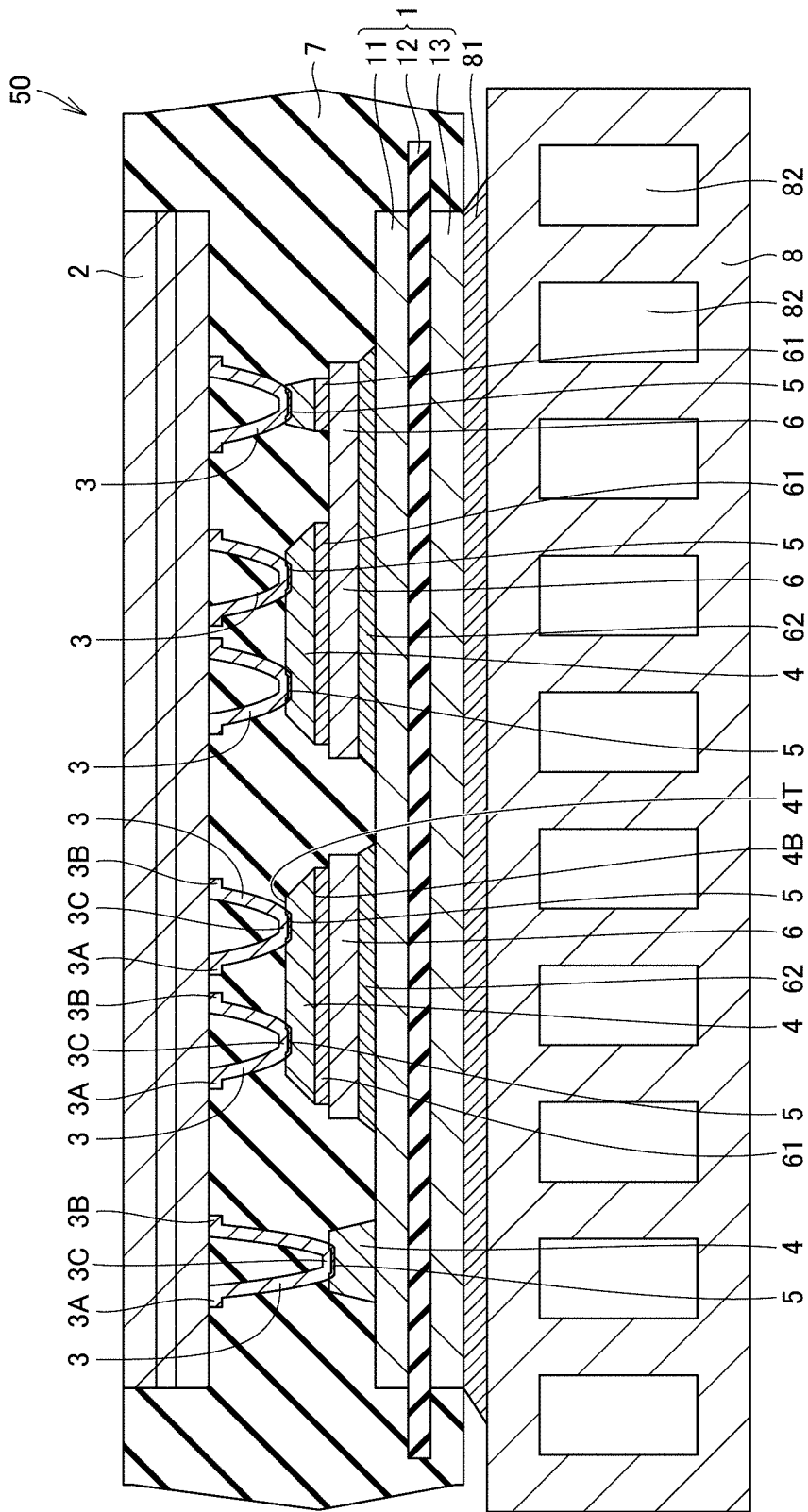
図10





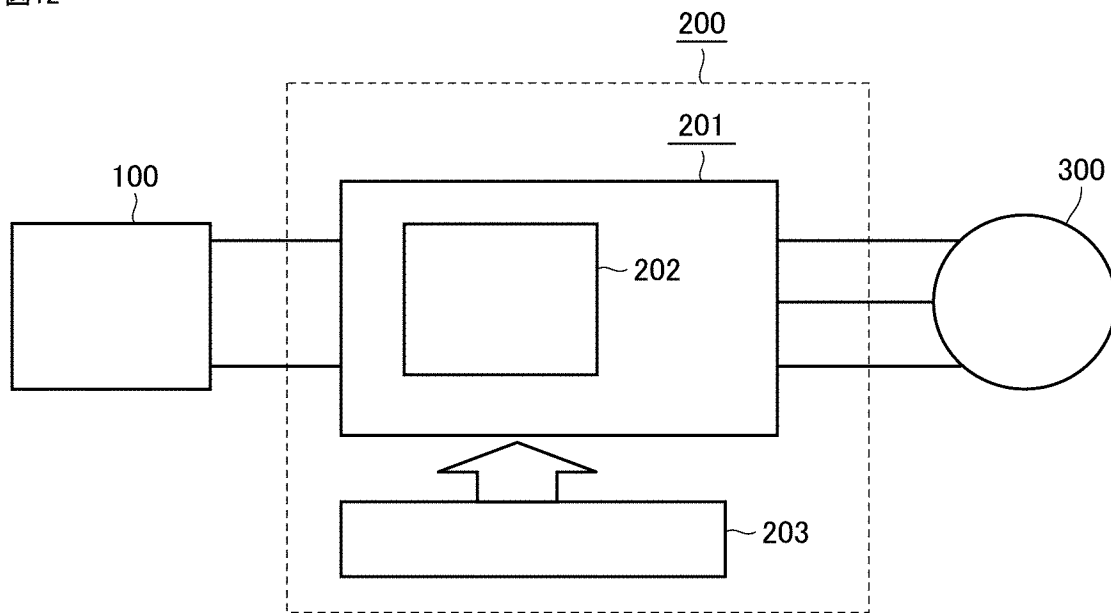
[図11]

図11



[図12]

図12



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2019/020306

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int. Cl. H01L23/12 (2006.01) i, H01L21/60 (2006.01) i, H01L25/07 (2006.01) i, H01L25/18 (2006.01) i, H01L29/78 (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)

Int. Cl. H01L23/12, H01L21/60, H01L25/07, H01L25/18, H01L29/78

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 1971-2019  
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2019  
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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 2011-23748 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 03	1, 2, 4, 11
Y	February 2011, paragraphs [0024], [0043], [0045],	3, 6-10, 13
A	[0098]-[0114], fig. 13-15 & JP 2007-184525 A	5, 12
Y	JP 2015-138824 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY	3, 6-10, 13
A	MANAGEMENT CO., LTD.) 30 July 2015, paragraphs	1, 2, 4, 5,
	[0012]-[0116], fig. 1, 20 (Family: none)	11, 12
A	JP 2009-152505 A (DENSO CORP.) 09 July 2009,	1-13
	entire text, all drawings & US 2009/0160044 A1,	
	entire text, all drawings & DE 102008062514 A1	
A	JP 2014-175511 A (AISIN AW CO., LTD.) 22 September	1-13
	2014, entire text, all drawings (Family: none)	

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 29.07.2019	Date of mailing of the international search report 06.08.2019
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**International application No.  
PCT/JP2019/020306

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 2015-119072 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 25 June 2015, entire text, all drawings & US 2015/0179539 A1, entire text, all drawings & US 2016/0288259 A1	1-13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L23/12(2006.01)i, H01L21/60(2006.01)i, H01L25/07(2006.01)i, H01L25/18(2006.01)i, H01L29/78(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. H01L23/12, H01L21/60, H01L25/07, H01L25/18, H01L29/78

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2011-23748 A (三菱電機株式会社) 2011.02.03, [0024], [0043], [0045], [0098]-[0114], 図 13-15 & JP 2007-184525 A	1, 2, 4, 11 3, 6-10, 13 5, 12
Y A	JP 2015-138824 A (パナソニック IP マネジメント株式会社) 2015.07.30, [0012]-[0116], 図 1, 20 (ファミリーなし)	3, 6-10, 13 1, 2, 4, 5, 11, 12

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

29.07.2019

国際調査報告の発送日

06.08.2019

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)  
庄司 一隆

5 F 1215

電話番号 03-3581-1101 内線 3516

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 2009-152505 A (株式会社デンソー) 2009.07.09, 全文, 全図 & US 2009/0160044 A1, 全文, 全図 & DE 102008062514 A1	1-13
A	JP 2014-175511 A (アイシン・エイ・ダブリュ株式会社) 2014.09.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2015-119072 A (富士電機株式会社) 2015.06.25, 全文, 全図 & US 2015/0179539 A1, 全文, 全図 & US 2016/0288259 A1	1-13