

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-201505

(P2015-201505A)

(43) 公開日 平成27年11月12日(2015.11.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 23/48 (2006.01)	HO 1 L 23/48	G
HO 1 L 25/07 (2006.01)	HO 1 L 25/04	C
HO 1 L 25/18 (2006.01)		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2014-78412 (P2014-78412)
 (22) 出願日 平成26年4月7日 (2014.4.7)

(71) 出願人 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 100073759
 弁理士 大岩 増雄
 (74) 代理人 100088199
 弁理士 竹中 岑生
 (74) 代理人 100094916
 弁理士 村上 啓吾
 (74) 代理人 100127672
 弁理士 吉澤 憲治
 (72) 発明者 大本 洋平
 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

(54) 【発明の名称】 半導体装置

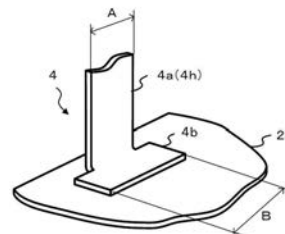
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】電極端子と回路パターンとの取り付け部における熱ストレスや機械的ストレスによる歪みを低減できる接続構造を有する半導体装置を提供する。

【解決手段】金属製のベース板と、ベース板に接合材で接合されている絶縁回路基板と、絶縁回路基板に接合材で接合されている半導体チップと、接合部4 bと立ち上がり部4 aを有し、絶縁回路基板の表側回路パターン2 bに接合部4 bで直接接合されている電極端子4と、絶縁回路基板と半導体チップと電極端子4とを封止する封止樹脂体とを備え、電極端子4は、接合部4 bの幅が立ち上がり部4 aの幅よりも大きい。

【選択図】 図3

図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

金属製のベース板と、
前記ベース板に接合材で接合されている絶縁回路基板と、
前記絶縁回路基板に接合材で接合されている半導体チップと、
接合部と立ち上がり部を有し、前記絶縁回路基板に前記接合部で直接接合されている電極端子と、
前記絶縁回路基板と前記半導体チップと前記電極端子とを封止する封止樹脂体とを備え、
前記電極端子は、前記接合部の幅が前記立ち上がり部の幅よりも大きいことを特徴とする半導体装置。

10

【請求項 2】

前記電極端子は、前記立ち上がり部の付け根よりも前記立ち上がり部の本体の方が広がっていることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 3】

前記電極端子は、前記接合部が前記立ち上がり部の後ろ側にまで延在していることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

前記電極端子は、前記立ち上がり部の付け根がテーパ状になっていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 5】

前記半導体チップの少なくとも一部がワイドバンドギャップ半導体により形成されていることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

20

【請求項 6】

前記ワイドバンドギャップ半導体は、炭化珪素，窒化ガリウム系材料，ダイヤモンドのいずれかの半導体であることを特徴とする請求項 5 に記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は半導体装置に関し、特に、回路パターンと電極端子が接合された構成を有する半導体装置に関する。

30

【背景技術】**【0002】**

電力用半導体装置では、電極端子は絶縁基板に形成された金属製の回路パターンと接合されている。回路パターンと電極端子との接合部分には実使用時に熱的ストレスや機械的ストレスにより歪みが発生し、クラックが生じる。その結果、接合部分の接触抵抗が増大して、機械的特性が低下し、最悪の場合には電力用半導体装置は接合部分において破断に至る。したがって、接合部分の歪みは製品の寿命を左右する重要な事項である。

【0003】

電極端子と回路パターンとの接合部分に生じる歪みを解消するために、各種の電力用半導体装置が提案されてきた。例えば、電極（回路パターン）に接続される接続端子に板厚方向に湾曲部を形成して接続端子を伸縮可能に構成した電力用半導体装置が提案されている（例えば特許文献 1）。また、接続端子にスリット状の湾曲部を形成して低応力化する構成とした電力用半導体装置が提案されている（例えば特許文献 2）。また、電極端子を接合する回路パターンに可塑性多孔質金属層を挿入して応力を低減する構造を提案したものがあ

40

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開昭 61 - 150360 号公報

【特許文献 2】特開平 7 - 94623 号公報

50

【特許文献3】特開平9 - 5 1 0 6 0 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

産業機器の小型化と大電力化の要求に伴い、電力用半導体装置には高出力密度と高信頼性が求められているため、電力用半導体装置は、動作時にさらなる温度上昇に晒されことになる。そこで、電極端子と回路パターンとの接合部分における熱ストレスや機械的ストレスによる歪みの発生を確実に抑制し、高い信頼性と長寿命化を達成することが強く要望されている。

【0006】

しかしながら、特許文献1に開示のように、回路パターンと電極端子との接合部の破断を防止するために電極端子に湾曲部を形成して応力緩和を図る構成では、電極端子が水平方向に長くなり、半導体装置の小型化には不都合である。また配線長も長くなり、電極端子のジュール発熱のため接合部が過度に昇温する。

【0007】

また、特許文献2に開示の構成では、電極端子が高さ方向に長くなることで装置の小型化に不都合である。さらには、スリット状部位の電流密度が大きくなることで同様に接合部が昇温する。一方、特許文献3に開示の構成では、熱伝導率の小さな部材を挿入することによる温度上昇を回避するため、大きな接合部寸法を必要とする。この構造も、装置の小型化には不都合である。

【0008】

本発明は、以上のような課題を鑑みてなされたもので、装置の小型化を損なうことなく、電極端子と回路パターンとの取り付け部における熱ストレスや機械的ストレスによる歪みを低減することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の半導体装置は、金属製のベース板と、ベース板に接合材で接合されている絶縁回路基板と、絶縁回路基板に接合材で接合されている半導体チップと、接合部と立ち上がり部を有し、絶縁回路基板に接合部で直接接合されている電極端子と、絶縁回路基板と半導体チップと電極端子とを封止する封止樹脂体とを備え、電極端子は、接合部の幅が立ち上がり部の幅よりも大きいことを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、電極端子と回路パターンとの取り付け部における熱ストレスや機械的ストレスにより生じる歪みが低減する。その結果、信頼性が高く寿命の長い電力用半導体装置を提供することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】半導体装置の全体構成を示した断面図である。

【図2】絶縁回路基板の基本構造を示す拡大図である。

【図3】実施の形態1の要部拡大斜視図である。

【図4】電極端子と回路パターンとの接合部に作用する応力の解析に使用した解析モデルの模式図である。

【図5】接合部に作用する応力の関係を示す図である。

【図6】実施の形態2の要部拡大斜視図である。

【図7】実施の形態3の要部拡大斜視図である。

【図8】実施の形態4の要部拡大斜視図である。

【図9】実施の形態5の要部拡大斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

10

20

30

40

50

本発明の実施の形態に係る半導体装置について、図を参照しながら以下に説明する。なお、各図において、同一または同様の構成部分については同じ符号を付している。各図間の図示では、対応する各構成部のサイズや縮尺はそれぞれ独立している。例えば構成の一部を変更した断面図の間で、変更されていない同一構成部分を図示する際に、同一構成部のサイズや縮尺が異なっている場合もある。また、半導体装置の構成は、実際にはさらに複数の部材を備えているが、説明を簡単にするため、説明に必要な部分のみを記載し、他の部分については省略している。

【0013】

実施の形態1 .

以下、添付の図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。ここでは単数の半導体チップを有する半導体パワーモジュールの場合を例示して説明している。本発明は、これに限定されるものではなく、例えば、複数の半導体チップを1つのパッケージに搭載した複合半導体装置を用いた場合にも適用可能である。図1は本発明の実施の形態に係る半導体パワーモジュールの断面構造を示している。半導体装置100において、Cu等から成る金属製のベース板1の上面には、絶縁回路基板2が導電性接合材5によって接合されている。半導体チップ3は絶縁回路基板2の上に導電性接合材5で固着接合されている。導電性接合材5は、Sn-Pb系、Pb-In系、Ag-Sn系等の半田材を使用する。

10

【0014】

半導体チップ(または半導体素子)3は、電力用電界効果トランジスタ(パワーMOSFET: Power Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ(IGBT: Insulated Gate Bipolar Transistor)などで構成されている。樹脂ケース7はベース板1の上に設けられている。電極端子4はその一端部が絶縁回路基板2の上面部所定箇所に固着接合されるとともに、他端部が樹脂ケース7に固定されている。樹脂ケース7の内側にはシリコン樹脂ゲルなどからなる封止樹脂体6が充填され、半導体チップ3を保護している。電極端子4と絶縁回路基板2との接合は、半田等の導電性接合材5を介して行ってもよいが、超音波接合のように両者を直接接合してもよい。

20

【0015】

半導体チップ3の材質に関しては、Siのみならず、SiCまたはGaN等のような所謂ワイドバンドギャップ半導体、あるいはそれらの混載等が可能であり、特に制約はない。ここで、ワイドバンドギャップ半導体とは、一般に、およそ2eV以上の禁制帯幅をもつ半導体を指す。具体的には、GaNに代表される3族窒化物、ZnOに代表される2族窒化物、ZnSeに代表される2族カルコゲナイドおよびSiC等が知られている。特に、Siチップに比べ大電流密度で使用可能なSiCチップを搭載して装置全体を小型化する場合には、熱応力に対して信頼性が高く、同時に小型化を可能とする本発明が好適である。

30

【0016】

図2は、絶縁回路基板2の基本構造を示す拡大図である。絶縁回路基板2の表面2dは図で上面側に該当し、絶縁回路基板2の裏面2eは図で下面側に該当する。板状の絶縁基板2aの表面2dには表面側導体層となる表側回路パターン2bが固着形成されている。同様に、板状の絶縁基板2aの裏面2eには裏面側導体層となる裏側回路パターン2cが固着形成されている。表側回路パターン2bおよび裏側回路パターン2cは例えばCu又はAlにより形成されている。絶縁基板2aはアルミナ(Al_2O_3)、窒化アルミニウム(AlN)又は窒化ケイ素(Si_3N_4)などのセラミック基板により構成する。表側回路パターン2bおよび裏側回路パターン2cと絶縁基板2aとの接合には、Al-Si、Ag-Cu、Ag-Cu-Ti等をろう材として公知の活性金属接合法や直接接合法を適用することができる。

40


【0017】

図3は、電極端子4と表側回路パターン2bとの取り付け部の基本構造を示す要部拡大

50

斜視図である。電極端子 4 は、例えば Cu 板のプレス成形又はエッチング加工により形成する。Cu 板は、通常 Ni メッキを施し、Al 板で代用することも可能である。電極端子 4 は横断面形状が L 字状梁構造であり、立ち上がり部 4 a と接合部 4 b を有する。本実施の形態では立ち上がり部 4 a は本体 4 h の幅が一定である。接合部 4 b は、超音波接合により絶縁回路基板 2 の表側回路パターン 2 b に固着されている。本実施の形態では、接合部 4 b の幅（寸法 B）が立ち上がり部 4 a の幅（寸法 A）よりも大きい。

【0018】

次に、電極端子 4 が曲げモーメントを受けると取り付け部に生じる最大応力を有限要素法解析により調べた結果を説明する。計算にあたり、仮定した電極端子の模式構造を図 4 に示す。同図に示す電極端子モデルを用いて有限要素法により取り付け部に生じる応力を計算した。図中の白抜き三角印（) は、固着接合した超音波接合部を模擬して底面に設定した拘束条件を示している。同じく回転矢印は電極端子に加わる曲げモーメントを模式的に示している。電極端子 4 が曲げモーメントを受けると接合部 4 b には引き剥がす方向の応力が発生する。そのとき発生する接合面内の最大値を接合部最大応力として種々の寸法について計算した。

10

【0019】

図 5 は、（寸法 B / 寸法 A）に対して接合部に発生する最大応力を規格化して示した特性図である。ここで寸法 B と寸法 A は接合部 4 b の幅と立ち上がり部 4 a の幅をそれぞれ表している（図 4 参照）。規格化は、（寸法 B / 寸法 A）が 1 のときに発生する接合部最大応力で除すことで行った。この図から、（寸法 B / 寸法 A）を 1.2 に以上にするこ

20

【0020】

本発明の実施の形態によれば、熱変形により電極端子と回路パターンとの接合部に生じる応力は確実に低減する。同時に、電極端子の高さや断面形状を大きく変更することなく低応力化が実現できるため、装置の小型化の特性を損なうことが無い。なお、電極端子 4 と表側回路パターン 2 b は、接合材を用いずに超音波接合により直接接合しているため、接合部における熱伝導が良好であり、接合部の温度上昇も小さい。接合面積を小さくすることができるうえに、接合部の強度が半田などの接合材の融点により上限を迎えることが無い。また、半田等を例とする導電性接合材 5 を介して電極端子 4 と回路パターンを接合

30

【0021】

上記したように、立ち上がり部の幅に対して接合部の幅を 1.2 倍以上にすることで最大応力は約 2 / 3 に低減できることが明らかになった。この理由として、回路パターンと電極端子との取り付け部の端部は応力集中を生じやすい形状であることが考えられる。立ち上がり部の幅と接合部の幅とが等しい形状の場合には曲げ応力が直接この端部に作用することで高い応力が生じる。本発明は、接合部の幅を広げて、応力集中部に曲げ応力が直接作用することを回避することで上述の効果を得ているものである。

【0022】

実施の形態 2 .

図 6 は、実施の形態 2 に係る半導体装置の電極端子と回路パターンとの取り付け部の基本構造を示す要部拡大斜視図である。本実施の形態では、立ち上がり部 4 a は本体 4 h の幅（寸法 A）と付け根 4 c の幅（寸法 C）が異なる。図示されているように、接合部 4 b の幅（寸法 B）は、立ち上がり部 4 a の本体 4 h の幅（寸法 A）よりも大きいことに加え、本体 4 h の幅（寸法 A）が付け根 4 c の幅（寸法 C）よりも広いことを特徴とする。本実施の形態におけるその他の構成は、実施の形態 1 に関わる半導体装置と実質的に同じである。

40

【0023】

本実施の形態によれば、実施の形態 1 で説明した効果と同じ理由により、電極端子と回

50

路パターンとの取り付け部に生じる応力が確実に低減する。さらには、電流密度が増大した場合にも電極端子の導体抵抗を小さくすることが容易に達成できるため、装置の小型化の特性を損なうことなく同時に信頼性を向上できる。

【0024】

実施の形態3 .

図7は、実施の形態3に係る半導体装置の電極端子と回路パターンとの取り付け部の基本構造を示す要部拡大斜視図である。平面状の立ち上がり部4aに対して、その両面側に電極端子の接合部4bの切り起こし部4dが形成されている構成である。接合部4bの切り起こし部4dの存在により、接合部4bが立ち上がり部4aの後ろ側まで延在している。立ち上がり部4aの平面に対して立ち上がり部4aよりも広い幅で接合される側を前側とすると、立ち上がり部4aの付け根部分から後ろ側に切り起こし部4dが伸びて下地に接合している。接合部4bの切り起こし部4dの存在によって、立ち上がり部4aの付け根部分の前後に接合部ができることになり、接合の強度をより高めることができる。切り起こし部4dは、切り起こし加工などで、電極端子4から接合部4bと同時に形成することができる。

10

【0025】

実施の形態4 .

図8は、実施の形態4に係る半導体装置の電極端子と回路パターンとの取り付け部の基本構造を示す要部拡大斜視図である。本実施の形態では、立ち上がり部4aの付け根4cが接合部4bから本体4hに向かって次第に狭まっていることを特徴とする。すなわち、電極端子の接合部4bの幅(寸法B)が、立ち上がり部4aの幅(寸法A)よりも大きいことに加え、立ち上がり部4aは接合部4bから本体4hにかけて付け根4cにテーパ形状部4eを有する。本実施の形態におけるその他の構成は、実施の形態1の半導体装置と実質的に同じである。

20

【0026】

本発明における応力低減の効果は電極端子を接合した取り付け部の応力集中を回避するところにある。本観点から、テーパ形状を有して応力集中を抑制することで、いっそう効果的に応力を低減することが可能である。また実施の形態1と同様に、同時に電極端子の高さや断面形状を大きく変更することなく低応力化が実現できるため、装置の小型化の特性を損なうことが無い。

30

【0027】

実施の形態5 .

図9は、実施の形態5に係る半導体装置の電極端子と回路パターンとの取り付け部の基本構造を示す要部拡大斜視図である。接合部4bの切り起こし部4dの存在により、接合部4bは立ち上がり部4aの後ろ側まで延在している。さらに、寸法B(接合部4bの幅)が、寸法A(立ち上がり部の本体4hの幅)よりも大きいことに加え、寸法A(立ち上がり部の本体4hの幅)が寸法C(立ち上がり部の付け根4cの幅)よりも広がっている。切り起こし部4dの幅を大きく取ることが出来るので、接合の強度を高めることができる。切り起こし部4dは付け根4cを本体4hよりも狭く形成することによって自動的に形成される。切り起こし部4dの奥行きと付け根4cの高さを一致させることが好ましい。

40

【0028】

なお、本発明は、その発明の範囲内において、実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略することが可能である。

【符号の説明】

【0029】

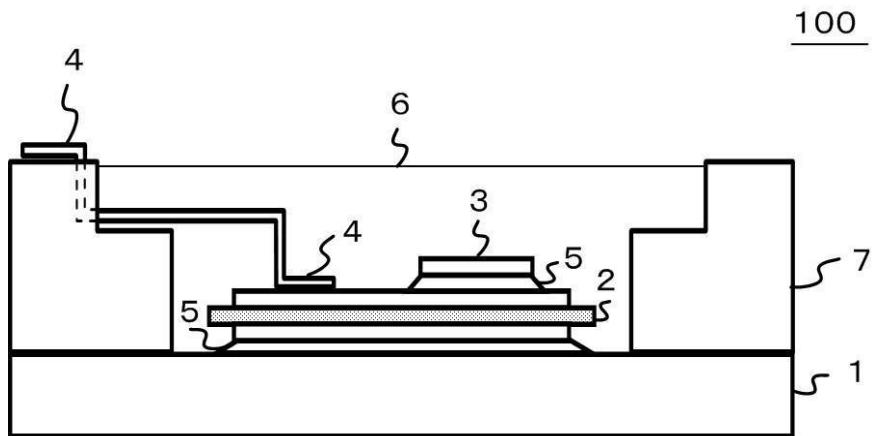
1 ベース板、2 絶縁回路基板、2a 絶縁基板、2b 表側回路パターン、2c 裏側回路パターン、2d 表面、2e 裏面、3 半導体チップ、4 電極端子、4a 立ち上がり部、4b 接合部、4c 付け根、4d 切り起こし部、4e テーパー形状部、4h 本体、5 導電性接合材、6 封止樹脂体、7 樹脂ケース、100 半導体装置

50

、 A 寸法、 B 寸法、 C 寸法

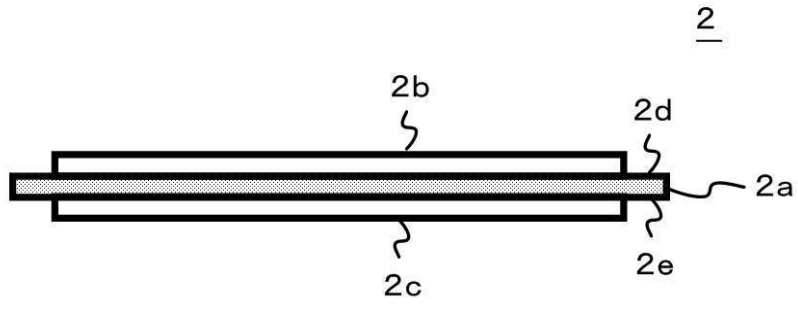
【 図 1 】

図1



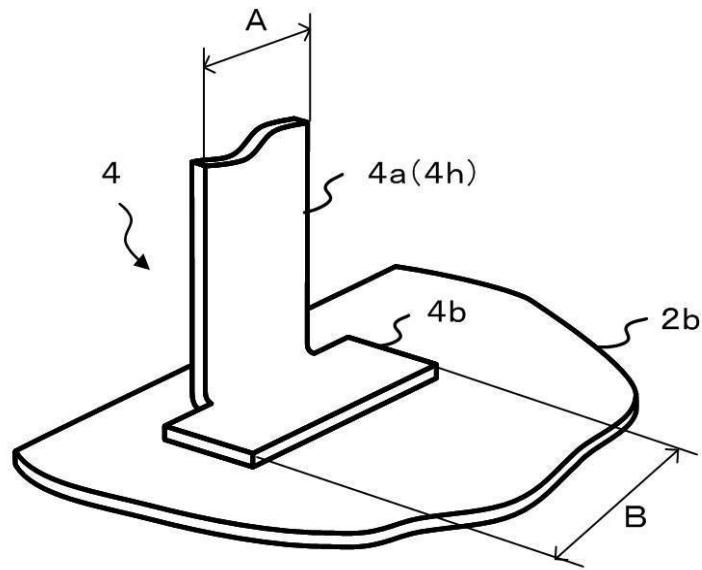
【 図 2 】

図2



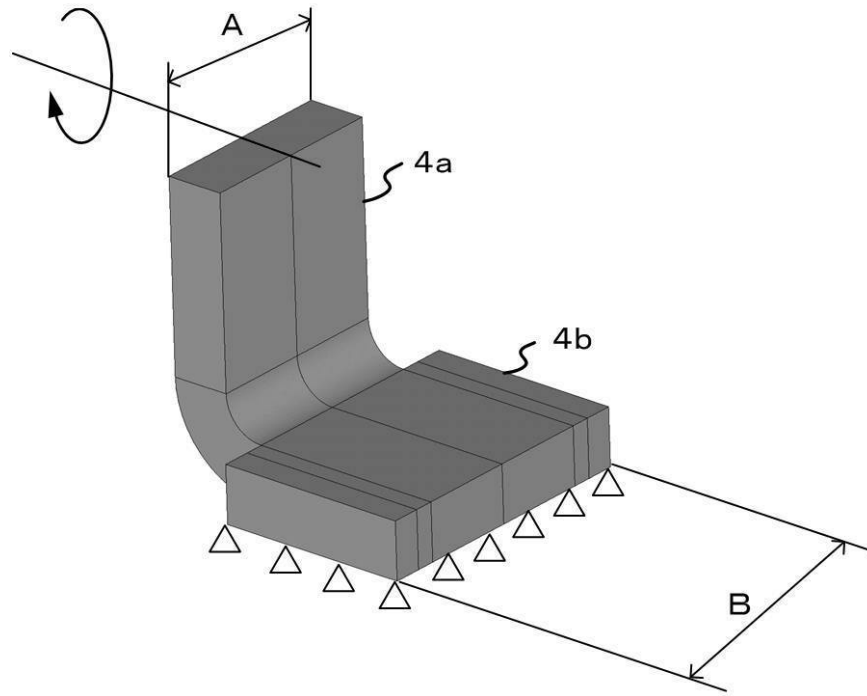
【 図 3 】

図3



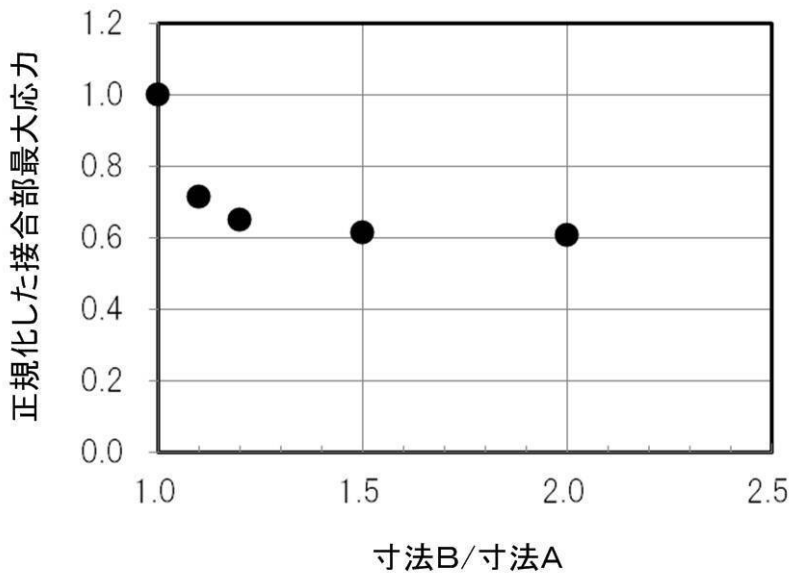
【 図 4 】

図4



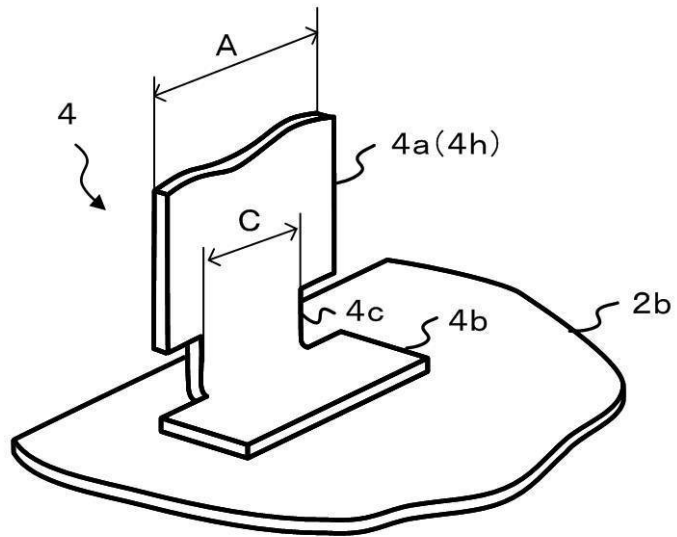
【 図 5 】

図5



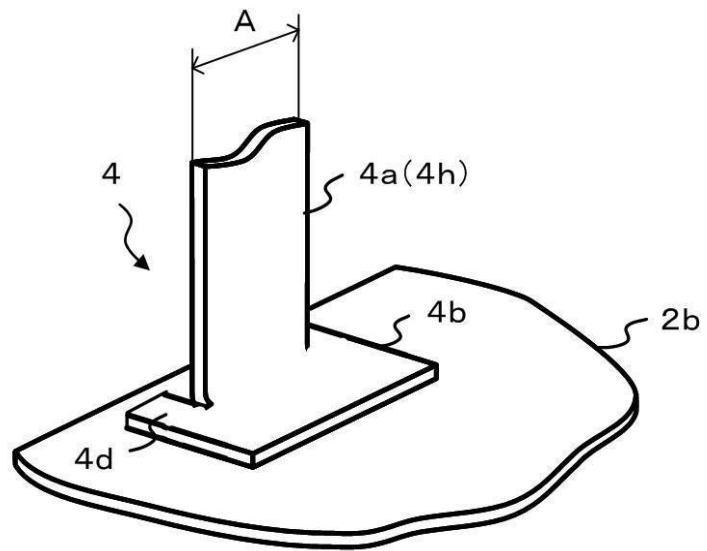
【 図 6 】

図6



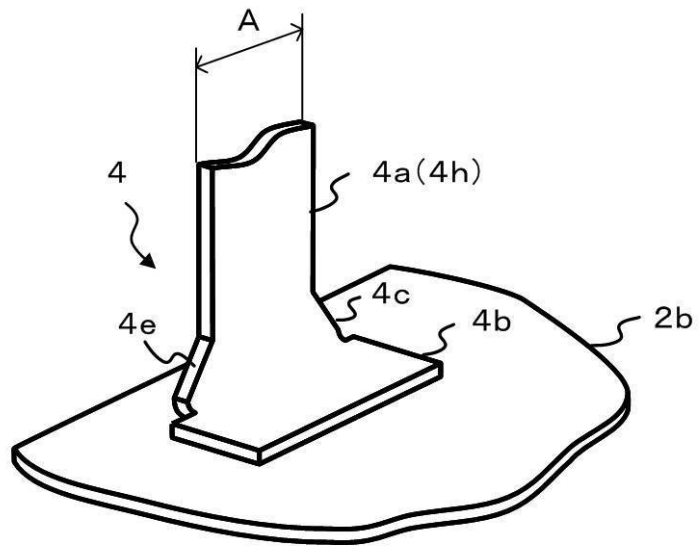
【 図 7 】

図7



【 図 8 】

図8



【 図 9 】

図9

