

(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2015-167171

(P2015-167171A)

(43) 公開日 平成27年9月24日(2015.9.24)

(51) Int.Cl.
H01L 23/36 (2006.01)

F I
H01L 23/36

テーマコード (参考)
5F136

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2014-41190 (P2014-41190)
(22) 出願日 平成26年3月4日 (2014.3.4)

(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 林 功明
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

最終頁に続く

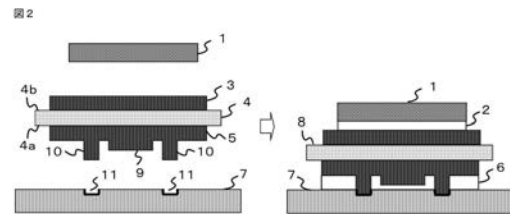
(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【要約】

【課題】絶縁基板の横ずれと接合材の厚さを制御することで、放熱性と寿命に優れた半導体装置を提供することを目的とする。

【解決手段】複数の凹部が形成されている放熱部材と、第一主面に接合された第一導板と第二主面に接合された第二導板を有し、放熱部材が第一導板と第一接合材を用いて固定されている絶縁基板と、絶縁基板の第二導板と第二接合材を用いて固定されている半導体チップと、絶縁基板と半導体チップを封止する樹脂部材と、を備えている半導体装置。第一導板は主凸部と複数の補助凸部を有しており、複数の補助凸部は主凸部よりも背が高くかつ主凸部の周囲に配設されていて、複数の補助凸部は複数の凹部と個々に嵌合していて、主凸部と放熱部材の間には第一接合材が介在している。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の凹部が形成されている放熱部材と、
 第一主面に接合された第一導板と第二主面に接合された第二導板を有し、前記放熱部材が前記第一導板と第一接合材を用いて固定されている絶縁基板と、
 前記絶縁基板の第二導板と第二接合材を用いて固定されている半導体チップと、
 前記絶縁基板と前記半導体チップを封止する樹脂部材と、を備え、
 前記第一導板は主凸部と複数の補助凸部を有しており、前記複数の補助凸部は前記主凸部よりも背が高くかつ前記主凸部の周囲に配設されていて、
 前記複数の補助凸部は前記複数の凹部と個々に嵌合していて、前記主凸部と前記放熱部材の間には前記第一接合材が介在していることを特徴とする半導体装置。 10

【請求項 2】

複数の補助凸部が形成されている放熱部材と、
 第一主面に接合された第一導板と第二主面に接合された第二導板を有し、前記放熱部材が前記第一導板と第一接合材を用いて固定されている絶縁基板と、
 前記絶縁基板の第二導板と第二接合材を用いて固定されている半導体チップと、
 前記絶縁基板と前記半導体チップを封止する樹脂部材と、を備え、
 前記第一導板は主凸部と複数の凹部を有しており、前記複数の凹部は前記主凸部の周囲に配設されていて、
 前記複数の補助凸部は前記複数の凹部と個々に嵌合していて、前記主凸部と前記放熱部材の間には前記第一接合材が介在していることを特徴とする半導体装置。 20

【請求項 3】

主凸部と複数の補助凸部が形成されている放熱部材と、
 第一主面に接合された第一導板と第二主面に接合された第二導板を有し、前記放熱部材が前記第一導板と第一接合材を用いて固定されている絶縁基板と、
 前記絶縁基板の第二導板と第二接合材を用いて固定されている半導体チップと、
 前記絶縁基板と前記半導体チップを封止する樹脂部材と、を備え、
 前記第一導板は複数の凹部を有しており、前記複数の補助凸部は前記主凸部よりも背が高くかつ前記主凸部の周囲に配設されていて、
 前記複数の補助凸部は前記複数の凹部と個々に嵌合していて、前記主凸部と前記第一導板の間には前記第一接合材が介在していることを特徴とする半導体装置。 30

【請求項 4】

主凸部と複数の凹部が形成されている放熱部材と、
 第一主面に接合された第一導板と第二主面に接合された第二導板を有し、前記放熱部材が前記第一導板と第一接合材を用いて固定されている絶縁基板と、
 前記絶縁基板の第二導板と第二接合材を用いて固定されている半導体チップと、
 前記絶縁基板と前記半導体チップを封止する樹脂部材と、を備え、
 前記第一導板は複数の補助凸部を有しており、前記複数の凹部は前記主凸部の周囲に配設されていて、
 前記複数の補助凸部は前記複数の凹部と個々に嵌合していて、前記主凸部と前記第一導板の間には前記第一接合材が介在していることを特徴とする半導体装置。 40

【請求項 5】

複数の補助凹部が形成されている放熱部材と、
 第一高さを有する嵌合部材と、
 前記第一高さよりも高い第二高さを有しかつ前記嵌合部材の周囲に配設されている複数のスペーサ部材と、
 第一主面に接合された第一導板と第二主面に接合された第二導板を有し、前記放熱部材が前記第一導板と第一接合材を用いて固定されている絶縁基板と、
 前記絶縁基板の第二導板と第二接合材を用いて固定されている半導体チップと、
 前記絶縁基板と前記半導体チップを封止する樹脂部材と、を備え、 50

前記第一導板は主凹部を有しており、前記嵌合部材は前記主凹部に嵌合されていて、前記複数のスペーサ部材は前記複数の補助凹部と個々に嵌合していて、前記嵌合部材と前記放熱部材の間には前記第一接合材が介在していることを特徴とする半導体装置。

【請求項 6】

主凹部が形成されている放熱部材と、
 第一高さを有する嵌合部材と、
 前記第一高さよりも高い第二高さを有しかつ前記嵌合部材の周囲に配設されている複数のスペーサ部材と、
 第一主面に接合された第一導板と第二主面に接合された第二導板を有し、前記放熱部材が前記第一導板と第一接合材を用いて固定されている絶縁基板と、
 前記絶縁基板の第二導板と第二接合材を用いて固定されている半導体チップと、
 前記絶縁基板と前記半導体チップを封止する樹脂部材と、を備え、
 前記第一導板は複数の補助凹部を有しており、前記嵌合部材は前記主凹部に嵌合されていて、
 前記複数のスペーサ部材は前記複数の補助凹部と個々に嵌合していて、前記嵌合部材と前記第一導板の間には前記第一接合材が介在していることを特徴とする半導体装置。

10

【請求項 7】

主凸部が形成されている放熱部材と、
 前記主凸部の周囲に配設される複数のスペーサ部材と、
 第一主面に接合された第一導板と第二主面に接合された第二導板を有し、前記放熱部材が前記第一導板と第一接合材を用いて固定されている絶縁基板と、
 前記絶縁基板の第二導板と第二接合材を用いて固定されている半導体チップと、
 前記絶縁基板と前記半導体チップを封止する樹脂部材と、を備え、
 前記第一導板は複数の凹部を有しており、前記複数のスペーサ部材は前記複数の凹部と個々に嵌合していて、
 前記主凸部と前記第一導板の間には前記第一接合材が介在していることを特徴とする半導体装置。

20

【請求項 8】

複数の凹部が形成されている放熱部材と、
 前記複数の凹部と個々に嵌合している複数のスペーサ部材と、
 第一主面に接合された第一導板と第二主面に接合された第二導板を有し、前記放熱部材が前記第一導板と第一接合材を用いて固定されている絶縁基板と、
 前記絶縁基板の第二導板と第二接合材を用いて固定されている半導体チップと、
 前記絶縁基板と前記半導体チップを封止する樹脂部材と、を備え、
 前記第一導板は主凸部を有しており、前記複数のスペーサ部材は前記主凸部の周囲に配設されていて、
 前記主凸部と前記放熱部材の間には前記第一接合材が介在していることを特徴とする半導体装置。

30

【請求項 9】

主凹部と複数の補助凹部が形成されている放熱部材と、
 前記主凹部に嵌合されている嵌合部材と、
 第一主面に接合された第一導板と第二主面に接合された第二導板を有し、前記放熱部材が前記第一導板と第一接合材を用いて固定されている絶縁基板と、
 前記絶縁基板の第二導板と第二接合材を用いて固定されている半導体チップと、
 前記絶縁基板と前記半導体チップを封止する樹脂部材と、を備え、
 前記第一導板は複数の凸部を有しており、前記複数の補助凹部は前記主凹部の周囲に配設されていて、
 前記複数の凸部は前記複数の補助凹部と個々に嵌合していて、前記嵌合部材と前記第一導板の間には前記第一接合材が介在していることを特徴とする半導体装置。

40

【請求項 10】

50

複数の補助凹部が形成されている放熱部材と、
 前記複数の補助凹部の内側に配設される嵌合部材と、
 第一主面に接合された第一導板と第二主面に接合された第二導板を有し、前記放熱部材が
 前記第一導板と第一接合材を用いて固定されている絶縁基板と、
 前記絶縁基板の第二導板と第二接合材を用いて固定されている半導体チップと、
 前記絶縁基板と前記半導体チップを封止する樹脂部材と、を備え、
 前記第一導板は主凹部と複数の凸部を有しており、前記複数の凸部は前記主凹部の周囲に
 配設されていて、前記嵌合部材は前記主凹部に嵌合されていて、
 前記複数の凸部は前記複数の補助凹部と個々に嵌合していて、前記嵌合部材と前記放熱部
 材の間には前記第一接合材が介在していることを特徴とする半導体装置。

10

【請求項 1 1】

複数の凸部が形成されている放熱部材と、
 前記複数の凸部の内側に配設されている嵌合部材と、
 第一主面に接合された第一導板と第二主面に接合された第二導板を有し、前記放熱部材が
 前記第一導板と第一接合材を用いて固定されている絶縁基板と、
 前記絶縁基板の第二導板と第二接合材を用いて固定されている半導体チップと、
 前記絶縁基板と前記半導体チップを封止する樹脂部材と、を備え、
 前記第一導板は主凹部と複数の補助凹部を有しており、前記嵌合部材は前記主凹部に嵌合
 されていて、
 前記複数の凸部は前記複数の補助凹部と個々に嵌合していて、前記嵌合部材と前記放熱部
 材の間には前記第一接合材が介在していることを特徴とする半導体装置。

20

【請求項 1 2】

主凹部と複数の凸部とが形成されている放熱部材と、
 前記主凹部に嵌合されている嵌合部材と、
 第一主面に接合された第一導板と第二主面に接合された第二導板を有し、前記放熱部材が
 前記第一導板と第一接合材を用いて固定されている絶縁基板と、
 前記絶縁基板の第二導板と第二接合材を用いて固定されている半導体チップと、
 前記絶縁基板と前記半導体チップを封止する樹脂部材と、を備え、
 前記第一導板は複数の補助凹部を有しており、前記複数の凸部は前記複数の補助凹部と個
 々に嵌合していて、
 前記嵌合部材と前記第一導板の間には前記第一接合材が介在していることを特徴とする半
 導体装置。

30

【請求項 1 3】

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 1 2 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 1 4】

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 1 3 に記載の半導体装置。

【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、放熱性が要求される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) 等の半導体チップを使用した半導体
 装置 (パワーモジュール) においては、半導体チップから発せられる熱を効率良く放熱し
 て、半導体チップの温度を所定温度以下に保つ必要がある。このため、高熱伝導性の絶縁
 セラミック板と、その両面に設けられた導板とが一体となった所謂絶縁基板の一面に、半
 田等の接合材を介して半導体チップが接合されたパワーモジュールが提案されている。絶

50

縁基板の他面には、半田等の接合材を介して直接的ないし間接的に放熱部材が接合されている。

【0003】

絶縁基板の絶縁板には窒化珪素、窒化アルミニウム、アルミナ等の高熱伝導性のセラミック板が採用されている。絶縁基板の導板にはアルミニウム（アルミニウム合金を含むものとする）、銅（銅合金を含むものとする）等の高熱伝導性金属が用いられる。半導体装置（パワーモジュール）では、絶縁基板と放熱部材との間の熱膨張係数の相違に起因して絶縁基板と放熱部材とを接合する接合材に熱応力が作用する。使用条件によっては、接合材にクラックが生じて、要求される寿命期間に十分な放熱性能を維持できない場合が発生する。このような、熱応力の作用に起因するクラックの発生を防止するために多くの技術が創出されてきた（例えば特許文献1～5）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2013-149695号公報

【特許文献2】特開平4-123441号公報

【特許文献3】特開2004-327737号公報

【特許文献4】特開2009-272536号公報

【特許文献5】特開2012-169319号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1には被接合面に凸部を設けた接合構造が開示されている。熱応力によるクラックは接合材の上面視外周部において発生する。発熱体である半導体チップが上面視中央付近に接合されているため、接合材を介してヒートシンクに伝わる熱量は接合材の上面視中央部において大きい。一般に導板に用いられる材料はアルミニウムあるいは銅であり、接合材に用いられる半田などの材料と比較して熱伝導率が高い。特許文献1では凸構造を設けることで、上面視中央部と比較して相対的に上面視外側の接合材を肉厚として、接合材の熱応力低減と半導体装置の放熱性能向上を図っている。

【0006】

30

しかしながら、このような凸部は絶縁基板を拘束する構造を持たないために、ヒートシンクと絶縁基板を接合するリフロー処理工程において絶縁基板が自由に変位し、横ずれが発生する。また、このような凸部は接合材の厚さを制御する構造を持たないために、上面視外側の一部において接合材が薄肉となる場合があり、熱応力に起因するクラックが発生する場合がある。

【0007】

本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、絶縁基板の横ずれと接合材の厚さを制御することで、放熱性と寿命に優れた半導体装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0008】

本願にかかわる半導体装置は、複数の凹部が形成されている放熱部材と、第一主面に接合された第一導板と第二主面に接合された第二導板を有し、放熱部材が第一導板と第一接合材を用いて固定されている絶縁基板と、絶縁基板の第二導板と第二接合材を用いて固定されている半導体チップと、絶縁基板と半導体チップを封止する樹脂部材と、を備え、第一導板は主凸部と複数の補助凸部を有しており、複数の補助凸部は主凸部よりも背が高くかつ主凸部の周囲に配設されていて、複数の補助凸部は複数の凹部と個々に嵌合していて、主凸部と放熱部材の間には第一接合材が介在している。

【発明の効果】

【0009】

50

本発明の態様によれば、絶縁基板の横ずれを防止できるので、生産性向上の効果が得られる。また、接合材の厚さを制御することができるので、接合材の一部が薄肉となることを防ぐことが可能となり、クラックの防止効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施の形態に関する半導体装置の構造を示す断面図である。

【図2】実施の形態1に関する半導体装置の接合構造を示す断面図である。

【図3】実施の形態1に関する導板の上面視構造を示す断面図である。

【図4】本発明の接合構造における応力と熱流速の分布を示す模式図である。

【図5】比較例の接合構造における応力と熱流速の分布を示す模式図である。

10

【図6】実施形態2に関する接合構造を示す断面図である。

【図7】実施形態3に関する接合構造を示す断面図である。

【図8】実施形態4に関する接合構造を示す断面図である。

【図9】実施形態5に関する接合構造を示す断面図である。

【図10】実施形態6に関する接合構造を示す断面図である。

【図11】実施形態7に関する接合構造を示す断面図である。

【図12】実施形態8に関する接合構造を示す断面図である。

【図13】実施形態9に関する接合構造を示す断面図である。

【図14】実施形態10に関する接合構造を示す断面図である。

【図15】実施形態11に関する接合構造を示す断面図である。

20

【図16】実施形態12に関する接合構造を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

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。

30

【0012】

実施の形態1

実施の形態1による半導体装置について、図を参照して説明する。図1に、半導体装置100の全体構成を示す。半導体装置100は、半導体チップ1、放熱部材7、絶縁基板8、ケース20、封止樹脂部材21、ボンディングワイヤ22、導電端子（またはリードフレーム）24などから構成されている。半導体チップ1、放熱部材7、絶縁基板8、ボンディングワイヤ22、導電端子24などが封止樹脂部材21で封止されている。絶縁基板8は、導板（または導電パターン）3と絶縁セラミック4と導板（または導電パターン）5とより成る。半導体チップ1には電力用トランジスタ1aや電力用ダイオード1bが含まれる。

40

【0013】

パッケージタイプの半導体装置100は、ワイヤボンディングの終わった仕掛品を金型にセットして、熱硬化性のエポキシ樹脂を流し込んで成形されている。電力用トランジスタ1aには、MOSFET（Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor）、IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）などが用いられる。電力用トランジスタ1aと電力用ダイオード1bは逆並列に接続されている。半導体装置100は導電端子24などを使って外部機器に接続される。放熱部材7は、単体または複数枚の絶縁基板8とはんだなどの接合材（第一接合材）6によって接合されている。放熱部材7は、半導体チップ1の放熱板としての役割を果たすと共に、放熱部材7の底面7aが熱伝導グリス等でヒートシンクへ接続されることで、半導体装置で発生した熱を効率よく外部へ放熱させ

50

る。

【0014】

放熱部材7の下方には、例えば、液冷タイプ冷却のためのウォータージャケットを備えることができる。半導体チップ1は、ダイボンド材(第二接合材)2を介して絶縁基板8の上に接合されている。ダイボンド材2には、銀ナノ粒子の低温焼結材、液相拡散接合材(Cu-Sn、Ag-Snなど)、半田等の、熱の良導体である接合材料を用いることができる。半導体チップ1と絶縁基板8とは、Cu固相拡散接合または超音波接合等の直接接合で接合されていてもよい。放熱部材7は導板5と接合材6を用いて固定されている。半導体チップ1は、絶縁基板8の導板3とダイボンド材(第二接合材)2を用いて固定されている。封止樹脂部材21は、絶縁基板8と半導体チップ1を封止している。

10

【0015】

半導体チップ1は、珪素(Si)によって形成されたものの他に、珪素に比べてバンドギャップが大きいワイドバンドギャップ半導体によって形成したものを好適に使用することができる。ワイドバンドギャップ半導体としては、炭化珪素(SiC)、窒化ガリウム系材料またはダイヤモンドなどがある。ワイドバンドギャップ半導体を用いた場合、許容電流密度が高く、電力損失も低いため、電力用半導体チップを用いた装置の小型化が可能となる。

【0016】

図2は、実施の形態1に関する半導体装置の接合構造を示す断面図である。絶縁セラミック4(および絶縁基板8)は裏面となる第一主面4aおよび表面となる第二主面4bに導板(第一導板)5および導板(第二導板)3がそれぞれ接合されている。放熱部材7の上には絶縁基板8と半導体チップ1が接合材料を介して積層され、これにリフロー処理が施されることによって放熱部材7と絶縁基板8と半導体チップ1が接合される。本願では、特に指定なく銅またはアルミニウム等の材料名を記載した場合は、他の添加物を含んだ銅合金またはアルミニウム合金なども包含するものとする。絶縁基板8は、第一主面4aに接合された導板5と第二主面4bに接合された導板3を有している。

20

【0017】

絶縁基板8は、ダイボンド材2に接する導板3と、放熱部材7に向かい合う導板5と、導板3および導板5に挟まれて配置された絶縁セラミック4とを備えている。これらはろう材等を用いてあらかじめ一体化されている。導板3および導板5には、銅、アルミニウム等の電気および熱の良導体を用いることができる。導板3および導板5が厚い場合には絶縁セラミック4の破壊が発生し、薄い場合には、接合材の破壊および半導体チップで発生した熱の広がりが低下することにより熱抵抗が増加する。そこで導板3および導板5の厚さは0.2mmから1.5mmであることが望ましい。

30

【0018】

絶縁セラミック4には、窒化珪素、窒化アルミニウム、アルミナ等の、電氣的に絶縁体であり、かつ、熱の良導体であるセラミックを用いることができる。接合材6には、銀ナノ粒子の低温焼結材、液相拡散接合材(Cu-Sn、Ag-Snなど)、半田等の、電気および熱の良導体である接合材料を用いることができる。接合層は熱抵抗となるので、できるだけ薄いことが望ましいが、過度に薄い場合には熱応力で接合層にクラックが生じる。放熱性の低下を防ぐには、接合層の厚さは例えば0.1mm~0.7mm程度とすることが望ましい。

40

【0019】

本実施の形態の半導体装置においては、導板5はその平面視中央部が肉厚とされている。すなわち、導板5には絶縁基板8の裏面側から絶縁基板8の厚さ方向に向かって突出する主凸部9が形成されている。主凸部9の周囲には、主凸部9から離間してスペーサとして機能する複数の補助凸部10が形成されている。主凸部9の導板5から突出している部分の高さは、補助凸部10の導板5から突出している高さから補助凹部11に嵌り込んでいる補助凸部10の先端部分の長さを減じた値よりも小さい。主凸部9に接する位置の接合材6の厚さは、主凸部9のない位置の接合材6の厚さの5%から90%程度となること

50

が望ましい。

【0020】

補助凸部10が形成されていない放熱部材7には、補助凸部10が接合される位置に補助凹部11が形成されている。補助凸部10は、補助凸部10に対応する位置に設けられている補助凹部11に嵌り込んでいる。放熱部材7と絶縁基板8は、補助凸部10が補助凹部11に嵌り込んだ状態で、接合材6を介して接合される。補助凹部11は切削加工、エッチング、あるいはプレス加工により製作できる。複数の補助凸部10は複数の補助凹部11と個々に嵌合していて、主凸部9と放熱部材7の間には接合材6が介在している。

【0021】

図3は実施の形態1に関する導板5の上面視構造を示す断面図である。導板5には主凸部9と複数個の補助凸部10が形成されている。補助凸部10はスペーサとして作用する。主凸部9および補助凸部10は、円柱、三角柱、直方体、円錐、三角錐、四角錐などの形状を有する。主凸部9の面積は導板5の上面視投影面積の10%以上90%以下であることが望ましい。このような構成に依れば、絶縁基板8と放熱部材7の接合時の横ずれを防止することができる。

10

【0022】

図4は本発明の接合構造における応力と熱流速の分布を示す模式図である。本発明の構成に依れば、図中の矢印で示される横方向の力が加えられたとしても絶縁基板8と放熱部材7の接合時の横ずれを防止することができる。発熱体である半導体チップ1から放熱部材7までの熱抵抗は上面視中央部において小さく、優れた放熱性を示す。また、絶縁基板8と放熱部材7との線膨張係数の相違に起因する熱応力は、相対的に肉厚である上面視外側が吸収するため、絶縁基板8と放熱部材7との間の接続信頼性が確保される。さらに、スペーサとなる補助凸部10により接合材6の厚さが規定されているので、接合材6が過度に薄くなりクラックが発生することを防ぐことができる。

20

【0023】

図5は比較例の接合構造における応力と熱流速の分布を示す模式図である。比較例にかかわる半導体装置には、複数個の補助凸部が形成されていない。このような比較例の構成に依れば、接合時に横方向の力が加わった場合、絶縁基板8と放熱部材7に横ずれが生じる。接合材6の厚さが規定されていないので、接合材6が過度に薄くなりクラックが発生しやすい。

30

【0024】

複数の補助凹部11が形成されている放熱部材7は、構造材を兼ねている。特に車載用途等においては、共振周波数を高く設定して、実使用時に共振しないよう配慮する必要があるため、放熱部材7には一定の厚さが必要である。車載用途等では、放熱部材7は、およそ2mm以上、固定使用の場合でも1mm以上の厚さを有していることが好ましい。逆に放熱部材7の厚さが厚すぎると熱抵抗の増加が顕著になるため、10mm以下の厚さとしておくことが望ましい。

【0025】

本実施の形態では、半導体チップ1の搭載数は2つとなっているが、同種、若しくは、IGBTとダイオードとの組み合わせのような機能の異なる半導体チップが、同一の絶縁基板に複数搭載されている場合であってもよい。また、複数の絶縁基板が同一の放熱部材に搭載されている場合等の様々な組み合わせが可能であり、特に制約はない。半導体チップ1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。

40

【0026】

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し、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で、チップ面積さらには装置全体の小型化が可能なSiCチップは、チップ面積が小さいために発熱密度が高くなる可能性がある。よって放熱性に優れる本発

50

明はSiCチップ搭載の半導体装置に対して好適である。

【0027】

実施の形態2.

図6は、実施の形態2に関する半導体装置の接合構造を示す断面図である。本実施の形態の半導体装置においては、導板5はその平面視中央部が肉厚とされている。すなわち、導板5には、主凸部9が、放熱部材7に向かって突出して形成されている。補助凸部10は放熱部材7に主凸部9の周囲から離間して複数個が形成されている。主凸部9および補助凸部10は、円柱、三角柱、直方体、円錐、三角錐、四角錐などの形状である。補助凸部10はスペーサとして作用する。放熱部材7は複数の補助凸部10が形成されている。

【0028】

導板5には、補助凸部10が接合される位置に複数の補助凹部11が形成されている。補助凸部10は、補助凸部10と対応する位置に設けられている補助凹部11に嵌り込む。放熱部材7と絶縁基板8は、補助凸部10が補助凹部11に嵌り込んだ状態で、接合材6を介して接合される。補助凹部11は切削加工、エッチング、あるいはプレス加工により製作できる。このような構成に依れば、絶縁基板8と放熱部材7の接合時の横ずれを防止することができる。

【0029】

導板5は主凸部9と複数の補助凹部11を有しており、複数の補助凹部11は主凸部9の周囲に配設されている。主凸部9の導板5から突出している部分の高さは、補助凸部10の放熱部材7から突出している高さから、補助凹部11に嵌り込んでいる補助凸部10の先端部分の長さを減じた値よりも小さい。主凸部9に接する位置の接合材6の厚さは、主凸部9のない位置の接合材6の厚さの5%から90%程度となることが望ましい。複数の補助凸部10は複数の補助凹部11と個々に嵌合していて、主凸部9と放熱部材7の間には接合材6が介在している。

【0030】

実施の形態3.

図7は、実施の形態3に関する半導体装置の接合構造を示す断面図である。本実施の形態の半導体装置においては、放熱部材7はその平面視中央部が肉厚とされている。すなわち、放熱部材7には、主凸部9が、絶縁基板8の導板5に向かって突出して形成されている。補助凸部10は放熱部材7に主凸部9の周囲から離間して複数個が形成されている。主凸部9および補助凸部10は、円柱、三角柱、直方体、円錐、三角錐、四角錐などの形状である。補助凸部10はスペーサとして作用する。放熱部材7は主凸部9と複数の補助凸部10が形成されている。

【0031】

導板5には、補助凸部10が接合される位置に補助凹部11が形成されている。補助凸部10は補助凹部11に嵌り込む。放熱部材7と絶縁基板8は、複数の補助凸部10が複数の補助凹部11に個々に嵌り込んだ状態で、接合材6を介して接合される。補助凹部11は切削加工、エッチング、あるいはプレス加工により製作できる。このような構成に依れば、絶縁基板8と放熱部材7の接合時の横ずれを防止することができる。

【0032】

主凸部9の放熱部材7から突出している部分の高さは、補助凸部10の放熱部材7から突出している高さから、補助凹部11に嵌り込んでいる補助凸部10の先端部分の長さを減じた値よりも小さい。主凸部9に接する位置の接合材6の厚さは、主凸部9のない位置の接合材6の厚さの5%から90%程度となることが望ましい。導板5は複数の補助凹部11を有しており、複数の補助凸部10は主凸部9よりも背が高くかつ主凸部9の周囲に配設されている。複数の補助凸部10は複数の補助凹部11と個々に嵌合していて、主凸部9と導板5の間には接合材6が介在している。

【0033】

実施の形態4.

図8は、実施の形態4に関する半導体装置の接合構造を示す断面図である。本実施の形

10

20

30

40

50

態の半導体装置においては、放熱部材 7 はその平面視中央部が肉厚とされている。すなわち、放熱部材 7 には、主凸部 9 が、絶縁基板 8 に向かって突出して形成されている。補助凸部 10 は導板 5 に主凸部 9 の周囲から離間して複数個が形成されている。主凸部 9 および補助凸部 10 は、円柱、三角柱、直方体、円錐、三角錐、四角錐などの形状である。補助凸部 10 はスペーサとして作用する。

【0034】

放熱部材 7 は主凸部 9 と複数の補助凹部 11 が形成されている。放熱部材 7 には、補助凸部 10 が接合される位置に補助凹部 11 が形成されている。補助凸部 10 は補助凹部 11 に嵌り込む。放熱部材 7 と絶縁基板 8 は、補助凸部 10 が補助凹部 11 に嵌り込んだ状態で、接合材 6 を介して接合される。補助凹部 11 は切削加工、エッチング、あるいはプレス加工により製作できる。このような構成に依れば、絶縁基板 8 と放熱部材 7 の接合時の横ずれを防止することができる。

10

【0035】

主凸部 9 の放熱部材 7 から突出している部分の高さは、補助凸部 10 の導板 5 から突出している高さから、補助凹部 11 に嵌り込んでいる補助凸部 10 の先端部分の長さを減じた値よりも小さい。主凸部 9 に接する位置の接合材 6 の厚さは、主凸部 9 のない位置の接合材 6 の厚さの 5% から 90% 程度となることが望ましい。導板 5 は複数の補助凸部 10 を有しており、複数の補助凹部 11 は主凸部 9 の周囲に配設されている。複数の補助凸部 10 は複数の補助凹部 11 と個々に嵌合していて、主凸部 9 と導板 5 の間には接合材 6 が介在している。

20

【0036】

実施の形態 5 .

図 9 は、実施の形態 5 に関する半導体装置の接合構造を示す断面図である。本実施の形態は、実施の形態 1 ~ 4 の主凸部 9 および補助凸部 10 を、導板 5 あるいは放熱部材 7 とは別部材とし、それぞれ嵌合部材 12 およびスペーサ部材 13 とした構成である。導板 5 には、主凹部 14 が、設けられている。補助凹部 11 は、放熱部材 7 および導板 5 に設けられている。嵌合部材 12 およびスペーサ部材 13 には熱の良電体であるアルミニウム、銅などの金属を用いることが望ましい。特に嵌合部材 12 は絶縁セラミック 4 とのロウ付け性を考慮せずに材料を選定可能であり、例えば、低コストである低純度銅を用いるなどして、放熱性とコストの両立を図ることが可能となる。

30

【0037】

嵌合部材 12 およびスペーサ部材 13 はあらかじめ導板 5 と先接合された状態で、絶縁基板 8 と放熱部材 7 を接合するリフロー処理が施されても良い。リフロー処理前の嵌合部材 12 およびスペーサ部材 13 と導板 5 および放熱部材 7 との先接合には、リフロー処理温度よりも融点の高い接合方法を用いる。具体的には銀ナノ粒子の低温焼結材、液相拡散接合材 (Cu-Sn、Ag-Sn など) あるいは半田接合である。さらに、Cu 固相拡散接合または超音波接合等の直接接合で接合されていてもよい。嵌合部材 12 を導板 5 に先接合する際には、主凹部 14 を用いて位置決めを行なう。ただし超音波接合など治具を必要とする接合方法の場合には主凹部 14 は不要である。

40

【0038】

放熱部材 7 は複数の補助凹部 11 が形成されている。複数のスペーサ部材 13 は、嵌合部材 12 の高さよりも高い高さを有しかつ嵌合部材 12 の周囲に配設されている。導板 5 は主凹部 14 を有しており、嵌合部材 12 は主凹部 14 に嵌合されている。複数のスペーサ部材 13 は複数の補助凹部 11 と個々に嵌合していて、嵌合部材 12 と放熱部材 7 の間には接合材 6 が介在している。このような構成に依れば、実施の形態 1 と同じ効果をもつ構造が、より安価に製作できる場合がある。また、上記実施の形態では、各構成要素の材質、材料、実施の条件等についても記載しているが、これらは例示であって記載したものに限られるものではない。

【0039】

実施の形態 6 .

50

図10は、実施の形態6に関する半導体装置の接合構造を示す断面図である。本実施の形態は、実施の形態1～4の主凸部9および補助凸部10を、導板5あるいは放熱部材7とは別部材とし、それぞれ嵌合部材12およびスペーサ部材13とした構成である。放熱部材7には、主凹部14が設けられている。補助凹部11は、放熱部材7および導板5に設けられている。嵌合部材12およびスペーサ部材13には熱の良電体であるアルミニウム、銅などの金属を用いることが望ましい。特に嵌合部材12は絶縁セラミック4との口ウ付け性を考慮せずに材料を選定可能であり、例えば、低コストである低純度銅を用いるなどして、放熱性とコストの両立を図ることが可能となる。

【0040】

嵌合部材12およびスペーサ部材13はあらかじめ放熱部材7と先接合された状態で、絶縁基板8と放熱部材7を接合するリフロー処理が施されても良い。リフロー処理前の嵌合部材12およびスペーサ部材13と導板5および放熱部材7との先接合には、リフロー処理温度よりも融点の高い接合方法を用いる。具体的には銀ナノ粒子の低温焼結材、液相拡散接合材(Cu-Sn、Ag-Snなど)あるいは半田接合である。さらに、Cu固相拡散接合または超音波接合等の直接接合で接合されていてもよい。嵌合部材12を放熱部材7に先接合する際には、主凹部14を用いて位置決めを行なう。ただし超音波接合など治具を必要とする接合方法の場合には主凹部14は不要である。

【0041】

本実施の形態では放熱部材7は主凹部14が形成されている。複数のスペーサ部材13は、嵌合部材12の高さよりも高い高さを有しかつ嵌合部材12の周囲に配設されている。絶縁基板8は第一主面4aに接合された導板5と第二主面4bに接合された導板3を有し、放熱部材7は導板5と接合材6を用いて固定されている。半導体チップ1は絶縁基板8の導板3とダイボンド材2を用いて固定されている。導板5は複数の補助凹部11を有しており、嵌合部材12は主凹部14に嵌合されている。複数のスペーサ部材13は複数の補助凹部11と個々に嵌合して、嵌合部材12と導板5の間には接合材6が介在している。

【0042】

実施の形態7 .

図11は、実施の形態7に関する半導体装置の接合構造を示す断面図である。本実施の形態は、実施の形態1～4の補助凸部10を、導板5あるいは放熱部材7とは別部材とし、スペーサ部材13とした構成である。放熱部材7には、主凸部9が設けられている。補助凹部11は、放熱部材7および導板5に設けられている。スペーサ部材13には熱の良電体であるアルミニウム、銅などの金属を用いることが望ましい。スペーサ部材13は絶縁セラミック4との口ウ付け性を考慮せずに材料を選定可能であり、例えば、低コストである低純度銅を用いるなどして、放熱性とコストの両立を図ることが可能となる。放熱部材7は主凸部9が形成されている。複数のスペーサ部材13は主凸部9の周囲に配設される。

【0043】

スペーサ部材13はあらかじめ放熱部材7と先接合された状態で、絶縁基板8と放熱部材7を接合するリフロー処理が施されても良い。リフロー処理前のスペーサ部材13と導板5または放熱部材7との先接合には、リフロー処理温度よりも融点の高い接合方法を用いる。具体的には銀ナノ粒子の低温焼結材、液相拡散接合材(Cu-Sn、Ag-Snなど)あるいは半田接合である。さらに、Cu固相拡散接合または超音波接合等の直接接合で接合されていてもよい。スペーサ部材13を放熱部材7に先接合する際には、導板5の補助凹部11を用いて位置決めを行なう。ただし超音波接合など治具を必要とする接合方法の場合には導板5の補助凹部11は不要である。導板5は複数の補助凹部11を有しており、複数のスペーサ部材13は複数の補助凹部11と個々に嵌合している。主凸部9と導板5の間には接合材6が介在している。

【0044】

実施の形態8 .

10

20

30

40

50

図12は、実施の形態8に関する半導体装置の接合構造を示す断面図である。本実施の形態は、実施の形態1～4の補助凸部10を、導板5あるいは放熱部材7とは別部材とし、スペーサ部材13とした構成である。導板5には、主凸部9が設けられている。補助凹部11は、放熱部材7および導板5に設けられている。スペーサ部材13には熱の良電体であるアルミニウム、銅などの金属を用いることが望ましい。スペーサ部材13は絶縁セラミック4との口ウ付け性を考慮せずに材料を選定可能であり、例えば、低コストである低純度銅を用いるなどして、放熱性とコストの両立を図ることが可能となる。放熱部材7は複数の補助凹部11が形成されている。複数のスペーサ部材13は複数の補助凹部11と個々に嵌合している。

【0045】

スペーサ部材13はあらかじめ導板5と先接合された状態で、絶縁基板8と放熱部材7を接合するリフロー処理が施されても良い。リフロー処理前のスペーサ部材13と導板5または放熱部材7との先接合には、リフロー処理温度よりも融点の高い接合方法を用いる。具体的には銀ナノ粒子の低温焼結材、液相拡散接合材(Cu-Sn、Ag-Snなど)あるいは半田接合である。さらに、Cu固相拡散接合または超音波接合等の直接接合で接合されていてもよい。スペーサ部材13を導板5に先接合する際には、放熱部材7の補助凹部11を用いて位置決めを行なう。ただし超音波接合など治具を必要とする接合方法の場合には放熱部材7の補助凹部11は不要である。導板5は主凸部9を有しており、複数のスペーサ部材13は主凸部9の周囲に配設されている。主凸部9と放熱部材7の間には接合材6が介在している。

【0046】

実施の形態9。

図13は、実施の形態9に関する半導体装置の接合構造を示す断面図である。本実施の形態は、実施の形態1～4の主凸部9を、導板5あるいは放熱部材7とは別部材とし、嵌合部材12とした構成である。放熱部材7には、主凹部14が設けられている。補助凹部11は、放熱部材7に設けられている。嵌合部材12には熱の良電体であるアルミニウム、銅などの金属を用いることが望ましい。嵌合部材12は絶縁セラミック4との口ウ付け性を考慮せずに材料を選定可能であり、例えば、低コストである低純度銅を用いるなどして、放熱性とコストの両立を図ることが可能となる。放熱部材7は主凹部14と複数の補助凹部11が形成されている。嵌合部材12は主凹部14に嵌合されている。

【0047】

嵌合部材12はあらかじめ放熱部材7と先接合された状態で、絶縁基板8と放熱部材7を接合するリフロー処理が施されても良い。リフロー処理前の嵌合部材12と放熱部材7との先接合には、リフロー処理温度よりも融点の高い接合方法を用いる。具体的には銀ナノ粒子の低温焼結材、液相拡散接合材(Cu-Sn、Ag-Snなど)あるいは半田接合である。さらに、Cu固相拡散接合または超音波接合等の直接接合で接合されていてもよい。嵌合部材12を放熱部材7に先接合する際には、放熱部材7の主凹部14を用いて位置決めを行なう。ただし超音波接合など治具を必要とする接合方法の場合には放熱部材7の主凹部14は不要である。導板5は複数の補助凸部10を有しており、複数の補助凹部11は主凹部14の周囲に配設されている。複数の補助凸部10は複数の補助凹部11と個々に嵌合していて、嵌合部材12と導板5の間には接合材6が介在している。

【0048】

実施の形態10。

図14は、実施の形態10に関する半導体装置の接合構造を示す断面図である。本実施の形態は、実施の形態1～4の主凸部9を、導板5あるいは放熱部材7とは別部材とし、嵌合部材12とした構成である。導板5には、主凹部14が設けられている。補助凹部11は、放熱部材7に設けられている。嵌合部材12には熱の良電体であるアルミニウム、銅などの金属を用いることが望ましい。嵌合部材12は絶縁セラミック4との口ウ付け性を考慮せずに材料を選定可能であり、例えば、低コストである低純度銅を用いるなどして、放熱性とコストの両立を図ることが可能となる。放熱部材7は複数の補助凹部11が形

10

20

30

40

50

成されている。嵌合部材 1 2 は複数の補助凹部 1 1 の内側に配設される。

【 0 0 4 9 】

嵌合部材 1 2 はあらかじめ導板 5 と先接合された状態で、絶縁基板 8 と放熱部材 7 を接合するリフロー処理が施されても良い。リフロー処理前の嵌合部材 1 2 と導板 5 との先接合には、リフロー処理温度よりも融点の高い接合方法を用いる。具体的には銀ナノ粒子の低温焼結材、液相拡散接合材 (Cu - Sn、Ag - Sn など) あるいは半田接合である。さらに、Cu 固相拡散接合または超音波接合等の直接接合で接合されていてもよい。嵌合部材 1 2 を導板 5 に先接合する際には、導板 5 の主凹部 1 4 を用いて位置決めを行なう。ただし超音波接合など治具を必要とする接合方法の場合には導板 5 の主凹部 1 4 は不要である。導板 5 は主凹部 1 4 と複数の補助凸部 1 0 を有しており、複数の補助凸部 1 0 は主凹部 1 4 の周囲に配設されている。嵌合部材 1 2 は主凹部 1 4 に嵌合されている。複数の補助凸部 1 0 は複数の補助凹部 1 1 と個々に嵌合して、嵌合部材 1 2 と放熱部材 7 の間には接合材 6 が介在している。

10

【 0 0 5 0 】

実施の形態 1 1 .

図 1 5 は、実施の形態 1 1 に関する半導体装置の接合構造を示す断面図である。本実施の形態は、実施の形態 1 ~ 4 の主凸部 9 を、導板 5 あるいは放熱部材 7 とは別部材とし、嵌合部材 1 2 とした構成である。導板 5 には、主凹部 1 4 と補助凹部 1 1 が設けられている。嵌合部材 1 2 には熱の良電体であるアルミニウム、銅などの金属を用いることが望ましい。嵌合部材 1 2 は絶縁セラミック 4 とのロウ付け性を考慮せずに材料を選定可能であり、例えば、低コストである低純度銅を用いるなどして、放熱性とコストの両立を図ることが可能となる。放熱部材 7 は複数の補助凸部 1 0 が形成されている。嵌合部材 1 2 は複数の補助凸部 1 0 の内側に配設されている。

20

【 0 0 5 1 】

嵌合部材 1 2 はあらかじめ導板 5 と先接合された状態で、絶縁基板 8 と放熱部材 7 を接合するリフロー処理が施されても良い。リフロー処理前の嵌合部材 1 2 と導板 5 との先接合には、リフロー処理温度よりも融点の高い接合方法を用いる。具体的には銀ナノ粒子の低温焼結材、液相拡散接合材 (Cu - Sn、Ag - Sn など) あるいは半田接合である。さらに、Cu 固相拡散接合または超音波接合等の直接接合で接合されていてもよい。嵌合部材 1 2 を導板 5 に先接合する際には、導板 5 の主凹部 1 4 を用いて位置決めを行なう。ただし超音波接合など治具を必要とする接合方法の場合には導板 5 の主凹部 1 4 は不要である。導板 5 は主凹部 1 4 と複数の補助凹部 1 1 を有しており、嵌合部材 1 2 は主凹部 1 4 に嵌合されている。複数の補助凸部 1 0 は複数の補助凹部 1 1 と個々に嵌合して、嵌合部材 1 2 と放熱部材 7 の間には接合材 6 が介在している。

30

【 0 0 5 2 】

実施の形態 1 2 .

図 1 6 は、実施の形態 1 2 に関する半導体装置の接合構造を示す断面図である。本実施の形態は、実施の形態 1 ~ 4 の主凸部 9 を、導板 5 あるいは放熱部材 7 とは別部材とし、嵌合部材 1 2 とした構成である。放熱部材 7 には、主凹部 1 4 が設けられている。補助凹部 1 1 は、導板 5 に設けられている。嵌合部材 1 2 には熱の良電体であるアルミニウム、銅などの金属を用いることが望ましい。嵌合部材 1 2 は絶縁セラミック 4 とのロウ付け性を考慮せずに材料を選定可能であり、例えば、低コストである低純度銅を用いるなどして、放熱性とコストの両立を図ることが可能となる。放熱部材 7 は主凹部 1 4 と複数の補助凸部 1 0 とが形成されている。嵌合部材 1 2 は主凹部 1 4 に嵌合されている。

40

【 0 0 5 3 】

嵌合部材 1 2 はあらかじめ放熱部材 7 と先接合された状態で、絶縁基板 8 と放熱部材 7 を接合するリフロー処理が施されても良い。リフロー処理前の嵌合部材 1 2 と放熱部材 7 との先接合には、リフロー処理温度よりも融点の高い接合方法を用いる。具体的には銀ナノ粒子の低温焼結材、液相拡散接合材 (Cu - Sn、Ag - Sn など) あるいは半田接合である。さらに、Cu 固相拡散接合または超音波接合等の直接接合で接合されていてもよ

50

い。嵌合部材 1 2 を放熱部材 7 に先接合する際には、放熱部材 7 の主凹部 1 4 を用いて位置決めを行なう。ただし超音波接合など治具を必要とする接合方法の場合には放熱部材 7 の主凹部 1 4 は不要である。導板 5 は複数の補助凹部 1 1 を有しており、複数の補助凸部 1 0 は複数の補助凹部 1 1 と個々に吻合している。嵌合部材 1 2 と導板 5 の間には接合材 6 が介在している。

【 0 0 5 4 】

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。

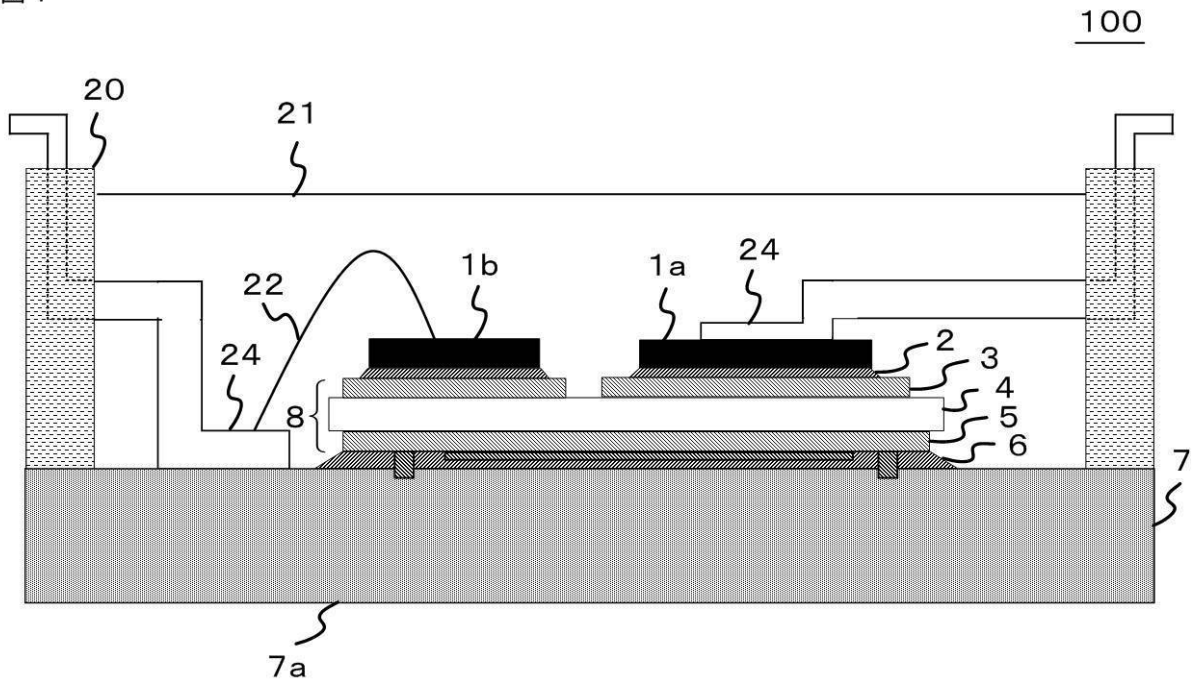
【 符号の説明 】

【 0 0 5 5 】

- 1 半導体チップ、 1 a 電力用トランジスタ、 1 b 電力用ダイオード、 2 ダイボン
ド材、 3 導板、 4 絶縁セラミック、 4 a 第一主面、 4 b 第二主面、 5 導板、 6
接合材、 7 放熱部材、 7 a 底面、 8 絶縁基板、 9 主凸部、 1 0 補助凸部、 1
1 補助凹部、 1 2 嵌合部材、 1 3 スペース部材、 1 4 主凹部、 2 1 封止樹脂部
材、 2 2 ポンディングワイヤ、 2 4 導電端子、 2 0 ケース、 1 0 0 半導体装置

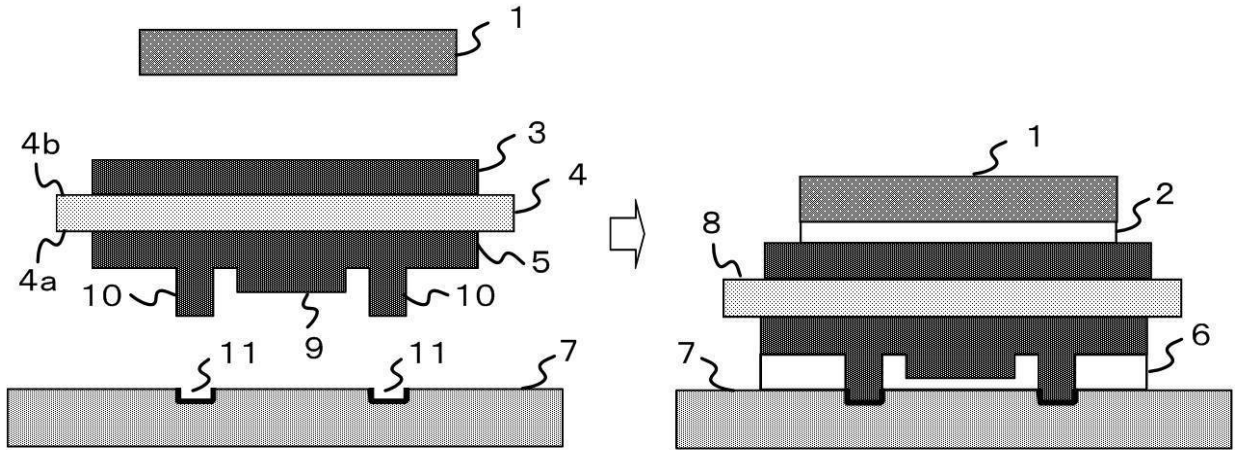
【 図 1 】

図 1



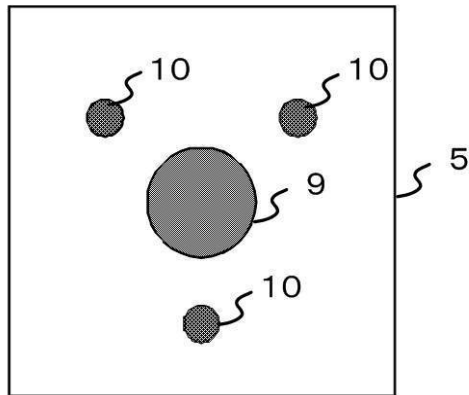
【 図 2 】

図 2



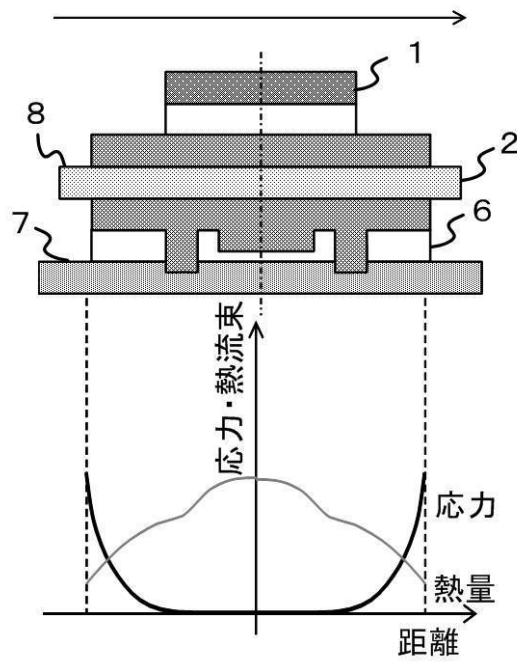
【 図 3 】

図 3



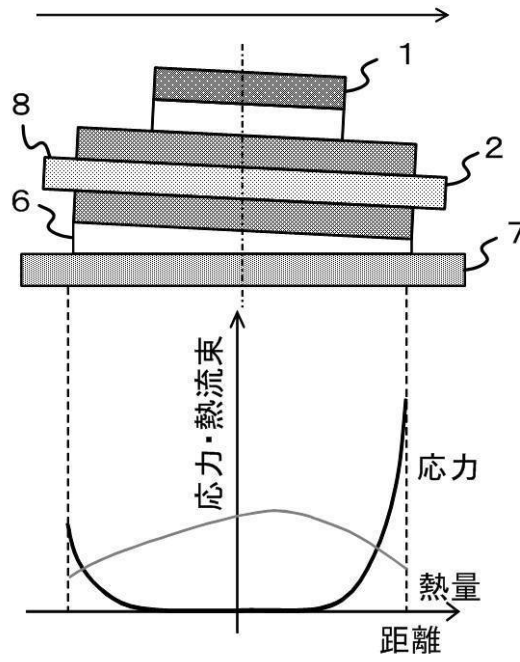
【 図 4 】

図 4



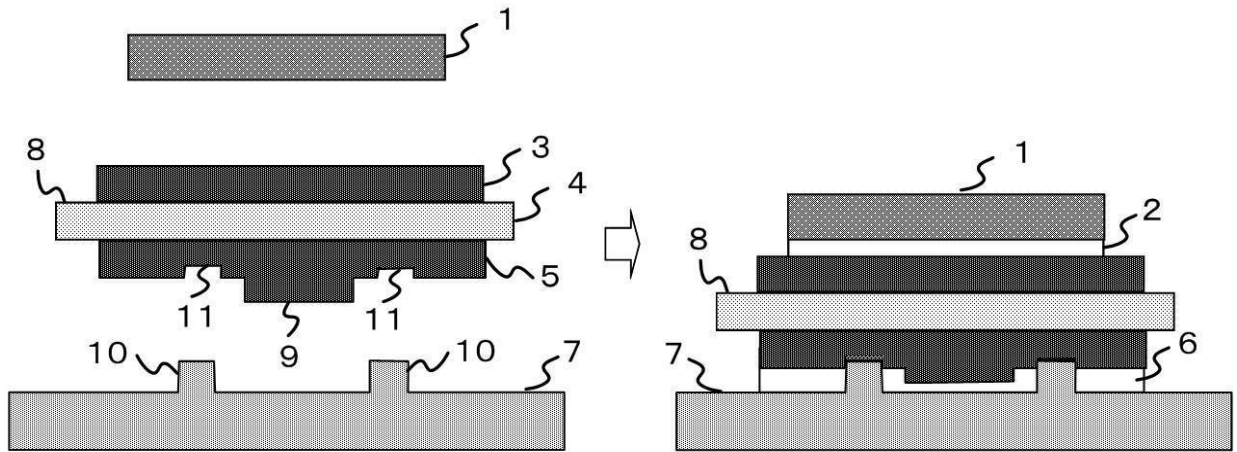
【 図 5 】

図 5



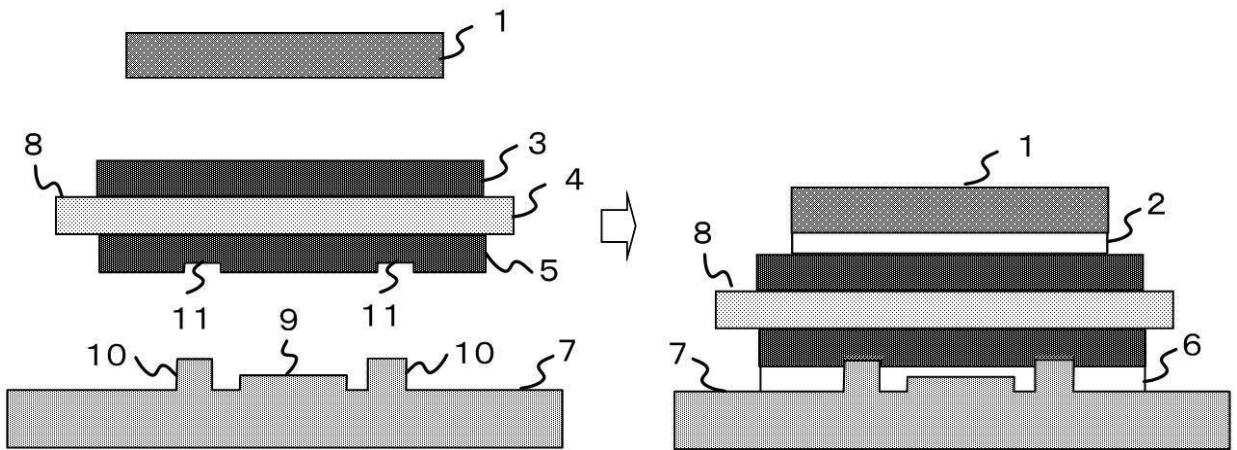
【図6】

図6



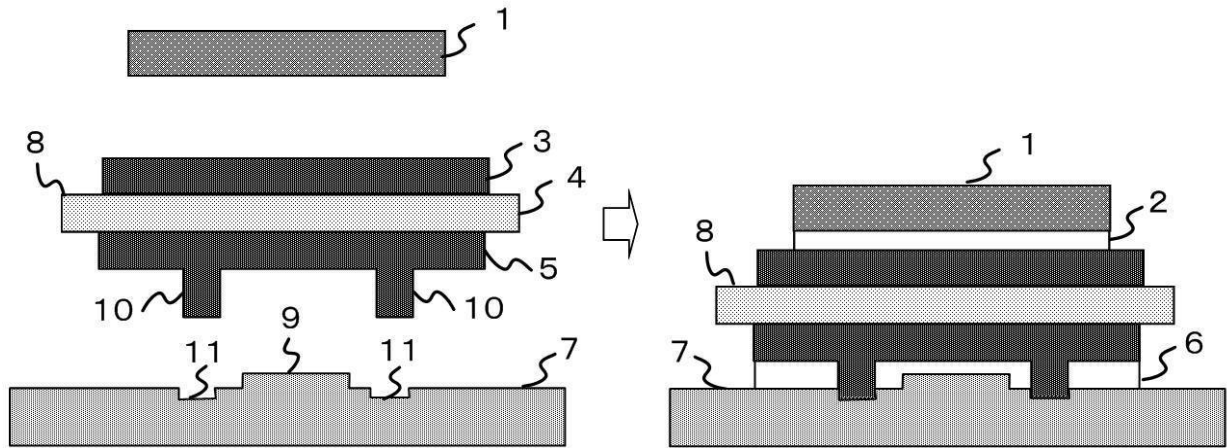
【図7】

図7



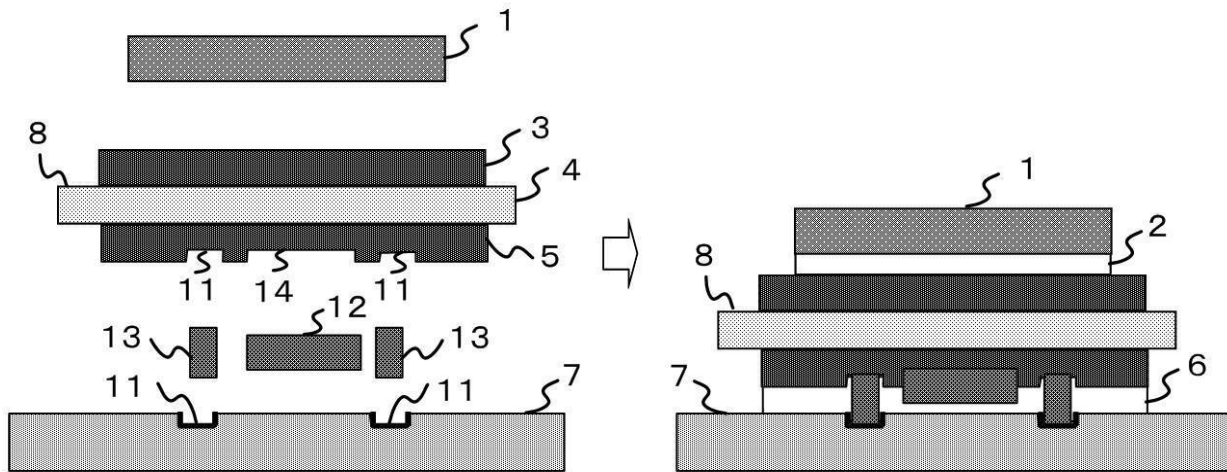
【図 8】

図 8



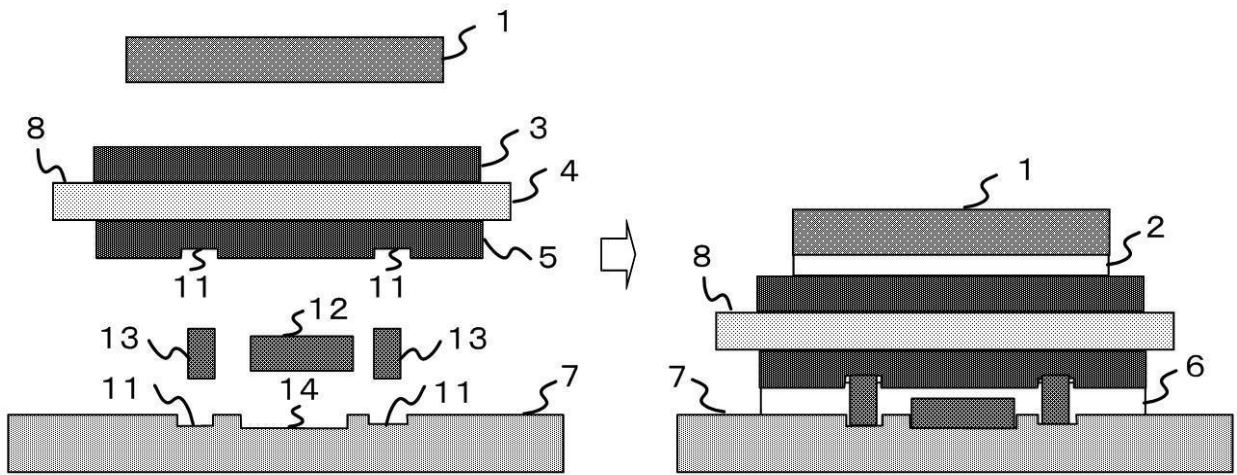
【図 9】

図 9



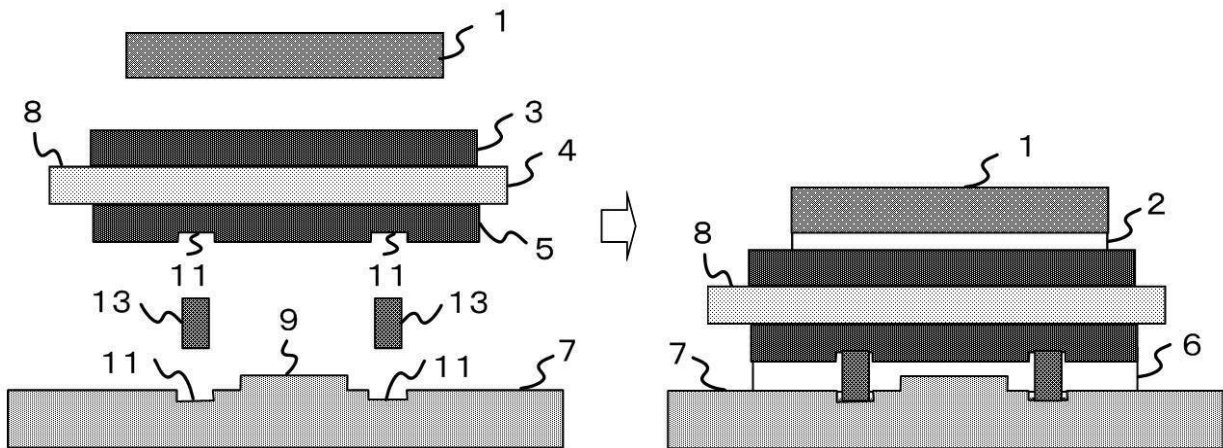
【図10】

図10



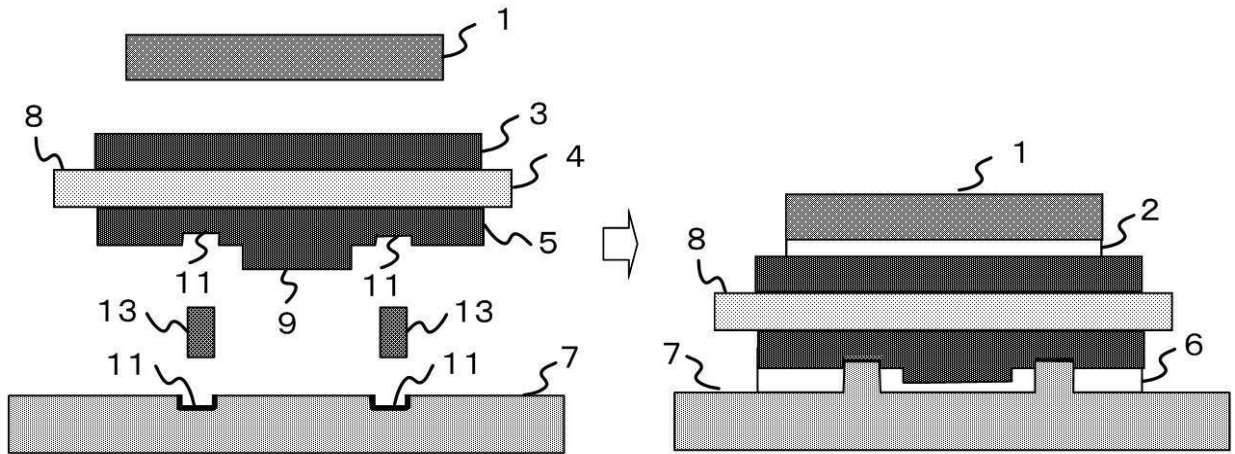
【図11】

図11



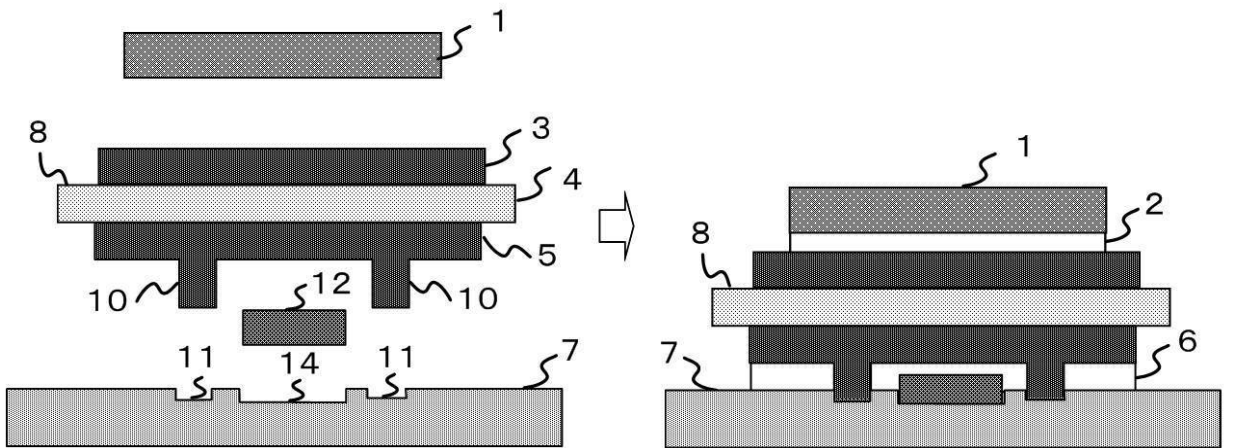
【図12】

図12



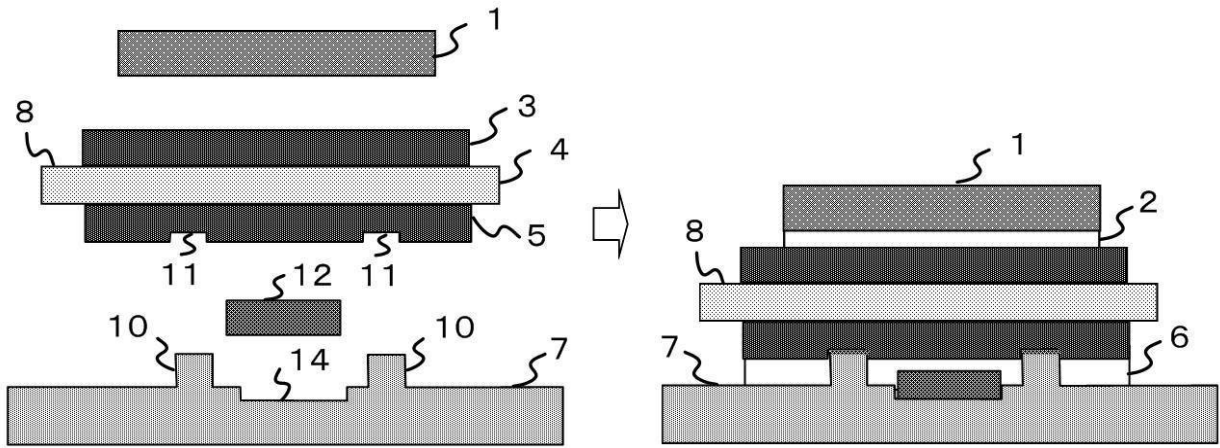
【図13】

図13



【図16】

図16



フロントページの続き

(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

Fターム(参考) 5F136 BA30 BB04 BC01 DA08 DA27 EA13 FA01 FA14 FA16 FA18