

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6162643号
(P6162643)

(45) 発行日 平成29年7月12日 (2017. 7. 12)

(24) 登録日 平成29年6月23日 (2017. 6. 23)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 25/07 (2006. 01)

H O 1 L 25/04 C

H O 1 L 25/18 (2006. 01)

H O 1 L 23/36 A

H O 1 L 23/29 (2006. 01)

H O 1 L 23/28 J

H O 1 L 23/28 (2006. 01)

H O 1 L 23/30 R

H O 1 L 23/31 (2006. 01)

請求項の数 1 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2014-105223 (P2014-105223)
 (22) 出願日 平成26年5月21日 (2014. 5. 21)
 (65) 公開番号 特開2015-220428 (P2015-220428A)
 (43) 公開日 平成27年12月7日 (2015. 12. 7)
 審査請求日 平成28年6月7日 (2016. 6. 7)

(73) 特許権者 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 110001195
 特許業務法人深見特許事務所
 (72) 発明者 白水 政孝
 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
 (72) 発明者 秦 浩公
 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
 (72) 発明者 王 亞哲
 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) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体素子と、

第1面および前記第1面と反対側に位置する第2面を有し、前記第1面上に前記半導体素子を保持するとともに、前記半導体素子と電気的に接続されているフレームと、

電気絶縁性を有し、前記半導体素子と前記フレームとを封止する封止体とを備える半導体装置であって、

前記封止体には貫通孔が形成されており、

前記貫通孔は前記第1面と交差する方向に延びる孔軸を有しており、

前記貫通孔の内部に表出している前記封止体の内周端面は前記孔軸に対して傾斜してお

り、
 前記貫通孔は、前記半導体装置の前記封止体と接触して設けられる放熱部材に前記半導体装置を固定するための固定部材を通すための孔であり、

前記封止体において前記放熱部材と接触する下面の前記貫通孔の開口面積が、前記封止体において前記下面と反対側に位置する上面の前記貫通孔の開口面積よりも小さい、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、半導体装置の製造装置および半導体装置の製造方法、ならびに

半導体モジュールに関し、特にパワー半導体素子が全周囲を封止体で覆われて外部と電氣的に絶縁されているフルモールド型の半導体装置、半導体装置の製造装置および半導体装置の製造方法、ならびに半導体モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

大電力を扱うことができる半導体装置は、一般にパワーデバイスと呼ばれる。このような半導体装置は大電力を扱うために、高い絶縁耐力が要求される。

【0003】

フルモールド型半導体装置では、高い絶縁耐力を実現するために、パワー半導体素子の全周囲が電氣的絶縁性を有する封止体により覆われている。

10

【0004】

特開2003-289085号公報には、ネジを用いて放熱フィンへ緊締固定される半導体装置であって、封止樹脂に取り付け穴が設けられているフルモールド型の半導体装置が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2003-289085号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0006】

しかしながら、従来のフルモールド型半導体装置では、十分な絶縁耐力が得られない場合があった。

【0007】

一般に半導体装置は、その外部においてねじ等により放熱体と接続固定される。その際にパワー半導体素子と電氣的に接続されているリードやパワー半導体素子を搭載しているダイパッドが放熱体やねじ等と近接している場合に、半導体装置は十分な絶縁耐力が得られない。

【0008】

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る。本発明の主たる目的は、高い絶縁耐力を有している半導体装置を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に従った半導体装置は、半導体素子と、第1面および第1面と反対側に位置する第2面を有し、第1面上に半導体素子を保持するとともに、半導体素子と電氣的に接続されているフレームと、電気絶縁性を有し、半導体素子とフレームとを封止する封止体とを備える半導体装置である。封止体には貫通孔が形成されており、貫通孔は第1面と交差する方向に延びる孔軸を有しており、貫通孔の内部に表出している封止体の内周端面は孔軸に対して傾斜している。前記貫通孔は、前記半導体装置の前記封止体と接触して設けられる放熱部材に前記半導体装置を固定するための固定部材を通すための孔である。前記封止体において前記放熱部材と接触する下面の前記貫通孔の開口面積が、前記封止体において前記下面と反対側に位置する上面の前記貫通孔の開口面積よりも小さい。

40

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、高い絶縁耐力を有している半導体装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施の形態1に係る半導体装置を説明するための断面図である。

【図2】実施の形態1に係る半導体装置を説明するための上面図である。

【図3】実施の形態2に係る半導体装置を説明するための断面図である。

50

【図４】実施の形態３に係る半導体装置を説明するための上面図である。

【図５】図４に示す領域Ⅴにおける半導体装置の内部構造を説明するための図である。

【図６】実施の形態４に係る半導体装置を説明するための断面図である。

【図７】実施の形態５に係る半導体装置を説明するための断面図である。

【図８】実施の形態５に係る半導体装置の製造装置を説明するためのブロック図である。

【図９】実施の形態５に係る半導体装置の製造装置を説明するための断面図である。

【図１０】実施の形態５に係る半導体装置の製造方法を説明するためのフローチャートである。

【図１１】実施の形態５に係る半導体装置の製造装置の変形例を説明するための断面図である。

10

【発明を実施するための形態】

【００１２】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。なお、以下の図面において同一または相当する部分には同一の参照番号を付し、その説明は繰返さない。

【００１３】

（実施の形態１）

図１および図２を参照して、実施の形態１に係る半導体装置について説明する。実施の形態１に係る半導体装置１００は、半導体素子１と、フレーム２と、封止体３とを備える。

【００１４】

20

半導体素子１は、任意のパワー半導体素子とすることができるが、例えば絶縁ゲートバイポーラトランジスタ（ＩＧＢＴ）やＭＯＳ型電界効果トランジスタ（ＭＯＳＦＥＴ）である。半導体装置１００において、半導体素子１は複数形成されていてもよい。

【００１５】

フレーム２は、第１面２Ａと第１面２Ａと反対側に位置する第２面２Ｂとを有し、第１面２Ａ上に半導体素子１を保持するとともに、半導体素子１と電氣的に接続されている。フレーム２は後述する封止体３の外部にまで延びており、半導体素子１と外部とを電氣的に接続する役割を担っている。実施の形態１に係る半導体装置１００は、フレーム２を複数備えてもよい。フレーム２は、封止体３から表出している接続部７（図２参照）と、封止体３に覆われている端部２Ｅ（図１参照）とを有している。フレーム２を構成する材料は、導電性を有する任意の材料とすることができるが、例えば銅（Ｃｕ）を含む材料である。なお、フレーム２は、半導体素子１を保持しているダイパッド５（図７参照）と、ダイパッド５と接続されているフレーム本体部６（図７参照）とを有していてもよい。接続部７は、第１面２Ａに対して垂直な方向に屈曲するように設けられていてもよいし、第１面２Ａと同一面上に延びるように設けられていてもよい。

30

【００１６】

封止体３は、電気絶縁性を有している。封止体３は、半導体素子１とフレーム２の少なくとも一部とを覆うことにより、これらを物理的および化学的に保護している。封止体３を構成する材料は、電氣的絶縁性を有するとともに、所定の条件下で流動性を有する任意の材料を採用可能であるが、例えばエポキシ樹脂である。封止体３は例えばトランスファーマールド法により形成可能である。

40

【００１７】

封止体３の外周面は、半導体素子１およびフレーム２の上方に位置する上面３Ａ、それらの下方に位置する下面３Ｂ、および上面３Ａと下面３Ｂとを接続する側方端面３Ｃを有している。上面３Ａおよび下面３Ｂは、フレーム２の第１面２Ａに沿うように形成されており、好ましくは第１面２Ａと平行となるように形成されている。封止体３には、上面３Ａから下面３Ｂに至る貫通孔４が形成されている。すなわち、貫通孔４の孔軸は第１面２Ａと交差する方向に延びている。好ましくは、貫通孔４の孔軸は第１面２Ａと垂直に設けられている。なお、孔軸とは、貫通孔４の中心を通り、貫通孔４に沿って延びる軸を意味する。

50

【 0 0 1 8 】

貫通孔 4 は、任意の形状を有していればよいが、たとえば所定の形状を有する貫通孔の一部が封止体 3 により充填されている形状を有している。貫通孔 4 は、たとえば孔径 H 2 (半径 H 1) の円形状であって従来のパワー半導体装置に形成される一般的な貫通孔内部の半分の領域が、封止体 3 により充填された半円形状を有している。この場合、貫通孔 4 の平面形状は、孔径 H 2 と同等の長さを有する一辺と、半径 H 1 の半円弧とを有している。

【 0 0 1 9 】

貫通孔 4 において、孔径 H 2 と同等の長さを有する一辺はフレーム 2 に最も近接した位置に形成されていてもよい。異なる観点から言えば、実施の形態 1 に係る半導体装置 1 0 0 の貫通孔 4 は、従来のパワー半導体装置の一般的な貫通孔の一部(たとえば半分)と重なる位置に形成されているとともに、フレーム 2 に近接している側の部分(貫通孔の内周端面のうちフレーム 2 との距離が最短となる領域を含む部分)が封止体 3 により充填されている形状を有してもよい。

10

【 0 0 2 0 】

貫通孔 4 の孔径 H 2 は、固定部材 1 2 の軸の直径(たとえばネジの有効径)に依らず任意に決めることができる。貫通孔 4 の孔径 H 2 は、固定部材 1 2 の軸の直径と同一であってもよいし、短くてもよい。

【 0 0 2 1 】

貫通孔 4 は、フレーム 2 と重ならない領域に形成されている。このとき、貫通孔 4 の内部に表出している封止体 3 の内周端面 4 E と、フレーム 2 の端部 2 E とは、所定の距離だけ離れている。

20

【 0 0 2 2 】

半導体装置 1 0 0 は、封止体 3 の下面 3 B が接触して載置されている放熱体 1 1 に対し、封止体 3 の上面 3 A を上方から押圧する押圧部材 1 3 が固定部材 1 2 により固定されて、半導体モジュール 5 0 0 を構成する。放熱体 1 1 には、貫通孔 4 に対応する位置に固定部材 1 2 を固定可能な孔が形成されている。固定部材 1 2 は、導電性を有する材料で構成されていてもよく、たとえば鋼材で構成されたネジであってもよい。放熱体 1 1 の上記孔は固定部材 1 2 を緊締可能に設けられているネジ穴である。押圧部材 1 3 には、貫通孔 4 に対応する位置に固定部材 1 2 を通すことができる孔が形成されている。押圧部材 1 3 はたとえば板バネである。

30

【 0 0 2 3 】

実施の形態 1 に係る半導体装置 1 0 0 において、固定部材 1 2 は、放熱体 1 1 と接続固定されているとともに、半導体装置 1 0 0 の外部において押圧部材 1 3 とを接続するように設けられている。貫通孔 4 は固定部材 1 2 を通すための孔ではない。そのため、上述のように、貫通孔 4 の半径 H 1 は固定部材 1 2 の有効径等によらず任意に決めることができる。

【 0 0 2 4 】

貫通孔 4 は、押圧部材 1 3 が固定部材 1 2 により放熱体 1 1 に対して固定されることによって半導体装置 1 0 0 が放熱体 1 1 と押圧部材 1 3 との間に挟持されたときに、押圧部材 1 3 と重なる位置に設けられている。貫通孔 4 の孔径 H 2 は、たとえば押圧部材 1 3 の幅(短手方向の幅)と同等程度とすることができる。

40

【 0 0 2 5 】

次に、実施の形態 1 に係る半導体装置 1 0 0 の製造方法について説明する。実施の形態 1 に係る半導体装置 1 0 0 の製造方法は、封止体 3 内に貫通孔 4 を形成することができる限りにおいて任意の方法とすることができるが、たとえば封止体 3 となるべき流動性材料に熱硬化性樹脂を金型内に供給するトランスファモールド法である。

【 0 0 2 6 】

はじめに、半導体素子 1 と、表面上に半導体素子 1 を保持しているフレーム 2 とを備える封止対象材 8 を準備する。封止対象材 8 において、半導体素子 1 とフレーム 2 とは電気

50

的に接続されている。次に、金型を準備する。金型は、封止体 3 の外周面（上面 3 A、下面 3 B、側方端面 3 C）に対応した内周面と、貫通孔 4 の内周端面 4 E に対応した構成体とで囲まれた空間を有し、当該空間内に封止対象材 8 を保持可能に設けられている。なお、金型は、上記空間と金型の外部とを接続している接続経路を有している。

【0027】

次に、金型の内部に封止体となるべき流動性を有する材料（以下、流動性材料という）を供給する。流動性材料は、たとえばエポキシ樹脂である。流動性材料は、金型に設けられている接続経路を通して封止対象材 8 が保持されている金型の内部の上記空間に充填される。流動性材料の充填は金型の内部に空隙が無くなるまで実施される。

【0028】

次に、流動性材料を加熱し硬化させる。これにより、封止対象材 8 が封止体 3 により覆われているとともに、封止体 3 に貫通孔 4 が形成されている半導体装置 100 を得ることができる。

【0029】

次に、実施の形態 1 に係る半導体装置 100 の作用効果について説明する。半導体装置 100 は、半導体素子 1 と、第 1 面 2 A を有し、第 1 面 2 A 上に半導体素子 1 を保持するとともに、半導体素子 1 と電氣的に接続されているフレーム 2 と、電気絶縁性を有し、半導体素子 1 とフレーム 2 とを封止する封止体 3 とを備える。封止体 3 には貫通孔 4 が形成されており、貫通孔 4 は第 1 面 2 A と交差する方向に延びる孔軸を有しており、貫通孔 4 の内部に表出している封止体 3 の内周端面 4 E は上記孔軸に対して傾斜している。

【0030】

また、貫通孔 4 は、半導体素子 1 を放熱体 11 に固定する固定部材 12 が挿入され緊締される穴ではなく、固定部材 12 は半導体素子 1 の封止体 3 の外部に設けられている。そのため、フレーム 2 の端部 2 E と固定部材 12 との間の距離を長くすることができる。これにより、封止体 3 に形成されている貫通孔 4 を固定部材 12 の挿入孔として用いる従来のパワー半導体素子と比べて、半導体素子 1 の絶縁耐力を向上させることができる。

【0031】

さらに、貫通孔 4 の内周端面 4 E は半径 H_1 と等しい長さを有する一辺を有する面であり、貫通孔 4 の内部において内周端面 4 E はフレーム 2 に対し反対側を向いて表出している場合には、フレーム 2 の端部 2 E と貫通孔 4 の内周端面 4 E との間の最短距離 L_1 を長くすることができる。

【0032】

なお、貫通孔 4 は、押圧部材 13 が固定部材 12 により放熱体 11 に対して固定されることによって半導体装置 100 が放熱体 11 と押圧部材 13 との間に挟持されたときに、押圧部材 13 と重なる位置に設けられている。そのため、貫通孔 4 は、放熱体 11 に固定部材 12 を介して接続されている押圧部材 13 に対する半導体装置 100 の位置決めの際に用いられるガイドとして機能し得る。特に、貫通孔 4 の孔径 H_2 を押圧部材 13 の幅（短手方向の幅）と同等程度とした場合には、半導体モジュール 500 を上面視したときに押圧部材 13 の下から貫通孔 4 が全く表出していない状態となるように半導体モジュール 500 を設計しておくことで、組み立て時においてより容易に位置あわせを行うことができる。なお、貫通孔 4 は、上面 3 A から所定の距離だけ下面 3 B 側まで延びるように形成されており、下面 3 B まで貫通していなくてもよい。言い換えると、貫通孔 4 は上面 3 A に対する凹部として形成されていてもよい。この場合には、凹部としての貫通孔 4 は封止体 3 からなる底面を有するが、好ましくは上面 3 A と当該底面との距離は、半導体装置 100 においてフレーム 2 と上面 3 A との距離よりも短く設けられている。このようにしても、高い絶縁耐力を有するとともに、半導体モジュール 500 を組み立てる際に容易に位置決めすることができる半導体装置 100 を得ることができる。

【0033】

（実施の形態 2）

次に、図 3 を参照して、実施の形態 2 に係る半導体装置 100 について説明する。実施

10

20

30

40

50

の形態 2 に係る半導体装置 100 は、実施の形態 1 に係る半導体装置 100 と基本的に同様の構成を備えるが、貫通孔 4 が固定部材 12 を通すための孔であって、貫通孔 4 の内部に表出している封止体 3 の内周端面 4E が、貫通孔 4 の孔軸に対して傾斜している点で異なる。

【0034】

貫通孔 4 の孔軸は、フレーム 2 の第 1 面 2A に対して任意の角度を有して交差する方向に延びていればよいが、たとえばフレーム 2 の第 1 面 2A と封止体 3 の上面 3A および下面 3B とが平行であって、これらと垂直な方向に延びるように形成されている。

【0035】

貫通孔 4 の内周端面 4E は、封止体 3 において放熱体 11 と接触しない上面 3A および封止体 3 において放熱体 11 と接触する下面 3B に対して垂直ではなく、所定の角度を有して傾斜している。内周端面 4E が、上面 3A と交差する角度は鈍角であり、下面 3B と交差する角度は鋭角であるように設けられているのが好ましい。異なる観点から言えば、上面 3A での貫通孔 4 の開口面積が下面 3B での貫通孔 4 の開口面積より大きくなるように、内周端面 4E が設けられているのが好ましい。なお、下面 3B での貫通孔 4 の寸法は固定部材 12 の軸の寸法と同等以上の大きさとして設けられている。

【0036】

このようにすれば、上面 3A での貫通孔 4 の開口面積が従来のパワー半導体装置に設けられている固定部材を通すための貫通孔と同等に設けられていても、貫通孔 4 の内周端面 4E が上面 3A および下面 3B と垂直な方向に延びるように形成されている従来のパワー半導体装置と比べて、フレーム 2 の端部 2E と内周端面 4E との間の最短距離 L1 を長くすることができる。その結果、貫通孔 4 に固定部材 12 を通したときにも、フレーム 2 の端部 2E と固定部材 12 との間の距離は従来のパワー半導体装置と同等としながらも、両者の間に設けられている封止体 3 をより厚く形成することができるため、半導体装置 100 の絶縁耐力を高めることができる。

【0037】

フレーム 2 は、半導体装置 100 において、鉛直方向の下方側に位置する半分の領域内に設けられているのが好ましい。このようにすれば、フレーム 2 の端部 2E と貫通孔 4 の内周端面 4E との最短距離 L1 をより長くすることができ、半導体装置 100 の絶縁耐力を高めることができる。

【0038】

固定部材 12 は、頭部を含めて全体が貫通孔 4 の内部に収容されていてもよいし、頭部が貫通孔 4 の外部に突出していてもよい。また、たとえば固定部材 12 の軸が貫通孔 4 の内周端面 4E に沿って延びるように形成されていてもよい。

【0039】

なお、実施の形態 2 に係る半導体装置 100 は、貫通孔 4 内に挿入された固定部材 12 により放熱体 11 と接続固定されるため、押圧部材 13 を不要とすることができる。

【0040】

(実施の形態 3)

次に、図 4 および図 5 を参照して、実施の形態 3 に係る半導体装置 100 について説明する。実施の形態 3 に係る半導体装置 100 は、実施の形態 2 に係る半導体装置 100 と基本的に同様の構成を備えるが、貫通孔 4 に隣接するフレーム 2 の第 1 面 2A に、封止体 3 を形成するときに封止体 3 となるべき流動性材料の流動方向を制限する整流パターン 20 が形成されている点で異なる。

【0041】

整流パターン 20 は、フレーム 2 の第 1 面 2A 上において複数設けられている。各整流パターン 20 は、所定の間隔を空けて互いに独立に設けられている。各整流パターン 20 は、フレーム 2 の第 1 面 2A から第 1 面 2A に垂直な方向に突出するように設けられており、かつ貫通孔 4 の近傍に位置するフレーム 2 の端部 2E に向かって延びるように設けられている。なお、整流パターン 20 は、流動性材料の流動方向を制限できれば、任意の形

10

20

30

40

50

状とすることができる。

【0042】

このようにすれば、半導体素子1とフレーム2とを含む封止対象材8が保持されている金型の内部の空間に封止体3となるべき流動性材料を供給する際、流動性材料の流動方向が整流パターン20によって制限される。このとき、流動性材料は、貫通孔4が形成される領域の近傍に位置するフレーム2の端部2Eに向かって延びるように形成されている整流パターン20に導かれて金型内を流動する。この結果、フレーム2と貫通孔4の内周端面4Eとの最短距離L1が従来の半導体装置と比べて長くなることによって、封止体3となるべき流動性材料がフレーム2に沿って流動する距離が短くなっても、それに伴う流動性材料の流動方向の変化を抑制することができる。言い換えると、フレーム2に形成されている整流パターン20が、従来の半導体装置においてフレームが担っていた樹脂封止工程における封止体となるべき流動性材料の流動方向の制御という役割を負うことができるため、フレーム2自体の長さを短くしても貫通孔4の周囲に効率的に流動性材料を流動させることができる。これにより、半導体装置100は高い絶縁耐力を有するとともに、貫通孔4の成形性を高めることができる。

10

【0043】

フレーム2の第1面2Aにおける平面形状は、任意の形状を採ることができる。たとえば、フレーム2は、半導体装置100を上面3A側から見たときに、円形状に設けられている貫通孔4と対向する2辺を含む端部2Eを有し、かつ当該2辺が直交するように設けられていてもよい。

20

【0044】

この場合、フレーム2と貫通孔4の内周端面4Eとの最短距離L1が上述のように従来の半導体装置よりも長いことにより、貫通孔4に固定部材12を挿入して放熱体11などに緊締し半導体素子1を固定する場合にも、フレーム2と固定部材12との距離は上記最短距離L1以上となる。そのため、半導体装置100は高い絶縁耐力を有することができる。さらにフレーム2と貫通孔4の内周端面4Eとが封止体3を介して対向する領域の大部分では、両者の距離が当該最短距離L1よりも長く設けられているため、絶縁破壊が生じるリスクをより低減することができる。

【0045】

なお、整流パターン20はフレーム2の第1面2Aおよび第2面2Bのうち少なくとも一方に形成されていればよい。また、フレーム2がダイパッド5（図7参照）とフレーム本体部6とを有する場合には、貫通孔4に近接するダイパッド5およびフレーム本体部6の少なくとも一方に形成されていればよく、さらにそれらの少なくとも一方の表面上に形成されていればよい。

30

【0046】

（実施の形態4）

次に、図6を参照して、実施の形態4に係る半導体装置100について説明する。実施の形態4に係る半導体装置100は、実施の形態2に係る半導体装置100と基本的に同様の構成を備えるが、貫通孔4の内部に表出している封止体3の内周端面4Eと対向配置されているフレーム2の端部2Eが第1面2Aと交差する方向に屈曲している点で異なる。

40

【0047】

フレーム2は、板状に設けられている導電性部材が、その端部2Eから所定の距離だけ離れた点（以下、屈曲点という）で上方もしくは下方に屈曲した構造を有している。フレーム2を構成する当該導電性部材は、屈曲されていない状態において、従来の半導体装置におけるフレームと同等の構成を有していてもよく、具体的には同等の寸法を有していてもよい。このようにしても、フレーム2を平面視したときのフレーム2における上記屈曲点から端部2Eが位置する点までの最短距離は、フレーム2の屈曲点から端部2Eまでに位置する屈曲部を斜辺とする三角形の底辺の長さに相当するため、当該屈曲点から端部2Eまでの長さ、すなわち屈曲されていない従来のフレームにおける当該最短距離よりも短

50

くなっている。そのため、貫通孔 4 内に固定部材 1 2 を設けて半導体装置 1 0 0 を放熱体 1 1 等に固定する場合であって、従来の半導体装置と同等の寸法を有する貫通孔 4 および固定部材 1 2 とを用いる場合であっても、フレーム 2 と固定部材 1 2 との最短距離を長くすることができ、半導体装置 1 0 0 の絶縁耐力を高めることができる。

【0048】

なお、フレーム 2 の上記屈曲部の形状は、任意の形状とすることができ、たとえば下方に屈曲されていてもよいし、第 1 面 2 A に対して垂直に屈曲されていてもよい。このようにしても、貫通孔 4 内に配置されている固定部材 1 2 に対してフレーム 2 の端部 2 E を従来の半導体装置よりも十分に離すことができる。その結果、従来の半導体装置に対して寸法の変更等を行うことなく絶縁耐力を高めることができる。

10

【0049】

上述した実施の形態 2 ~ 実施の形態 4 に係る半導体装置 1 0 0 では、半導体モジュール 5 0 0 は押圧部材 1 3 を用いずに固定部材 1 2 のみによって放熱体 1 1 に対して固定されているが、これに限られるものではない。各実施の形態に係る半導体装置 1 0 0 は、実施の形態 1 に係る半導体装置 1 0 0 と同様に押圧部材 1 3 を用いて半導体モジュール 5 0 0 として構成されてもよい。

【0050】

(実施の形態 5)

次に、図 7 を参照して、実施の形態 5 に係る半導体装置 2 0 0 について説明する。実施の形態 5 に係る半導体装置 2 0 0 は、半導体素子 1 と、フレーム 2 と、半導体素子 1 およびフレーム 2 を封止する封止体 3 とを備える。フレーム 2 は、表面上に少なくとも 1 つの半導体素子 1 を保持しているダイパッド 5 と、ダイパッド 5 と接続されているフレーム本体部 6 とを含み、半導体素子 1 と電氣的に接続されている。

20

【0051】

半導体装置 2 0 0 において、ダイパッド 5 は、フレーム本体部 6 の鉛直方向の下方に位置しており、フレーム本体部 6 と接続されている。ダイパッド 5 において、フレーム本体部 6 との接続部側に位置する第 1 端部 5 1 と第 1 端部 5 1 と反対側に位置する第 2 端部 5 2 とを有している。

【0052】

ダイパッド 5 は、フレーム本体部 6 や封止体 3 の下面 3 B と平行に設けられていなくてもよい。つまり、第 2 端部 5 2 は、フレーム本体部 6 に垂直な方向において第 1 端部 5 1 よりもフレーム本体部 6 に近接する側に位置していてもよいし離間する側に位置してもよい。このとき、フレーム 2 は、フレーム本体部 6 と垂直な方向において、ダイパッド 5 の第 2 端部 5 2 が第 1 端部 5 1 に対して所定の位置関係にあるように設けられている。

30

【0053】

具体的には、第 2 端部 5 2 は、フレーム本体部 6 と垂直な方向において、第 1 端部 5 1 よりもフレーム本体部 6 に $50\ \mu\text{m}$ を上限値として近接するように設けられていてもよい。また、第 2 端部 5 2 は、第 1 端部 5 1 よりもフレーム本体部 6 から離れる方向に $100\ \mu\text{m}$ を上限値として離間するように設けられていてもよい。言い換えると、フレーム本体部 6 と垂直な方向（半導体装置 2 0 0 を組み立てたときの鉛直方向）において、第 1 端部 5 1 が位置する点をゼロ点としてかつフレーム本体部 6 と離間する側を正としたときに、第 2 端部 5 2 は $-50\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下の範囲（図 7 中の範囲 t 3）内に設けられている。

40

【0054】

実施の形態 5 に係る半導体装置 2 0 0 は、このようなフレーム 2 におけるフレーム本体部 6 と封止体 3 の下面 3 B とが略平行となるように構成されている。このとき、ダイパッド 5 の第 2 端部 5 2 と封止体 3 の外周面との最短距離は、第 2 端部 5 2 と下面 3 B との最短距離 t 2 であり、第 1 端部 5 1 と封止体 3 の外周面（下面 3 B）との最短距離 t 1 より $100\ \mu\text{m}$ 短い下限距離以上、かつ第 1 端部 5 1 と封止体 3 の外周面（下面 3 B）との最短距離 t 1 より $50\ \mu\text{m}$ 長い上限距離以下となる。

50

【0055】

ダイパッド5の第1端部51と封止体3の外周面との最短距離は、第1端部51と下面3Bとの最短距離 t_1 である。第1端部51と下面3Bとの最短距離 t_1 は、従来の半導体装置と同様の値とすることができ、たとえば $500\mu\text{m}$ 以上である。第1端部51と下面3Bとの最短距離 t_1 を $500\mu\text{m}$ とした場合に、第2端部52と下面3Bとの最短距離 t_2 を $400\mu\text{m}$ 以上 $550\mu\text{m}$ 以下とすることができる。

【0056】

つまり、実施の形態5に係る半導体装置200は、ダイパッド5の第1端部51と第2端部52とが上述した相対的な距離関係を有するように設けられたフレーム2を備えている。

10

【0057】

ここで、従来の半導体装置に用いられているフレームでは、ダイパッドの第2端部が、フレーム本体部と垂直な方向において、第1端部よりもフレーム本体部に近接するように設けられていない。つまり、従来のフレームにおけるダイパッドは、フレーム本体部と垂直な方向において、第1端部と重なっている $0\mu\text{m}$ を下限値とし、かつ第1端部よりもフレーム本体部から離れる方向にたとえば $150\mu\text{m}$ を上限値として離間するように設けられていた。この場合、封止体の厚みを増すことなく第2端部と封止体の下面との最短距離を長くして絶縁耐力を高めることは、困難であった。

【0058】

これに対し、半導体装置200に用いられているフレーム2は、ダイパッド5の第1端部51と第2端部52とが上記の関係を有しているため、封止体3の厚みを増すことなく第2端部52と封止体3の下面3Bとの最短距離 t_2 を長くすることができる。その結果、半導体装置200のパッケージ絶縁不良率を低減することができる。

20

【0059】

次に、図8および図9を参照して、実施の形態5に係る半導体装置の製造装置300（以下、単に製造装置という）について説明する。製造装置300は、実施の形態5に係る半導体装置200を製造するために用いられるものである。具体的には、半導体素子1とフレーム2とを含む封止対象材8を覆うように封止体3を形成する際に用いる製造装置である。製造装置300は、金型21と、封止体3となるべき流動性材料を供給するための供給部30と、金型21および供給部30を制御する制御部40とを備える。

30

【0060】

金型21は、上記封止対象材8を配置する空間Sと、空間Sと外部とを接続するための接続経路22とが内部に形成されている。このとき、金型21は、空間Sにおいて、フレーム本体部6よりもダイパッド5が鉛直方向上側に位置した封止対象材8を保持可能である。つまり、金型21は、空間Sにおいて、フレーム本体部6よりもダイパッド5が鉛直方向上側に位置した封止対象材8を保持可能である。このとき、図9を参照して、接続経路22は、たとえば上記封止対象材8を金型21に配置したときに、フレーム2の延在方向に沿うように設けられていてもよい。図9に示す接続経路22は水平方向に延びるように形成されている。金型21は、たとえば上金型と下金型とからなり、上記空間Sは上金型の端面21Aと下金型の端面21Bとに囲まれた領域である。

40

【0061】

供給部30は、金型21の接続経路22を経て空間Sに封止体3となるべき流動性材料を供給する。制御部40は、金型21および供給部30を制御する。具体的には、たとえば金型21に対する加熱条件、加圧条件や、封止体となるべき流動性材料の供給量を制御している。

【0062】

次に、図8～図10を参照して、実施の形態5に係る半導体装置の製造方法について説明する。実施の形態5に係る半導体装置の製造方法は、ダイパッド5に保持されている半導体素子1と、ダイパッド5を有するフレーム2とを含む封止対象材8が封止体3により封止されてなる半導体装置の製造方法であり、上述した実施の形態5に係る半導体装置の

50

製造装置 300 を用いて実施される。

【0063】

はじめに、金型 21 の内部にフレーム本体部 6 よりもダイパッド 5 が鉛直方向上側に位置するように封止対象材 8 を配置する（工程（S10））。つまり、金型 21 に配置され保持された封止対象材 8 は、半導体素子 1 およびフレーム 2 が半導体装置 200 におけるそれらに対して上下反転するように配置される。これにより、フレーム本体部 6 よりもダイパッド 5 が鉛直方向上側に位置するように封止対象材 8 が配置されているため、ダイパッド 5 の第 2 端部 52 は、重力を受けて第 1 端部 51 よりも鉛直方向下方、すなわちフレーム本体部 6 側に位置することになる。なお、フレーム 2 は、このときのフレーム本体部 6 に垂直な方向におけるダイパッド 5 の第 2 端部 52 とフレーム本体部 6 との距離が、第 1 端部 51 とフレーム本体部 6 との距離よりも 50 μm 短い下限距離以上となるように設けられている。言い換えると、金型 21 に封止対象材 8 を配置したときに、金型 21 の上金型の端面 21A とダイパッド 5 の第 2 端部 52 との最短距離は、端面 21A と第 1 端部 51 との最短距離よりも長くなるように設けられている。

10

【0064】

次に、封止対象材 8 が配置されている金型 21 の内部に封止体 3 となるべき流動性の材料を導入した後、当該材料を固化することにより封止体 3 によって封止対象材 8 を封止する（工程（S20））。封止体 3 となるべき材料は、たとえばエポキシ樹脂であり、矢印 A の方向から接続経路 22 を通って空間 S に導入される。このとき、金型 21 の空間 S 内では、先の工程（S10）によってダイパッド 5 の第 2 端部 52 が第 1 端部 51 よりもフレーム本体部 6 側に配置された状態にある。そのため、本工程（S20）において、このような状態にある封止対象材 8 の周囲に封止体 3 となるべき流動性材料が導入され硬化されることにより、得られた半導体装置 200 においてダイパッド 5 の第 2 端部 52 と封止体 3 の下面 3B との最短距離 t_2 は、第 1 端部 51 と封止体 3 の下面 3B との最短距離 t_1 よりも最大で 50 μm 長くすることができる。つまり、本工程（S20）により、金型 21 の上金型の上端面 21A とダイパッド 5 の第 2 端部 52 との最短距離が封止体 3 の下面 3B とダイパッド 5 の第 2 端部 52 との最短距離 t_2 となり、金型 21 の上金型の上端面 21A と第 1 端部 51 との最短距離が封止体 3 の下面 3B とダイパッド 5 の第 1 端部 51 との最短距離 t_1 となるため、ダイパッド 5 の第 2 端部 52 と封止体 3 の下面 3B との最短距離 t_2 が第 1 端部 51 と封止体 3 の下面 3B との最短距離 t_1 よりも最大で 50 μm 長い半導体装置 200 を得ることができる。

20

30

【0065】

その結果、封止する工程（S20）において、ダイパッド 5 の第 2 端部 52 が半導体素子 1 の重さや自重を受けて鉛直方向下方側に変形しても、ダイパッド 5 の第 2 端部 52 と封止体 3 の下面 3B との最短距離の短縮を防止することができるため、半導体装置 200 の絶縁耐力の低下を防ぐことができる。

【0066】

なお、実施の形態 5 に係る半導体装置 200 は、上述のように、第 2 端部 52 が第 1 端部 51 よりもフレーム本体部 6 から離れる方向に 100 μm を上限値として離間するように設けられていてもよいが、このような半導体装置 200 も実施の形態 5 に係る半導体装置の製造方法により得ることができる。この場合には、たとえば、工程（S10）において封止対象材 8 を金型 21 に配置したときに、鉛直方向において第 1 端部 51 が位置する点をゼロ点としかつ下方を正として、第 2 端部 52 が - 50 μm 以上 100 μm 以下の範囲内に設けられていればよい。このようにすれば、ダイパッド 5 の第 2 端部 52 と封止体 3 の下面 3B との最短距離 t_2 が第 1 端部 51 と封止体 3 の下面 3B との最短距離 t_1 より短い場合であっても、両距離の差（ $t_1 - t_2$ ）が 100 μm 以下に抑えられている半導体装置 200 を得ることができる。

40

【0067】

実施の形態 5 に係る製造装置 300 において、接続経路 22 はフレーム 2 が延びる方向に沿って設けられているが、これに限られるものではない。図 11 を参照して、接続経路

50

22は、たとえば金型21において空間Sに対し鉛直方向上方に設けられていてもよい。このようにしても、ダイパッド5の第2端部52が第1端部51よりも鉛直方向下方に配置された状態で、金型21の空間S内に矢印Aの方向へ流動性材料を供給することができるため、実施の形態5に係る製造装置300と同様の効果を奏することができる。好ましくは、接続経路22はダイパッド5の直上に位置するように金型21（たとえば上金型）に設けられている。このようにすれば、鉛直方向上方から下方に向けて流動性材料が供給される際に、ダイパッド5が流動性材料により下方に押圧されるため、ダイパッド5の第2端部52と封止体3の下面3Bとの近接をより確実に抑制することができる。その結果、高い絶縁耐力を有し、パッケージ絶縁不良率が低減された半導体装置200を得ることができる。なお、この場合の金型21は、たとえば分割面を有した割型であってもよい。

10

【0068】

以上のように本発明の実施の形態について説明を行なったが、上述の実施の形態を様々に変形することも可能である。また、本発明の範囲は上述の実施の形態に限定されるものではない。本発明の範囲は、特許請求の範囲によって示され、特許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を含むことが意図される。

【産業上の利用可能性】

【0069】

本発明は、フルモールド型の半導体装置に特に有利に適用される。

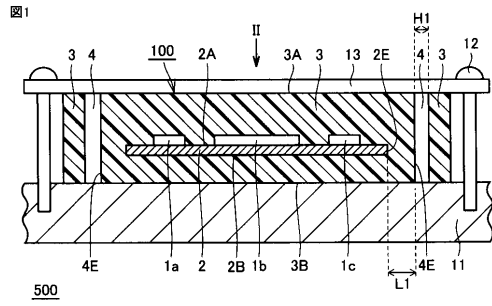
【符号の説明】

【0070】

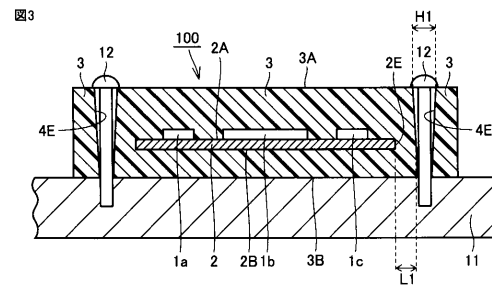
20

1 半導体素子、2 フレーム、2A 第1面、2B 第2面、2E 端部、3 封止体、3A 上面、3B 下面、3C 側方端面、4 貫通孔、4E 内周端面、5 ダイパッド、6 フレーム本体部、7 接続部、8 封止対象材、11 放熱体、12 固定部材、13 押圧部材、20 整流パターン、21 金型、22 接続経路、30 供給部、40 制御部、51 第1端部、52 第2端部、100, 200 半導体装置、300 製造装置、500 半導体モジュール。

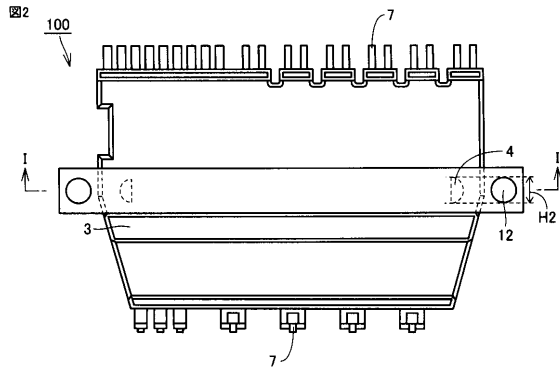
【図 1】



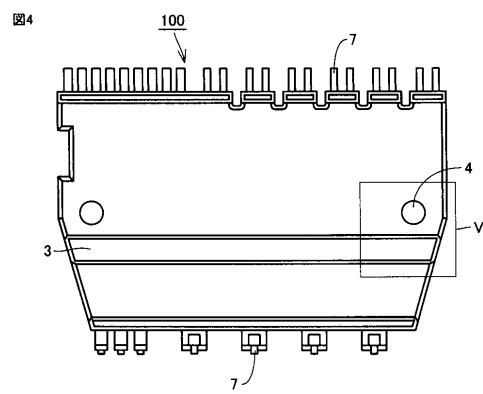
【図 3】



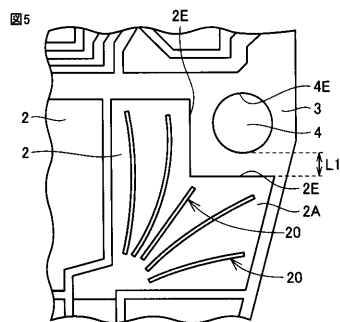
【図 2】



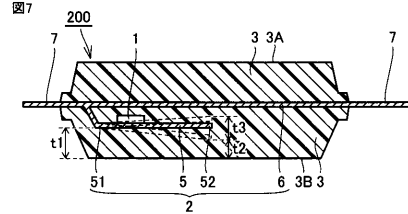
【図 4】



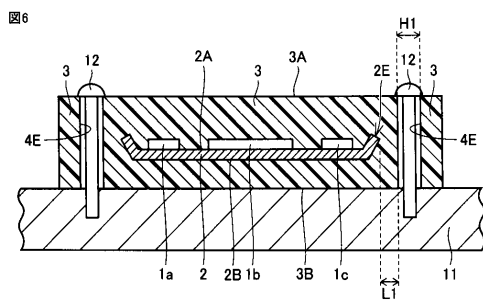
【図 5】



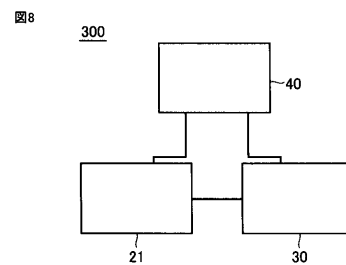
【図 7】



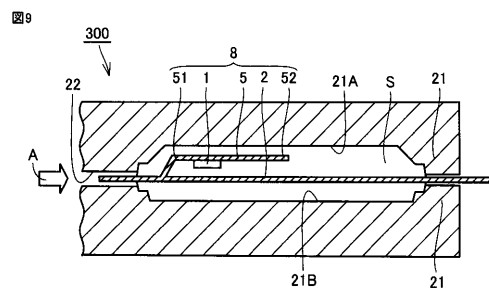
【図 6】



【図 8】

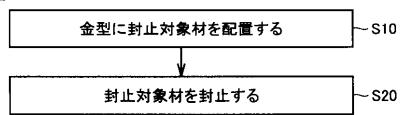


【図 9】



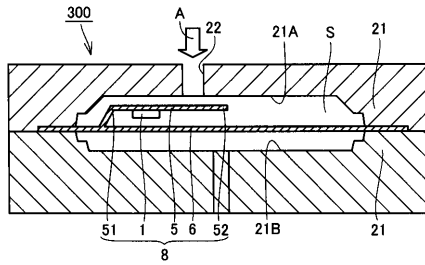
【 図 1 0 】

10



【 図 1 1 】

图 11



フロントページの続き

審査官 井上 和俊

(56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 3 2 0 1 8 5 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 2 / 0 0 8 6 0 0 3 (U S , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 L 2 5 / 0 7
H 0 1 L 2 3 / 2 8
H 0 1 L 2 3 / 2 9
H 0 1 L 2 3 / 3 1
H 0 1 L 2 5 / 1 8