

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放熱板と、
前記放熱板の被実装面上に設けられた半導体素子と、
前記放熱体及び前記半導体素子を包み、前記放熱板の前記被実装面とは反対側の面側の部分の厚みが、前記放熱板の前記被実装面側の部分の厚みよりも小さい、封止体と、
を備え、
前記放熱板の前記被実装面とは反対側の前記面に、第 1 の凹凸が形成され、
前記放熱板の前記被実装面とは反対側の前記面と交差する面に前記第 1 の凹凸よりも大きい第 2 の凹凸が形成された半導体装置。

10

【請求項 2】

前記放熱板の前記第 2 の凹凸が形成された前記面の面粗さは、前記第 1 の凹凸が形成された前記面の面粗さよりも大きい請求項 1 記載の半導体装置。

【請求項 3】

前記封止体の線膨張係数は、前記放熱板の線膨張係数よりも大きい請求項 1 または 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

前記封止体は、樹脂と、セラミックスのフィラーと、を有する請求項 1～3 のいずれか 1 つに記載の半導体装置。

【請求項 5】

前記封止体は、前記放熱板の前記被実装面とは反対側の面側の第 1 の部分と、前記放熱板の前記被実装面側の部分の少なくとも一部を含み前記第 1 の部分とは異なる材料からなる第 2 の部分と、を有する請求項 1～4 のいずれか 1 つに記載の半導体装置。

20

【請求項 6】

前記第 1 の部分の熱伝導率は、前記第 2 の部分の熱伝導率よりも高い請求項 5 記載の半導体装置。

【請求項 7】

前記封止体の前記被実装面とは反対側の面を放熱手段に熱的に接触させて用いる請求項 1～6 のいずれか 1 つに記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、半導体装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体素子を樹脂などにより封止した半導体装置は、放熱性や絶縁性が要求されることが多い。例えば、電力制御などに用いられる、M O S F E T (Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor) や、H E M T (High Electron Mobility Transistor)、I G B T (Insulated Gate Bipolar Transistor) などのスイッチング素子や、ダイオードなどの半導体素子を用いた半導体装置においては、高い放熱性と電気的な絶縁性が要求される。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 9-102580 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の実施形態は、放熱性と絶縁性の両立が可能な半導体装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

50

【0005】

本発明の実施形態によれば、放熱板と、前記放熱板の被実装面上に設けられた半導体素子と、前記放熱体及び前記半導体素子を包み、前記放熱板の前記被実装面とは反対側の面側の部分の厚みが、前記放熱板の前記被実装面側の部分の厚みよりも小さい、封止体と、を備え、前記放熱板の前記被実装面とは反対側の前記面に、第1の凹凸が形成され、前記放熱板の前記被実装面とは反対側の前記面と交差する面に前記第1の凹凸よりも大きい第2の凹凸が形成された半導体装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】第1の実施形態に係る半導体装置を示す模式的断面図である。

10

【図2】半導体装置の内部構造を表す模式平面図である。

【図3】本実施形態の半導体装置100の使用態様を例示する模式断面図である。

【図4】半導体装置100の製造方法を表す模式図である。

【図5】半導体装置100の製造方法を表す模式図である。

【図6】本実施形態の半導体装置100のもうひとつの製造方法を表す模式図である。

【図7】封止体60の熱収縮に伴う応力の分布を表す概念図である。

【図8】凹凸22の形状を例示した模式部分断面図である。

【図9】第2実施形態に係る半導体装置を例示する模式断面図である。

【図10】本実施形態の半導体装置200の製造方法を例示する模式図である。

【図11】本実施形態の半導体装置200のもうひとつの製造方法を例示する模式図である。

20

【図12】第3実施形態に係る半導体装置を例示する模式断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下に、本発明の各実施の形態について図面を参照しつつ説明する。

なお、図面は模式的または概念的なものであり、各部分の厚みと幅との関係、部分間の大きさの比率などは、必ずしも現実のものとは限らない。また、同じ部分を表す場合であっても、図面により互いの寸法や比率が異なって表される場合もある。

なお、本願明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は適宜省略する。

30

【0008】

図1は、第1の実施形態に係る半導体装置を例示する模式断面図である。

また、図2は、その内部構造を表す模式平面図である。なお、図1は、図2におけるA-A線切断端面を表す。

【0009】

本実施形態の半導体装置100は、ダイパッド（放熱板）20と、その被実装面にマウント（実装）された半導体素子30、31と、リード40、41、42と、半導体素子30とリード40とを電気的に接続するワイヤ50と、リード40、41、42の端部を露出させつつ、残余の部分封止する封止体60と、を備える。図2においては、封止体60の外縁を2点鎖線により表した。

40

【0010】

ダイパッド20は、半導体素子30、31を支持する役割を有し、導電性の材料からなる。ダイパッド20の材料として金属を用いると、半導体素子30、31から放出された熱の外部への放散を促進できる。そのような金属としては、例えば、銅（Cu）あるいはその合金や、鉄（Fe）あるいはその合金を挙げることができる。

【0011】

半導体素子30、31は、例えば、スイッチング素子やダイオードなどである。図2に表した具体例の場合、半導体素子30はIGBTであり、半導体素子31はダイオードである。ただし、本発明はこの具体例には限定されず、各種の半導体素子を同様に用いることができる。半導体素子30、31は、ダイパッド20に対して、例えば、ハンダにより

50

接合される。あるいはより広義に、金属材料を接合媒体として半導体素子 30、31 をダイパッド 20 に接合してもよい。

リード 40 は、ワイヤ 50 により半導体素子 30 に接続されている。リード 41 は、ダイパッド 20 に接続されている。リード 42 は、接続バー 52 を介して半導体素子 30、31 に接続されている。一例として、リード 40 が制御電極とされ、リード 41、42 が主電極とされる。

【0012】

リード 40、41、42 は、導電性の材料により形成される。そのような材料としては、例えば金属を挙げることができる。なお、リード 40 は、ダイパッド 20 と同種の材料により形成してもよい。

10

【0013】

ワイヤ 50 も、導電性の材料により形成される。そのような材料としては、例えば金属を挙げることができる。ワイヤ 50 を、金 (Au) やアルミニウム (Al)、銅 (Cu) などにより形成すると、大電流を容易に流すことができる。なお、リード 40、41、42 とワイヤ 50 は、本実施形態において必須ではない。

【0014】

封止体 60 は、ダイパッド 20、半導体素子 30、31、リード 40、41、42 の内側部分、ワイヤ 50 を封止する、すなわちこれらの要素を包み込むように設けられている。封止体 60 の材料としては、例えば、樹脂を用いることができる。樹脂の一例としては、エポキシ樹脂、ポリフェニレン・サルファイド (PPS)、ポリスチレン、液晶ポリマーなどを用いることができる。これらのうちで、エポキシ樹脂とポリフェニレン・サルファイドは、特に熱伝導性と電氣的な絶縁性の点で優れる。

20

【0015】

封止体 60 にフィラーを添加することにより、熱伝導性を向上できる。絶縁性も担保することを考慮すると、フィラーの材料は絶縁体であることが望ましく、具体的には、セラミクスを用いることが望ましい。そのようなセラミクスとしては、例えば、アルミナ、マグネシア、シリカ (SiC)、窒化アルミニウムなどを挙げることができる。これらのうちで、アルミナまたはシリカをフィラーとして添加すると、熱伝導性を向上させる効果や、樹脂の熱応力を低減させる効果が高い。

【0016】

本実施形態の半導体装置 100 においては、封止体 60 のうちの、ダイパッド 20 よりも下の部分すなわちダイパッド 20 の被実装面とは反対側の面側の部分 60a の厚み T1 は、ダイパッド 20 よりも上の部分すなわちダイパッド 20 の被実装面側の部分 60b の厚み T2 よりも、小さい。ダイパッド 20 の下側の部分 60a の厚み T1 を小さくすることにより、半導体素子 30、31 からダイパッド 20 の方向に放出された熱を、低い熱抵抗で下方に放散させることができる。例えば、封止体 60 の材料としてエポキシ樹脂を用い、フィラーとしてアルミナなどを添加すると、封止体 60 の熱伝導率を $3\text{ W/mK} \sim 10\text{ W/mK}$ 程度まで高めることが可能である。そして、厚み T1 を 1 ミリメートル以下、さらに 500 マイクロメートル程度まで薄くすることにより、高い放熱性を確保できる。

30

【0017】

封止体 60 の厚み T1 は、薄くするほど、放熱性が向上する。ただし、厚み T1 が薄くなると、電氣的な絶縁性や絶縁耐圧が低下する傾向がある。この観点からは、例えば封止体 60 の材料としてエポキシ樹脂を用いた場合、厚み T1 は、0.1 ~ 0.5 ミリメートルの範囲とすることが望ましい。

40

一方、ダイパッド 20 よりも上の部分 60b の封止体 60 の厚み T2 は、半導体素子 30、31 やワイヤ 50 を封止するために必要な高さとされる。一例として、厚み T2 は、およそ 5 ミリメートルとすることができ。

【0018】

そして、本実施形態においては、ダイパッド 20 の下面 20a には凹凸 (第 1 の凹凸) 21 が形成され、側面すなわちダイパッド 20 の被実装面とは反対側の面と交差する面 2

50

0 bにも凹凸（第2の凹凸）22が形成されている。凹凸22は凹凸21よりも大きい。これについては、後に詳述する。

【0019】

図3は、本実施形態の半導体装置100の使用態様を例示する模式断面図である。

半導体装置100は、例えば、放熱グリース700によりヒートシンク800に接合して用いることができる。ヒートシンク800は、その内部に放熱流路810が形成され、放熱フィン820が適宜設けられている。放熱流路810は、液体や気体などの冷媒900が適宜流される。

【0020】

半導体素子30、31において発生した熱は、ダイパッド20の下面20aから封止体60を介して放出される。放出された熱は、放熱グリース700を介してヒートシンク800に放散される。

本実施形態によれば、ダイパッドの下の部分60aの封止体60の厚みT1を薄くすることにより、放熱効率を向上できる。

【0021】

次に、本実施形態の半導体装置100の製造方法について説明する。

図4及び図5は、半導体装置100の製造方法を表す模式図である。

【0022】

まず、図4(a)に表したように、リードフレーム400のダイパッド20の被実装面に半導体素子30(31)をマウントする。そして、半導体素子30とリード40とをワイヤ50により接続する。なお、図2に関して前述した接続バー52の接合なども、適宜実施する。

【0023】

その後、図4(b)に表したように、金型600のキャビティにリードフレーム400を載置する。金型600は、例えば下型610と上型620とに分かれ、リードフレーム400をこれらの間に挟むようにして固定できる。

【0024】

図5は、リードフレーム400と金型600のキャビティとの関係を例示する模式図である。図5においては、金型600のキャビティ630の外縁を2点鎖線により表した。

リードフレーム400は、枠体410を有する。リード40、41、42は、この枠体410に支持されている。

【0025】

このように金型600のキャビティ630にリードフレーム400を載置した状態で、金型600を例えば180℃程度に加熱し、図示しない注入口(ゲート)からキャビティ630に樹脂を充填する。例えば、トランスファ・モールド、あるいはインジェクション・モールドなどと呼ばれる方法により、キャビティ630に樹脂を充填し、硬化させて、封止体60を形成できる。

【0026】

多くの場合、充填する樹脂として、熱硬化性の樹脂を用いる。従って、溶融した樹脂を充填した後に硬化させて封止体60を形成し、その後、冷却して金型600から取り出す。

その後、リードフレーム400の枠体410と、リード40、41、42と、を切り離して、半導体装置100が完成する。

【0027】

図6は、本実施形態の半導体装置100のもうひとつの製造方法を表す模式図である。

すなわち、図6は、圧縮成型法を用いた製造方法を表す。

【0028】

圧縮成型法を用いる場合、金型600のキャビティ630のなかに、予め顆粒状または粉末状の樹脂660を入れておく。圧縮成型法においても、多くの場合、熱硬化性樹脂が用いられる。

10

20

30

40

50

【0029】

そして、キャビティ630にリードフレーム400を載置し、例えば、180℃程度まで加熱する。樹脂660は軟化溶融してキャビティ630に行き渡り、その後、硬化して封止体60が形成される。しかる後に、冷却して金型600から取り出し、リードフレーム400の枠体410を切り離して半導体装置100が完成する。

【0030】

以上、図4～図6を参照しつつ、半導体装置100の製造方法について説明した。

いずれの方法においても、封止体60を形成する際に、例えば、180℃程度まで加熱して樹脂を硬化させ、その後、冷却する工程が必要とされる。

【0031】

ここで問題となるのは、冷却工程における封止体60の熱収縮である。

再び図1に戻って説明を続けると、前述したように、半導体装置100は、ダイパッド20を封止体60により封止した構造を有する。そして、ダイパッド20よりも上（ダイパッド20の被実装面側の部分）の封止体60の厚みT2は、ダイパッド20よりも下（ダイパッド20の被実装面とは反対側の面側の部分）の封止体60の厚みT1よりも大きい。例えば、厚みT1が0.1～0.5ミリメートル程度であるのに対して、厚みT2は5ミリメートル程度であり、T2はT1の10倍以上となることもある。

【0032】

一方、ダイパッド20の熱膨張率は、封止体60の熱膨張率よりも小さい。例えば、封止体60をエポキシ樹脂により形成した場合、その線膨張係数は、 $40 \sim 80 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 程度である。これに対して、ダイパッド20を銅（Cu）により形成した場合、その線膨張係数は、 $16.8 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 程度と小さい。

【0033】

封止体60とダイパッド20の膨張率が同一程度であれば、その全体がほぼ均一に熱膨張あるいは熱収縮できる。しかし、封止体60よりもダイパッド20のほうが膨張率が小さい場合、封止体60の熱収縮にアンバランスが生ずる。つまり、封止体60の熱収縮の挙動は、ダイパッド20の上の部分60bと下の部分60aとで分断される。

【0034】

図7は、封止体60の熱収縮に伴う応力の分布を表す概念図である。

前述したように、封止体60のダイパッド20よりも上の部分60bの厚みT2は、ダイパッド20よりも下の部分60aの厚みT1よりもかなり大きい。つまり、封止体60のダイパッド20よりも上の部分60bの容量（体積）は、ダイパッド20よりも下の部分60aの容量（体積）よりも大きい。その結果として、封止体60の熱収縮に伴う応力は、ダイパッド20よりも上の部分60bにおける応力F2のほうが、ダイパッド20よりも下の部分60aにおける応力F1よりも大きくなる。

【0035】

ダイパッド20の熱収縮は封止体60よりも小さいため、ダイパッド20よりも上の部分60bは、ダイパッド20とともに収縮することができない。その結果として、ダイパッド20よりも下の部分60aに対して引っ張り応力F3が印加される。

【0036】

ダイパッド20よりも下の部分60aの厚みT1は小さいので、冷却に際してもともと収縮する応力F2が生じているところに、さらにこのような引っ張り応力F3が印加されると、この薄い部分60aに、割れやクラック、はがれなどの欠陥60cが生じてしまう場合がある。

【0037】

以上説明した熱収縮の問題は、半導体装置100の製造の際だけではなく、電力制御などの用途で使用された半導体装置100の温度が上昇した後の冷却の際にも、同様に生ずるおそれがある。

【0038】

これに対して、本実施形態においては、ダイパッド20の側面すなわちダイパッド20

10

20

30

40

50

の被実装面とは反対側の面と交差する面 20b に凹凸 22 が設けられている。凹凸 22 は、ダイパッド 20 の下面 20a の凹凸 21 よりも大きい。このような凹凸 22 を設けることにより、この部分で封止体 60 の樹脂を固定させ、引っ張り応力 F3 を抑制できる。つまり、凹凸 22 を設けることにより、ダイパッド 20 の側面 20b において、封止体 60 の樹脂のズレや移動を抑制できる。その結果として、封止体 60 のダイパッド 20 の下側の部分 60a に引っ張り応力 F3 が印加されることを抑制し、この薄い部分 60a に欠陥 60c が生ずることを防止できる。

【0039】

ダイパッド 20 の側面 20b に設ける凹凸 22 は、ある程度大きくしたほうが、封止体 60 の樹脂を固定する効果が大きくなるので望ましい。例えば、凹凸 22 のサイズは、表面粗さ Ra で、下面 20a の凹凸 21 の Ra の 10 倍以上とすることが望ましく、凹凸 22 の深さは、例えば 1 ミリメートル程度とすることができる。

【0040】

また、凹凸 22 の形状は、側面 20b において上方に印加される応力 F3 を抑制する必要がある。従って、凹凸 22 の形状も工夫するとよい。

図 8 は、凹凸 22 の形状を例示した模式部分断面図である。

【0041】

凹凸 22 は、図 8 (a) に表したように、ダイパッド 20 の側面 20b において、例えば、略垂直な溝状に形成することができる。ここで、凹部の上側壁面と側面 20b とのなす角度 θ は、例えば、 90° である。

【0042】

本実施形態においては、ダイパッド 20 の側面 20b に沿って上方に印加される応力 F3 を抑制することが必要であるので、凹部の上側側面と側面 20b とのなす角度を小さくすると、樹脂を引っかけて固定でき、応力 F3 の方向への移動を抑制できる。

【0043】

図 8 (b) に表したように、凹部の上側壁面と側面 20b とのなす角度 θ は、 90° 程度であり、凹部の上側壁面はなだらかな傾斜面でもよい。

また、図 8 (c) に表したように、凹部の上側壁面と側面 20b とのなす角度 θ を 90° よりも小さい鋭角とすると、応力 F3 の方向に対する樹脂の移動やずれを食い止める効果がさらに大きくなる。

【0044】

凹凸 22 の形状は、ダイパッド 20 の下面 20a に対して平行な方向に延在する部分を有するものであることが望ましい。凹凸 22 の形状の一例としては、水平方向（図 1 や図 8 の Y 方向）に延在する溝を挙げることができる。また、そのような溝は、Y 方向において不連続であってもよい。あるいは、凹凸 22 の形状は、スポット状あるいはドット状であってもよい。

【0045】

以上説明したように、本実施形態によれば、封止体 60 のダイパッド 20 の下側の部分 60a の厚みを上側の部分 60b の厚みよりも薄くすることにより、放熱性を良好とすることができる。またさらに、ダイパッド 20 の側面 20b に設ける凹凸 22 を下面 20a に設ける凹凸 21 よりも大きくすることにより、熱収縮に伴う封止体 60 の欠陥 60c を抑制できる。

【0046】

その結果として、高い歩留まりで安定的に製造でき、またさらに、加熱冷却を繰り返す使用状態においても高い信頼性で安定的に動作可能な半導体装置 100 を提供できる。

【0047】

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。

図 9 は、第 2 実施形態に係る半導体装置を例示する模式断面図である。

半導体装置 200 は、封止体 60 が第 1 の部分 62 と第 2 の部分 63 とを有する。第 1 の部分 62 は、ダイパッド 20 の下側の部分すなわちダイパッド 20 の被実装面とは反対

10

20

30

40

50

側の面側の部分 60a を含む。第 2 の部分 63 は、ダイパッド 20 の上側の部分すなわちダイパッド 20 の被実装面側の部分 60b の少なくとも一部を含む。第 1 の部分 62 の材料と、第 2 の部分 63 の材料と、は異なる。なお、本願明細書において、「異なる材料」とは、例えば、組成や添加物の量が異なる場合も含む。従って、例えば、エポキシ樹脂にフィラーを異なる濃度で添加したものは、「異なる材料」に該当する。

【0048】

第 1 の部分 62 の材料として、熱伝導性の良好なものを用いることにより、放熱効果を高めることができる。この場合、第 2 の部分 63 の材料として、より安価なものを用いれば、コストを下げつつ、放熱効果の高い半導体装置 200 が得られる。一例として、樹脂の熱伝導率を上げるフィラーの含有率が、第 1 の部分 62 では高く、第 2 の部分 63 では低いものとすることができる。あるいは、第 1 の部分には熱伝導率が高いがコストの高い樹脂を用い、第 2 の部分には熱伝導率が低いがコストに低い樹脂を用いることができる。

10

【0049】

一方、本実施形態においては、第 1 の部分 62 と第 2 の部分 63 の線膨張率を変えることができる。すなわち、第 2 の部分 63 の材料として、第 1 の部分 62 よりも線膨張率の小さい樹脂を用いることにより、図 7 に関して前述した応力 F3 の発生を緩和できる。その結果として、ダイパッド 20 の下側の部分 60a における欠陥 60c の発生を抑制できる。この場合には、第 1 実施形態に関して前述したような、ダイパッド 20 の凹凸 21、22 を設けなくてもよいことがある。

【0050】

20

図 10 は、本実施形態の半導体装置 200 の製造方法を例示する模式図である。

本実施形態の半導体装置 200 は、2 色成形（ダブルモールド）により製造できる。

具体的には、例えば、金型 600 にリードフレーム 400 を載置し、下型 610 に設けられた注入口（ゲート）から樹脂 670 を注入し、上型 620 に設けられた注入口（ゲート）からは樹脂 680 を注入する。樹脂 670 及び 680 のいずれか一方を先に注入し硬化させた後に、他方の樹脂を注入し硬化させる。樹脂 670 は封止体 60 の第 1 の部分 62 を形成し、樹脂 680 は第 2 の部分 63 を形成する。

【0051】

図 11 は、本実施形態の半導体装置 200 のもうひとつの製造方法を例示する模式図である。

30

すなわち、図 11 は、圧縮成型法を用いた製造方法を表す。

【0052】

圧縮成型法を用いる場合、金型 600 のキャビティ 630 のなかに、予め顆粒状または粉末状の樹脂 670 と樹脂 680 を入れておく。樹脂 670 はリードフレーム 400 の下側に入れておき、樹脂 680 はリードフレーム 400 の上側に入れておく。

【0053】

そして、キャビティ 630 にリードフレーム 400 を載置した状態で、例えば、180℃程度まで加熱する。樹脂 670 及び樹脂 680 はそれぞれ軟化溶融し、その後、硬化して封止体 60 が形成される。この際に、樹脂 670 は第 1 の部分 62 を形成し、樹脂 680 は第 2 の部分 63 を形成する。

40

【0054】

しかる後に、冷却して金型 600 から取り出し、リードフレーム 400 の枠体 410 を切り離して半導体装置 100 が完成する。

【0055】

以上説明したような方法により、第 2 実施形態の半導体装置 200 を製造できる。次に、本発明の第 3 の実施形態について説明する。

図 12 は、第 3 実施形態に係る半導体装置を例示する模式断面図である。

本実施形態は、第 1 実施形態と第 2 実施形態の組み合わせである。すなわち、半導体装置 300 は、ダイパッド 20 の下面 20a と側面 20b にそれぞれ凹凸 21、22 を有する。そして、第 2 実施形態と同様に、封止体 60 が第 1 の部分 62 と第 2 の部分 63 とを

50

有する。第１の部分６２は、ダイパッド２０の下側の部分６０ａを含む。第２の部分６３は、ダイパッド２０の上側の部分６０ｂの少なくとも一部を含む。

【００５６】

本実施形態によれば、封止体６０のダイパッド２０の下側の部分６０ａの厚みを上側の部分６０ｂの厚みよりも薄くすることにより、放熱性を良好とすることができる。またさらに、ダイパッド２０の側面２０ｂに設ける凹凸２２を下面２０ａに設ける凹凸２１よりも大きくすることにより、熱収縮に伴う封止体６０の欠陥６０ｃを抑制できる。

【００５７】

また、第１の部分６２の材料として、熱伝導性の良好なものを用いることにより、放熱効果を高めることができる。この場合、第２の部分６３の材料として、より安価なものを用いれば、コストを下げつつ、放熱効果の高い半導体装置２００が得られる。

10

【００５８】

一方、第２の部分６３の材料として、第１の部分６２よりも線膨張率の小さい樹脂を用いることにより、冷却に際して印加される引っ張り応力Ｆ３（図７）の発生を緩和できる。その結果として、ダイパッド２０の側面２０ｂの凹凸２２の効果と相俟って、ダイパッド２０の下側の部分６０ａにおける欠陥６０ｃの発生をさらに確実に抑制できる。

【００５９】

なお、本願明細書において、「垂直」及び「平行」は、厳密な垂直及び厳密な平行だけではなく、例えば製造工程におけるばらつきなどを含むものであり、実質的に垂直及び実質的に平行であれば良い。

20

【００６０】

以上、具体例を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明は、これらの具体例に限定されるものではない。例えば、半導体装置に含まれる各要素に関しては、当業者が公知の範囲から適宜選択することにより本発明を同様に実施し、同様の効果を得ることができる限り、本発明の範囲に包含される。

【００６１】

また、各具体例のいずれか２つ以上の要素を技術的に可能な範囲で組み合わせたものも、本発明の要旨を包含する限り本発明の範囲に含まれる。

【００６２】

その他、本発明の実施の形態として上述した半導体装置及びその製造方法を基にして、当業者が適宜設計変更して実施し得る全ての半導体装置及びその製造方法も、本発明の要旨を包含する限り、本発明の範囲に属する。

30

【００６３】

その他、本発明の思想の範疇において、当業者であれば、各種の変更例及び修正例に想到し得るものであり、それら変更例及び修正例についても本発明の範囲に属するものと了解される。

【００６４】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

40

【符号の説明】

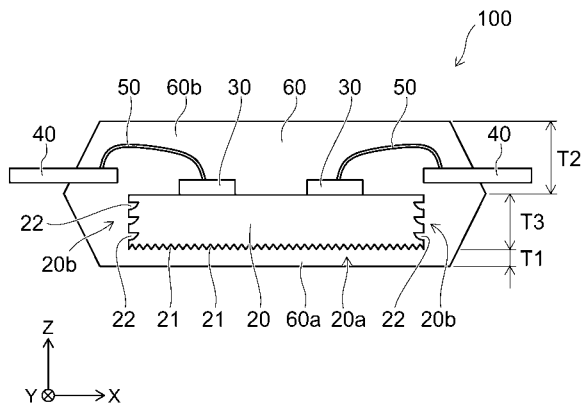
【００６５】

２０ ダイパッド、 ２０ａ 下面、 ２０ｂ 側面、 ２１、２２ 凹凸、 ３０、３１ 半導体素子、 ４０、４１、４２ リード、 ５０ ワイヤ、 ５２ 接続バー、 ６０ 封止体、 ６０ａ、６０ｂ 部分、 ６０ｃ 欠陥、 ６２、６３ 部分、 １００、２００、３００ 半導体装置、 ４００ リードフレーム、 ４１０ 枠体、 ６００ 金型、 ６１０ 下型、 ６２０ 上型、 ６３０ キャビティ、 ６６０、６７０、６８

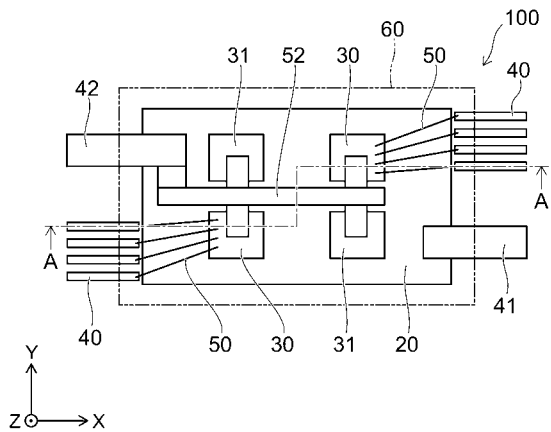
50

0 樹脂、 700 放熱グリース、 800 ヒートシンク、 810 放熱流路、 820 放熱フィン、 900 冷媒、 F1、F2、F3 応力、 T1、T2 厚み

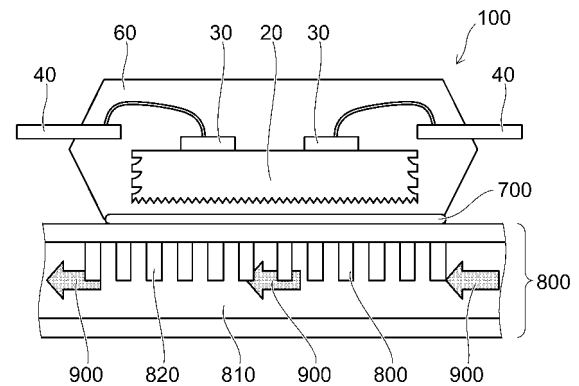
【図 1】



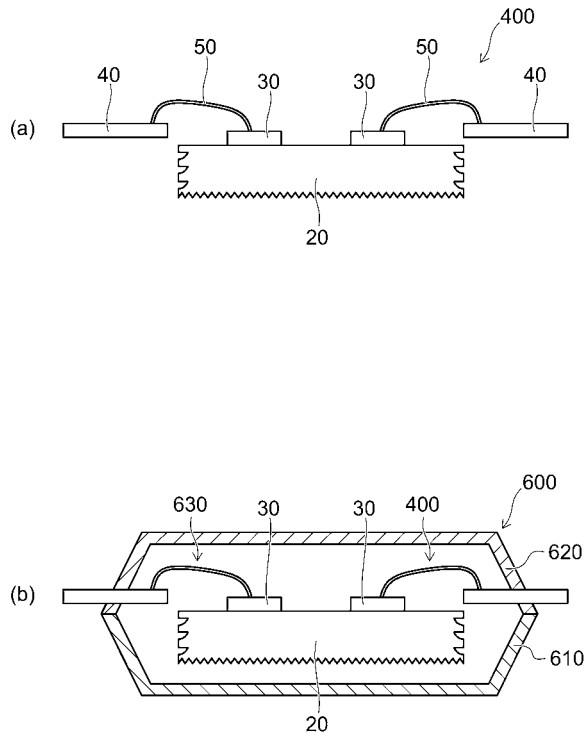
【図 2】



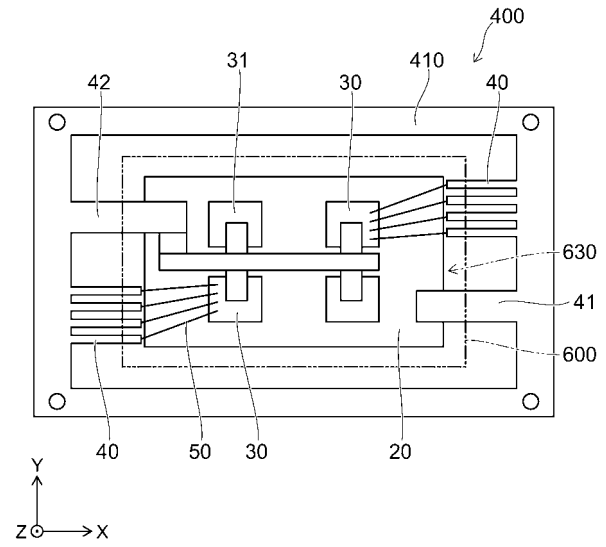
【図 3】



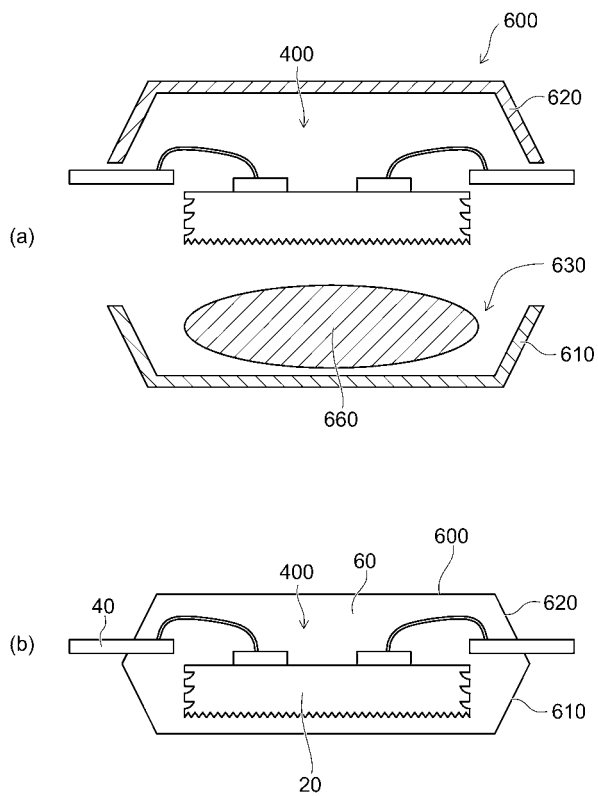
【図 4】



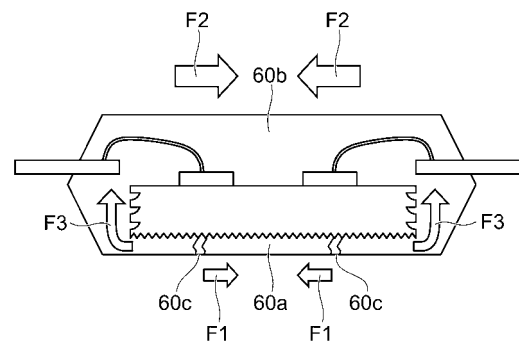
【図 5】



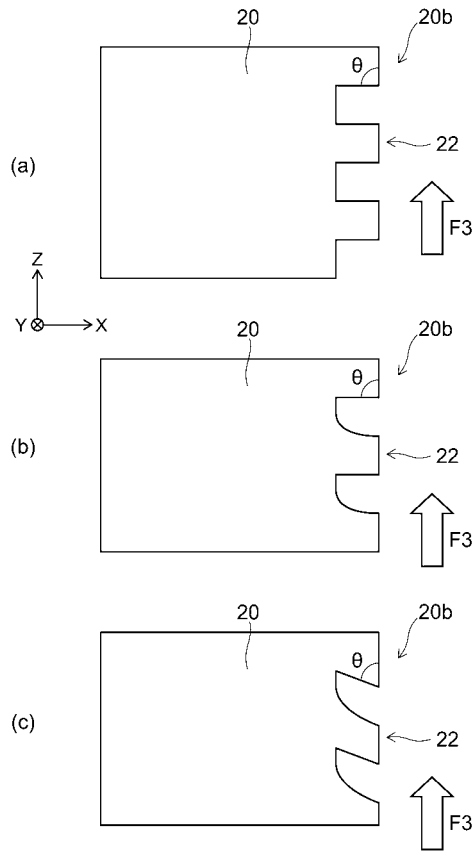
【図 6】



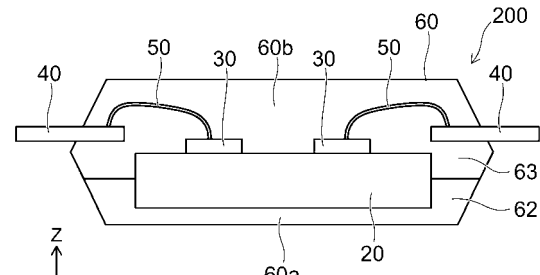
【図 7】



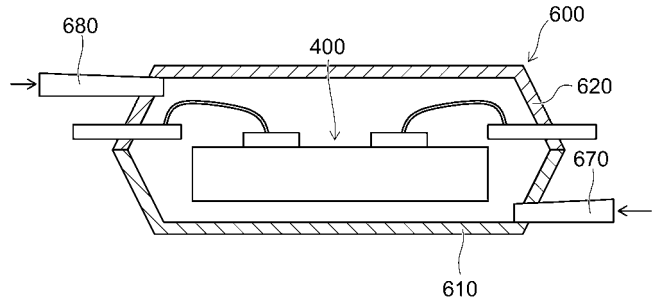
【図 8】



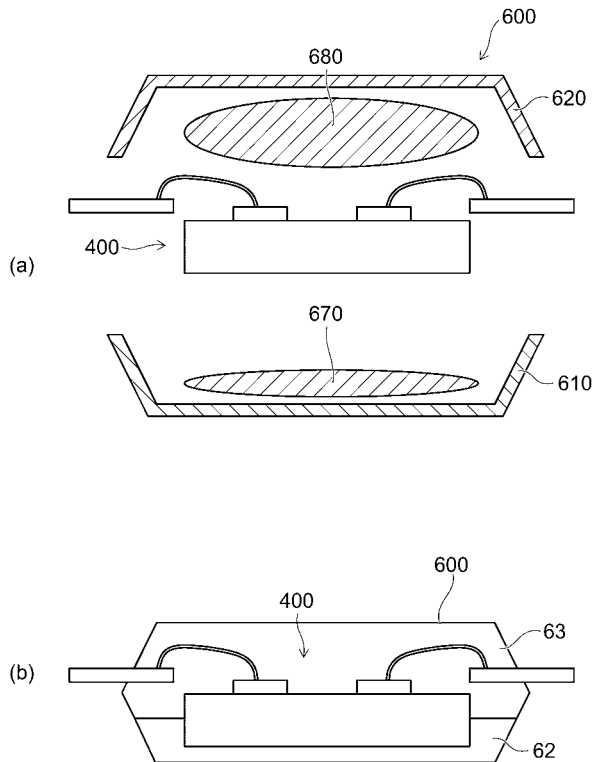
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【図 12】

