

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6813259号
(P6813259)

(45) 発行日 令和3年1月13日(2021.1.13)

(24) 登録日 令和2年12月21日(2020.12.21)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 L 23/36 (2006.01) HO 1 L 23/36 D
 HO 1 L 25/07 (2006.01) HO 1 L 25/04 C
 HO 1 L 25/18 (2006.01)

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2015-130242 (P2015-130242)	(73) 特許権者	000005234
(22) 出願日	平成27年6月29日 (2015. 6. 29)		富士電機株式会社
(65) 公開番号	特開2017-17109 (P2017-17109A)		神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(43) 公開日	平成29年1月19日 (2017. 1. 19)	(74) 代理人	100096714
審査請求日	平成30年4月16日 (2018. 4. 16)		弁理士 本多 一郎
審判番号	不服2019-15977 (P2019-15977/J1)	(72) 発明者	小松 康佑
審判請求日	令和1年11月27日 (2019. 11. 27)		神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内

合議体
 審判長 井上 信一
 審判官 山田 正文
 審判官 山本 章裕

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】

金属ベースと、
 前記金属ベースに接着された棒形状の樹脂ケースと、
 主電極を有し、前記樹脂ケースの内側に配置された半導体チップと、
 前記半導体チップの前記主電極と電氣的に接続され、前記樹脂ケースに一体的に固定され、前記樹脂ケースの内側で露出する内側の端部、及び前記樹脂ケースの外側で露出する外側の端部を有する主端子と、

前記金属ベースと前記主端子の前記内側の端部との間に、前記金属ベースに接して配置されるとともに前記樹脂ケースの一部を構成し、前記樹脂ケースの他の部分よりも熱伝導率が高い放熱部材と、

を備え、

前記放熱部材が熱伝導性樹脂であり、かつ、前記熱伝導性樹脂が前記主端子の内側の端部と外側の端部との間を全面的に覆い、前記樹脂ケースの外側の側壁まで配置されている半導体装置。

【請求項2】

前記金属ベースと前記主端子の前記内側の端部との間に配置される前記放熱部材の幅が前記主端子の幅よりも大きい請求項1記載の半導体装置。

【請求項3】

前記金属ベースと前記主端子の前記内側の端部との間に配置される前記放熱部材が複数

10

20

の前記主端子にわたって延びて配置された請求項 2 記載の半導体装置。

【請求項 4】

前記放熱部材が、前記熱伝導性樹脂に加えて金属ブロックを備え、

前記金属ブロックは、前記金属ベースと前記主端子の内側の端部との間に、前記金属ベースに接して配置されている請求項 1 ~ 3 のいずれか一項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、半導体装置に関する。

【背景技術】

10

【0002】

電力制御などに用いられる半導体装置であるパワー半導体モジュールの一例を図 9 に示す。パワー半導体モジュール 101 は、金属ベース 102 と、積層基板 103 と、半導体チップ 105 と、該金属ベースに接着された枠形状の樹脂ケース 106 と、該樹脂ケース 106 に一体的に固定された外部端子とを備えている。

【0003】

パワー半導体モジュール 101 の外部端子は、大きく分けて 2 種類あり、その一つは主端子 107 である。主端子 107 は、半導体チップ 105 の主電極等を経由して主電流を流すことが主な機能である。もう一つは制御端子である。制御端子は、半導体チップの制御電極に制御信号を入力することや主電流検出用の信号を導くことなどが主な機能である

20

【0004】

主端子 107 は、例えばインサート成形により樹脂ケース 106 に一体的に固定されている。主端子 107 の一端は樹脂ケース 106 の内側で露出していて、積層基板 103 の回路板又は半導体チップ 105 の主電極にボンディングワイヤ等により電氣的に接続されている。主端子 107 の他端は樹脂ケースの外側で露出していて、バスバー等を経由して他の装置と接続される。

【0005】

主端子 107 に電流が流れると、主端子 107 自体の電気抵抗によって主端子 107 が発熱する。主端子 107 が発熱すると、パワー半導体モジュール 101 全体の温度を上昇させるおそれがある。また主端子 107 が発熱すると、バスバー等を経由して接続される他の装置の温度を上昇させるおそれがある。近年、パワー半導体モジュールは、小型化及び高電流密度化が求められていることから、主端子の発熱の影響を低減させることが求められている。

30

【0006】

端子が導電性基板上に絶縁層を介して配置され、該端子の該導電性基板側の面と接するように、金属部材が設けられた半導体装置がある（特許文献 1）。しかし、主端子が複数個並んで配置されている場合、特許文献 1 に記載の金属部材の幅は、主端子間の絶縁距離を確保する必要があるために制限される。したがって、主端子からの放熱にも限界がある

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特開 2014 - 175612 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は上記の問題を有利に解決するものであり、主端子からの放熱を向上させることができる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】

50

【0009】

本発明の一態様の半導体装置は、金属ベースと、前記金属ベースに接着された枠形状の樹脂ケースと、主電極を有し、前記樹脂ケースの内側に配置された半導体チップと、前記半導体チップの前記主電極と電氣的に接続され、前記樹脂ケースに一体的に固定され、前記樹脂ケースの内側で露出する内側の端部、及び前記樹脂ケースの外側で露出する外側の端部を有する主端子と、前記金属ベースと前記主端子の前記内側の端部との間に、前記金属ベースに接して配置されるとともに前記樹脂ケースの一部を構成し、前記樹脂ケースの他の部分よりも熱伝導率が高い放熱部材と、を備え、

前記放熱部材が熱伝導性樹脂であり、かつ、前記熱伝導性樹脂が前記主端子の内側の端部と外側の端部との間を全面的に覆い、前記樹脂ケースの外側の側壁まで配置されている

10

【発明の効果】

【0010】

本発明の半導体装置によれば、主端子からの放熱を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の一実施形態の半導体装置の模式的な断面図である。

【図2】図1の半導体装置の放熱の説明図である。

【図3】図1の半導体装置の主端子近傍の平面図ある。

【図4】図1の半導体装置の変形例の模式的な断面図である。

20

【図5】図1の半導体装置の変形例の模式的な断面図である。

【図6】本発明の別の実施形態の模式的な断面図である。

【図7】図6の半導体装置の放熱の説明図である。

【図8】本発明の別の実施形態の模式的な断面図である。

【図9】従来の半導体装置の模式的な断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

(実施形態1)

以下、本発明の半導体装置の実施形態について、図面を参照しつつ具体的に説明する。

図1に模式的な断面図で示す本実施形態の半導体装置であるパワー半導体モジュール1は、金属ベース2と、半導体チップ5と、樹脂ケース6と、主端子7と、放熱部材である金属ブロック8と備えている。パワー半導体モジュール1は、更に積層基板3と、ボンディングワイヤ9と、封止材10とを備えている。

30

【0013】

金属ベース2は、熱伝導性が良好な金属、例えば銅やアルミ等よりなり、半導体チップ5や主端子7から発生する熱を外部に放熱する。金属ベース2は、略四角形の平面形状を有している。

積層基板3は、金属ベース2よりも小さい略四角形の平面形状を有している。積層基板3は、回路板3cと、絶縁板3aと、金属板3bとが積層されて構成されている。絶縁板3a及び金属板3bは、略四角形の平面形状を有している。また、回路板3cは、パワー半導体モジュール1内部の所定の回路を構成するパターン形状を有している。絶縁板3aは例えば窒化アルミニウムや窒化珪素、酸化アルミニウム等の絶縁性セラミックスよりなり、金属板3b、回路板3cは、例えば銅やアルミよりなる。積層基板3は、例えばDCB(Direct Copper Bond)基板や、AMB(Active Metal Blazing)基板を用いることができる。積層基板3の金属板3bと、金属ベース2の主面とが、接合材4、例えばはんだにより接合されている。

40

【0014】

半導体チップ5は、おもて面に主電極と制御電極が設けられ、裏面に別の主電極が設けられている。そして、裏面の主電極がはんだ4を介して、回路板3cの一つの領域に電氣的かつ機械的に接続されている。「電氣的かつ機械的に接続されている」とは、対象物同

50

士が直接接合により接続されている場合に限られず、はんだや金属焼結材などの導電性の接合材を介して対象物同士が接続されている場合も含むものとし、以下の説明でも同様である。おもて面の主電極は、図示しない配線部材、例えばボンディングワイヤによって、回路板 3 c 又は主端子と電氣的に接続されている。おもて面の制御電極は、図示しない配線部材、例えばボンディングワイヤによって、回路板 3 c 又は制御端子と電氣的に接続されている。

【 0 0 1 5 】

半導体チップ 5 は、具体的には、例えばパワー MOS F E T や I G B T (絶縁ゲートバイポーラトランジスタ) などである。半導体チップ 5 はシリコン半導体からなるものでもよいし、S i C 半導体からなるものでもよい。半導体チップ 5 が炭化ケイ素 (S i C) からなるパワー MOS F E T である場合は、シリコンからなる半導体チップに比べて高耐圧で、かつ高周波でのスイッチングが可能であるために、本実施形態の半導体装置の半導体チップ 5 として最適である。もっとも、半導体チップ 5 は、I G B T やパワー MOS F E T に限定されず、スイッチングの動作が可能な半導体素子の一個又は複数個の組み合わせであればよい。

10

【 0 0 1 6 】

金属ベース 2 の周縁には、枠形状の樹脂ケース 6 が、設けられ、図示しない接着剤で接着されている。そして、樹脂ケース 6 の内側には、積層基板 3 及び半導体チップ 5 が配置されている。樹脂ケース 6 は、P P S 樹脂や P B T 樹脂、ウレタン樹脂等の絶縁性樹脂よりなる。樹脂ケース 6 には、主端子 7 が一体的に固定されている。主端子 7 は、内側の端部 7 a が樹脂ケース 6 の内側で露出し、外側の端部 7 b が樹脂ケース 6 の上部から外側に露出している。また、主端子 7 の各端部は L 字形に折り曲げられている。本実施の形態においては、主端子 7 の内側の端部 7 a と回路板 3 c とが、ボンディングワイヤ 9 で電氣的に接続されている。

20

【 0 0 1 7 】

樹脂ケース 6 の枠内は、積層基板 3、半導体チップ 5 及びボンディングワイヤ 9 の絶縁性を高めるため、ゲル状の封止材 1 0 で封止されている。また樹脂ケース 6 の上部には、図示しない蓋が固定されている。蓋と、樹脂ケース 6 と、金属ベース 2 とにより、パワー半導体モジュール 1 の筐体が構成されている。

【 0 0 1 8 】

主端子 7 の内側の端部 7 a と金属ベース 2 との間に、金属ベース 2 に接して放熱部材である金属ブロック 8 が配置されている。金属ブロック 8 は、例えば銅やアルミニウム等の熱伝導性の高い金属材料からなる。熱膨張を考慮すると、金属ブロック 8 の材料は、金属ベース 2 の材料と同じであることが熱応力を抑制できるので好ましい。金属ブロック 8 は、樹脂ケース 6 よりも熱伝導率が高く、熱伝導性が良い。

30

【 0 0 1 9 】

主端子 7 の内側の端部 7 a と金属ブロック 8 との間には、樹脂ケース 6 が介在して、これにより主端子 7 と金属ベース 2 との間の絶縁性を確保している。換言すれば、内側の端部 7 a と金属ブロック 8 とは、絶縁性を確保するのに十分な距離 L を有している。放熱を考慮すると内側の端部 7 a と金属ブロック 8 との距離は、絶縁性を確保するのに最小限な厚さとすることが好ましい。具体的には 0 . 5 m m も距離があれば十分である。

40

【 0 0 2 0 】

金属ブロック 8 は、金属ベース 2 に接着、はんだ接合、ろう付け等により固定することができる。接着剤により接着することで、金属ブロック 8 と金属ベース 2 とを容易に固定することができる。接着剤を用いる場合、接着に必要な最低限の量とすることで放熱性を高めることができる。一方、はんだ接合やろう付けで金属ブロックを固定することで、金属ベース 2 への放熱性をさらに高めることができる。

また、接着剤を金属ベース 2 の側面 2 a と樹脂ケース 6 とが接する部分にのみ塗布することで、金属ベース 2 の側面 2 a と樹脂ケース 6 とを固定することもできる。この場合には、金属ブロック 8 と金属ベース 2 との間に接着剤を塗布しない例も可能である。

50

【0021】

パワー半導体モジュール1の組み立て工程において、金属ブロック8を金属ベース2に固定した後、金属ベース2及び金属ブロック8に対して樹脂ケース6を接着剤で固定することができる。また、金属ブロック8と主端子7とをインサート成形により樹脂ケース6に一体的に固定した後、一体化した金属ブロック8及び樹脂ケース6を金属ベース2に対して接着剤で固定することもできる。インサート成形で金属ブロック8及び樹脂ケース6を一体化することで、金属ブロック8を金属ベース2に配置する作業性を向上させることができる。

図2に、図1に示したパワー半導体モジュール1の放熱の経路及び大きさを模式的に矢印で示す。図面中、大きい矢印ほど放熱量が大きいことを示している。

10

【0022】

本実施形態のパワー半導体モジュール1は、金属ベース2と主端子7の内側の端部7aとの間に、樹脂ケース6よりも熱伝導率が高い金属ブロック8を備える。そのため、主端子7から発生した熱を、内側の端部7aから金属ブロック8を経由して効率よく金属ベース2に放熱することができる。したがって、ボンディングワイヤ9から積層基板3を経由した放熱に加えて、金属ブロック8を経由した放熱が可能になるから、主端子7からの放熱を従来よりも向上させることができる。

【0023】

図3に、図1の示したパワー半導体モジュール1の主端子7近傍の平面図を示す。なお図3では、本発明の理解を容易にするために半導体チップ5等の図示を省略している。

20

特許文献1に記載された半導体装置は、端子に接して金属部材が配置されている。そのため、複数の端子を並べて配置する場合、金属部材の幅を大きくすると金属部材同士が接触し、結果として端子同士が短絡する恐れがある。

一方、図3(a)に示すように、本実施の形態においては、複数の主端子7を配置する場合、それらに対応する金属ブロック8の幅は、主端子7の幅よりも大きくすることができる。理由は以下の通りである。各金属ブロック8を近接させた場合でも、主端子7と金属ブロック8との間には樹脂ケース6が介在しているため、主端子7と金属ブロック8との絶縁性は確保されている。そのため、金属ブロック8同士がたとえ接触していたとしても、主端子7同士の絶縁性は確保することができるからである。したがって、本実施の形態においては、金属ブロック8から金属ベース2までの放熱経路の幅を大きくでき、より放熱性を向上させることができる。

30

さらに、図3(b)に示すように、主端子7が複数個を並列に配置されている場合には、複数個の主端子7にわたって延びる一体的な金属ブロック8を配置することができる。金属ブロック8は広幅であるほど、放熱効果を向上させることができる。さらに、複数の金属ブロック8をそれぞれ配置する必要が無くなるため、製造工程も簡略化することができる。

【0024】

本実施形態のパワー半導体モジュール1の変形例として、図4に示すように金属ブロック8の代わりに、樹脂ケース6よりも熱伝導率が高いセラミックブロック8Aを用いることもできる。

40

本実施形態のパワー半導体モジュール1の変形例として、図5に示すように金属ブロック8の代わりに、金属ベース2が、金属ブロック8と同一形状の突起2bを有している態様とすることもできる。

【0025】

図6に示す模式的な断面図を用いて本発明の別の実施形態のパワー半導体モジュール1を説明する。なお、図6に示したパワー半導体モジュール1において、図1に示した部材と同一部材には同一符号を付している。そのため以下の説明では、各部材について既に説明したのと重複する説明は省略する。

【0026】

図6のパワー半導体モジュール1は、樹脂ケース6よりも熱伝導率が高い放熱部材と

50

して、熱伝導性樹脂 8 B を金属ベース 2 と主端子 7 との内側の端部 7 a との間に配置している。より詳しくは、熱伝導性樹脂 8 B は、樹脂ケース 6 の一部を構成して、主端子 7 を覆い、金属ベース 2 と接して配置されている。

【 0 0 2 7 】

熱伝導性樹脂 8 B は、樹脂ケース 6 材料である P P S (ポリフェニレンサルファイド) 樹脂や P B T (ポリブチレンテレフタレート) 樹脂やウレタン樹脂よりも熱伝導率の高い樹脂を用いることができる。P P S 樹脂や P B T 樹脂やウレタン樹脂は、熱伝導率の上限が $0.33 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 程度である。そこで、熱伝導性樹脂 8 B として、例えば熱伝導率が $1.7 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上の樹脂を用いることにより、主端子 7 からの放熱を向上させることができる。また、熱伝導性樹脂 8 B としては、樹脂中に高熱伝導フィラーを添加することにより、熱伝導率を高めた樹脂を用いることもできる。

10

【 0 0 2 8 】

熱伝導性樹脂 8 B は、絶縁性を有する樹脂である。したがって、金属ベース 2 と主端子 7 の内側の端部 7 a との間に、熱伝導性の低い樹脂ケース 6 の樹脂を介在させないで、熱伝導性樹脂 8 B のみを配置することができる。

【 0 0 2 9 】

主端子 7 を覆うように配置されている熱伝導性樹脂 8 B は、主端子 7 と熱伝導性樹脂 8 B とのインサート成形により一体化することができる。一体化された主端子 7 及び熱伝導性樹脂 8 B を、樹脂ケース 6 の成形金型に取り付けて、インサート成形することにより、主端子 7 及び熱伝導性樹脂 8 B が一体化された樹脂ケース 6 が得られる。

20

図 7 に、図 6 に示したパワー半導体モジュール 1 の放熱の経路及び大きさを模式的に矢印で示す。図面中、大きい矢印ほど放熱量が大きいことを示している。

【 0 0 3 0 】

本実施形態のパワー半導体モジュール 1 は、熱伝導性樹脂 8 B を金属ベース 2 と主端子 7 の内側の端部 7 a との間に、樹脂ケース 6 よりも熱伝導率が高い熱伝導性樹脂 8 B を備える。そのため、主端子 7 から発生した熱を、内側の端部 7 a から熱伝導性樹脂 8 B を経由して効率よく金属ベース 2 に放熱することができる。したがって、ボンディングワイヤ 9 から積層基板 3 を経由した放熱に加えて、熱伝導性樹脂 8 B を経由した放熱が可能になるから、主端子 7 からの放熱を従来よりも向上させることができる。

【 0 0 3 1 】

熱伝導性樹脂 8 B は、金属ベース 2 に接して主端子 7 の内側の端部 7 a との間のみ配置してもよい。また、図 6 に図示したように、熱伝導性樹脂 8 B は、樹脂ケース 6 の一部を構成して主端子 7 を覆うように配置することができる。熱伝導性樹脂 8 B を、主端子 7 を覆うように配置すると、主端子 7 との接触面積が大きいので、主端子 7 からの熱の放熱性をさらに向上させることができる。

30

【 0 0 3 2 】

熱伝導性樹脂 8 B の位置は、樹脂ケース 6 内で比較的自由に配置することができる。例えば、金属ベース 2 と主端子 7 の内側の端部 7 a との間に最小限の量で熱伝導性樹脂 8 B を配置すると、コストアップを抑制することができる。また、樹脂ケース 6 の外側の側壁まで熱伝導性樹脂 8 B を配置して、主端子 7 からの熱を樹脂ケース 6 の側壁から放熱させることもできる。さらにこの場合は、樹脂ケース 6 の側壁の表面を凹凸にして、表面積を増大させて放熱性を高めることもできる。

40

【 0 0 3 3 】

図 8 に示す模式的な断面図を用いて、本発明の別の実施形態のパワー半導体モジュール 2 1 を説明する。なお、図 8 において、図 1 及び図 6 に用いた部材と同一の部材には同一の符号を付しているため、以下では、既に説明したのと重複する説明は省略する。

図 8 のパワー半導体モジュール 2 1 は、金属ベース 2 と主端子 7 の内側の端部 7 a との間に、金属ベース 2 に接して金属ブロック 8 が配置されている。さらに、主端子 7 を覆うように熱伝導性樹脂 8 B が配置されている。

【 0 0 3 4 】

50

本実施形態のパワー半導体モジュール 2 1 は、放熱部材である金属ブロック 8 及び熱伝導性樹脂 8 B を備えることから、主端子 7 が発熱したときの熱を、内側の端部 7 a からさらに効率的に金属ベース 2 に放熱することができる。

【 0 0 3 5 】

本実施形態のパワー半導体モジュールの製造方法について説明する。

図 1 に示した、金属ブロック 8 を備えるパワー半導体モジュール 1 の製造方法の一例は、主端子 7 と金属ブロック 8 とを一体的に固定した樹脂ケース 6 を成形する工程を含む。この工程は、より具体的には、(1) インサート成形用金型に、主端子 7 と金属ブロック 8 とをセットし、(2) インサート成形用金型の上下の金型を位置合わせし、(3) 樹脂ケース 6 用の樹脂を金型内に充填させ、固化後、(4) 上下の金型を開いて樹脂ケース 6 を取り出して冷却し、(5) バリ取りをして完成させる。この(1) ~ (5) の工程は、主端子を一体的に固定した樹脂ケース 6 の成形工程と同様であり、従来から製造工程を増加させずに主端子 7 の放熱性を向上させたパワー半導体モジュールを製造することができる。

【 0 0 3 6 】

図 6 に示した、熱伝導性樹脂 8 B を備えるパワー半導体モジュール 1 1 の製造方法の一例は、主端子 7 と熱伝導性樹脂 8 B とを一体的に固定した樹脂ケース 6 を成形する工程を含む。この工程は、より具体的には、(1) 第 1 のインサート成形用金型に、主端子 7 をセットし、(2) 第 1 のインサート成形用金型の上下の金型を位置合わせし、(3) 熱伝導性樹脂 8 B を金型内に充填させ、固化後、(4) 上下の金型を開いて一体化した主端子 7 及び熱伝導性樹脂 8 B を取り出して冷却し、(5) バリ取りをして主端子部材を完成させる。(6) 次いで、第 2 のインサート成形用金型に、主端子部材をセットし、(7) 第 2 のインサート成形用金型の上下の金型を位置合わせし、(8) 樹脂ケース 6 用の樹脂を金型内に充填させ、固化後、(9) 上下の金型を開いて樹脂ケース 6 を取り出して冷却し、(1 0) バリ取りをして完成させる。この(1) ~ (1 0) の工程は、主端子を一体的に固定した樹脂ケース 6 の成形工程と同様であり、従来から製造工程を増加させずに主端子 7 の放熱性を向上させたパワー半導体モジュールを製造することができる。

【 0 0 3 7 】

以上、本発明の半導体装置を図面及び実施形態を用いて具体的に説明したが、本発明の半導体装置は、実施形態及び図面の記載に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で幾多の変形が可能である。

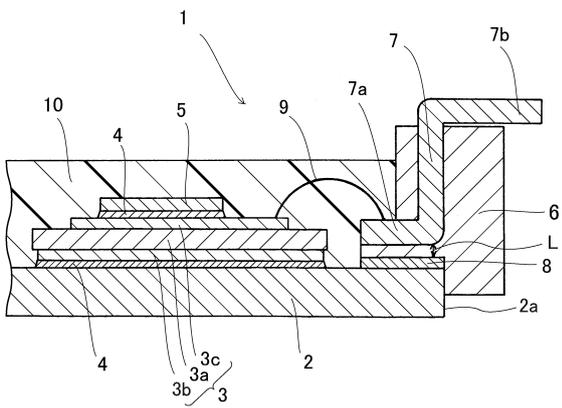
【 符号の説明 】

【 0 0 3 8 】

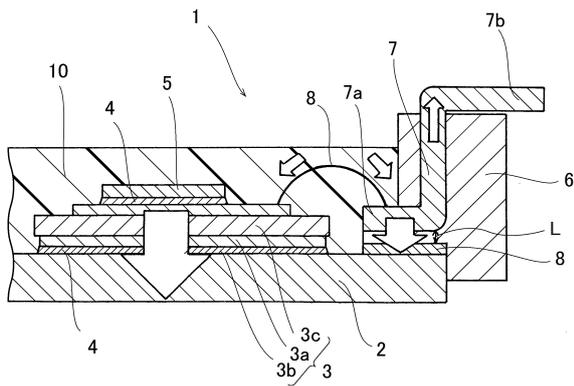
- 1、 1 1、 2 1 パワー半導体モジュール
- 2 金属ベース
- 3 積層基板
 - 3 a 絶縁板
 - 3 b 金属板
 - 3 c 回路板
- 4 接合材
- 5 半導体チップ
- 6 樹脂ケース
- 7 主端子
 - 7 a 内側の端部
 - 7 b 外側の端部
- 8 金属ブロック
 - 8 A セラミックブロック
 - 8 B 熱伝導性樹脂
- 9 ボンディングワイヤ

1 0 封止材

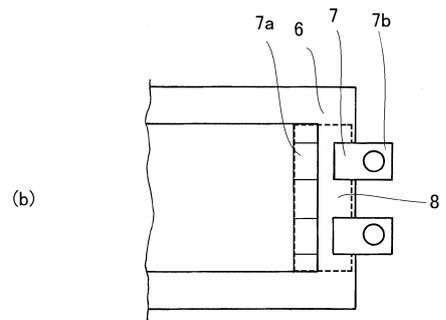
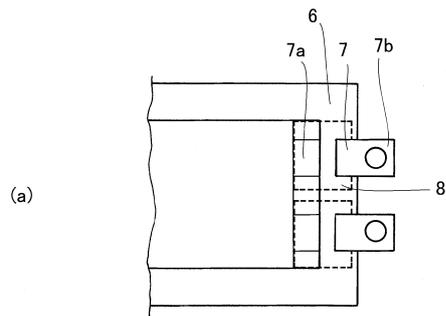
【図1】



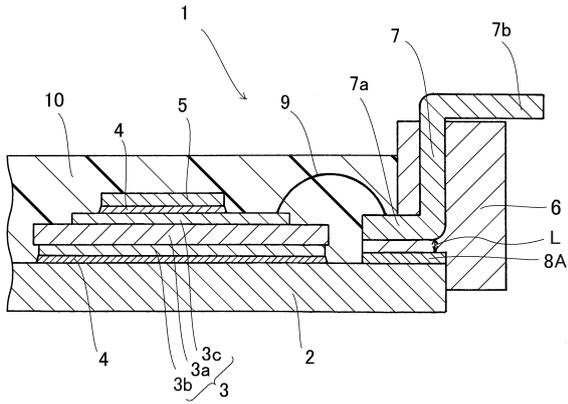
【図2】



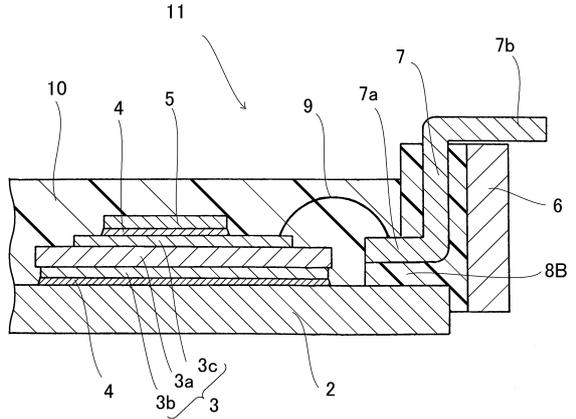
【図3】



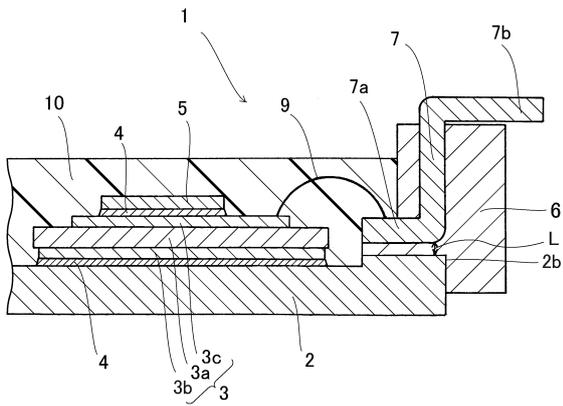
【図4】



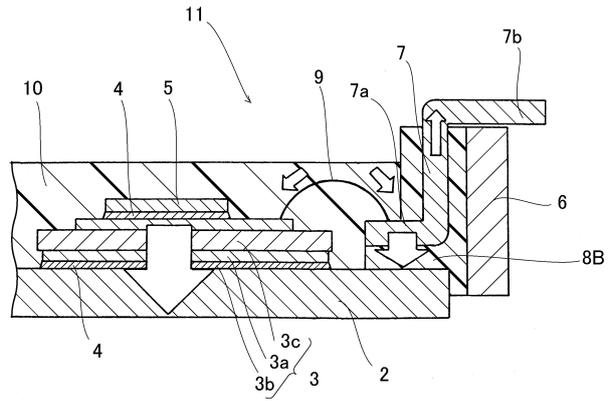
【図6】



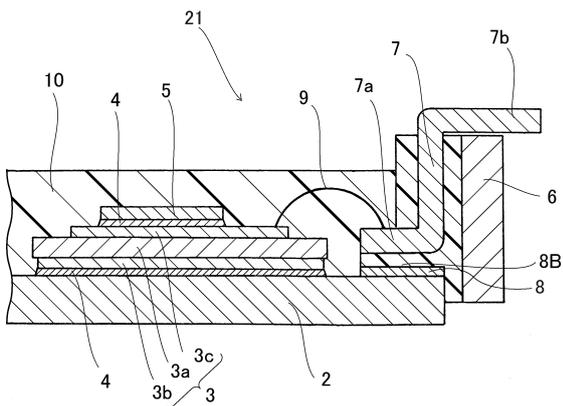
【図5】



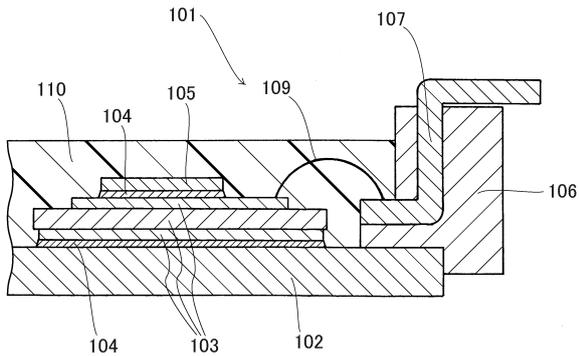
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-349210(JP,A)
特開平11-274358(JP,A)
特開平11-238838(JP,A)
特開2014-143256(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L23/34-23/473
H01L23/28-23/31
H01L25/00-25/18