

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6952913号

(P6952913)

(45) 発行日 令和3年10月27日 (2021. 10. 27)

(24) 登録日 令和3年9月30日 (2021. 9. 30)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 23/02 (2006. 01)

H O 1 L 23/02 H

H O 1 L 23/50 (2006. 01)

H O 1 L 23/50 F

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

H O 1 L 23/28 A

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

H O 1 L 23/36 A

H O 1 L 23/08 (2006. 01)

H O 1 L 23/08 A

請求項の数 12 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2020-558723 (P2020-558723)
 (86) (22) 出願日 平成30年12月5日 (2018. 12. 5)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2018/044670
 (87) 国際公開番号 W02020/115830
 (87) 国際公開日 令和2年6月11日 (2020. 6. 11)
 審査請求日 令和2年11月27日 (2020. 11. 27)

(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 110002941
 特許業務法人ばるも特許事務所
 (72) 発明者 一戸 洋暁
 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 松末 明洋
 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
 審査官 庄司 一隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置及びアンテナ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体素子と、

前記半導体素子を搭載するダイパッド部を有し、前記半導体素子が前記ダイパッド部のダイボンド面に搭載された第一の金属体と、

前記半導体素子の信号電極にワイヤを介して接続されたワイヤボンドパッド部を有し、前記ダイボンド面と同じ側に前記第一の金属体と離間した状態で前記第一の金属体に覆われて設けられ、前記第一の金属体と共に伝送線路を形成する第二の金属体と、
 前記ダイボンド面と反対側の前記第一の金属体の面が露出するように、前記第一の金属体及び前記第二の金属体を保持しているモールド樹脂と、を備え、

前記露出した第一の金属体の面は、前記モールド樹脂の外形より予め定められた値だけ突出していることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】

半導体素子と、

前記半導体素子を搭載するダイパッド部を有し、前記半導体素子が前記ダイパッド部のダイボンド面に搭載された第一の金属体と、

前記半導体素子の信号電極にワイヤを介して接続されたワイヤボンドパッド部を有し、前記ダイボンド面と同じ側に前記第一の金属体と離間した状態で前記第一の金属体に覆われて設けられ、前記第一の金属体と共に伝送線路を形成する第二の金属体と、

前記ダイボンド面と反対側の前記第一の金属体の面が露出するように、前記第一の金属体

及び前記第二の金属体を保持しているモールド樹脂と、を備え、

前記モールド樹脂は、前記露出した第一の金属体の面の周囲における外形が、予め定められた値だけ前記露出した第一の金属体の面より突出していることを特徴とする半導体装置。

【請求項 3】

前記モールド樹脂は、前記ダイボンド面及び前記ワイヤボンドパッド部を露出させた状態で、前記第一の金属体及び前記第二の金属体を保持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】

前記伝送線路は、マイクロストリップ線路であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の半導体装置。

10

【請求項 5】

前記伝送線路は、グラウンデッドコプレーナ線路であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項 6】

接地端子を形成する第三の金属体を備え、

前記第三の金属体は、前記第一の金属体と導通した状態で前記モールド樹脂により保持されていることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項 7】

前記第三の金属体に設けられた突起と前記第一の金属体が接触していることを特徴とする請求項 6 に記載の半導体装置。

20

【請求項 8】

前記第三の金属体と前記第一の金属体に設けられた突起が接触していることを特徴とする請求項 6 に記載の半導体装置。

【請求項 9】

前記第三の金属体に設けられた突起と前記第一の金属体に設けられた突起が接触していることを特徴とする請求項 6 に記載の半導体装置。

【請求項 10】

前記第三の金属体に設けられた突起、及び前記第一の金属体に設けられた突起はバンプであることを特徴とする請求項 9 に記載の半導体装置。

30

【請求項 11】

前記第三の金属体と前記第一の金属体はワイヤにより結線されて導通していることを特徴とする請求項 6 に記載の半導体装置。

【請求項 12】

請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載された複数の半導体装置と、

前記複数の半導体装置を搭載する基板と、

前記基板において前記複数の半導体装置が搭載された面と反対側の面に搭載された複数のアンテナと

を備えたアンテナ装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、高周波で用いられる半導体装置及びこれを用いたアンテナ装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

現在、さらなる高速・大容量な無線通信サービスの実現に向けて、第 5 世代移動通信システムの研究開発が進められている。この実現に向けて、既存周波数帯よりも高い周波数帯（3.5～6GHz、28GHz等）の利用による信号帯域幅の広帯域化と、超多素子アンテナとMIMO（Multiple-Input Multiple-Output

50

）とを組合せたMassive MIMO技術の適用が検討されている。

【0003】

超多素子アンテナは、回路基板の一面に100を超える複数の平面アンテナを波長の半分程度の間隔でアレイ状に配置した構成が想定されている。ここで、アンテナと電力を送受信する際の伝送損失を最小とするために、半導体装置はアンテナとの伝送経路長を最小にして配置される事が望ましい。アンテナ間隔を波長の $1/2$ とした場合、例えば6GHzでは2.5cm、28GHzでは0.53cmとなるため、アンテナ面には半導体装置を配置する余地が乏しい。よって半導体装置は、アンテナ面の背面側であって、回路基板の表面におけるアンテナの真裏近傍に表面実装される事になる。

【0004】

半導体装置はその動作により発生した熱を排熱する必要があるが、回路基板のアンテナ面側及び表面側共に、半導体装置の近傍にはヒートシンクを配置する余地が乏しい。しかし、アンテナ及び半導体装置から離してヒートシンクを配置し、基板を経由した放熱を行う場合には、放熱経路が長くなり半導体装置から見た熱抵抗が高くなるため、半導体装置の高出力化にとって不利となる。

【0005】

この問題に対し表面実装された実装基板を経由した放熱だけでなく、半導体装置のダイパッド部を実装基板と対向する面に露出させて設け、露出部から放熱させることで放熱性の向上を図る方法が開示されている（例えば、特開2017-208377号公報）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2017-208377号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上記特許文献1に開示された半導体装置は、電磁シールド機能を有していない。よって、超多素子アンテナのように半導体装置同士を近接して配置すると、半導体装置の入出力信号端子から放射された電磁波が他の半導体装置の入出力信号と結合して、発振及び高周波での伝搬特性が劣化するという課題があった。

【0008】

本発明は、上述のような課題を解決するようになされたものであり、放熱性の向上のみならず、複数の半導体装置を近接して配置した場合においても、半導体装置間の結合による発振、及び高周波での伝搬特性の劣化を抑制する半導体装置及びアンテナ装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係る半導体装置は、半導体素子と、半導体素子を搭載するダイパッド部を有した、半導体素子がダイパッド部のダイボンド面に搭載された第一の金属体と、半導体素子の信号電極にワイヤを介して接続されたワイヤボンドパッド部を有し、第一の金属体における半導体素子が搭載されたダイボンド面と同じ側に、第一の金属体と離間した状態で第一の金属体に覆われて設けられ、第一の金属体と共に伝送線路を形成する第二の金属体と、半導体素子が搭載されたダイボンド面と反対側の第一の金属体の面が露出するように、第一の金属体及び第二の金属体を保持しているモールド樹脂とを備え、露出した第一の金属体の面は、モールド樹脂の外形より予め定められた値だけ突出している。

【0010】

本発明に係るアンテナ装置は、半導体素子と、半導体素子を搭載するダイパッド部を有した、半導体素子がダイパッド部のダイボンド面に搭載された第一の金属体と、半導体素子の信号電極にワイヤを介して接続されたワイヤボンドパッド部を有し、第一の金属体における半導体素子が搭載されたダイボンド面と同じ側に、第一の金属体と離間した状態で

10

20

30

40

50

第一の金属体に覆われて設けられ、第一の金属体と共に伝送線路を形成する第二の金属体と、半導体素子が搭載されたダイボンド面と反対側の第一の金属体の面が露出するように、第一の金属体及び第二の金属体を保持しているモールド樹脂とを備え、露出した第一の金属体の面は、モールド樹脂の外形より予め定められた値だけ突出している複数の半導体装置と、複数の半導体装置を搭載する基板と、複数の半導体装置が搭載された面と反対側の面に搭載された複数のアンテナと、を備える。

【発明の効果】

【0011】

上記のように構成された半導体装置及びアンテナ装置は、放熱性の向上のみならず、複数の半導体装置を近接して配置した場合においても、半導体装置間の結合による発振、及び高周波での伝搬特性の劣化を抑制することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施の形態1に係る半導体装置の平面図、側面図、正面図、及び底面図である。

【図2】本発明の実施の形態1に係る半導体装置の内部構造を示す底面図、及び断面図である。

【図3】本発明の実施の形態1に係る半導体装置に用いられる、第一の金属体を含むリードフレームの平面図、側面図、及び正面図である。

【図4】本発明の実施の形態1に係る半導体装置に用いられる、第二の金属体を含むリードフレームの平面図、側面図、及び正面図である。

20

【図5】本発明の実施の形態1に係る半導体装置の説明図である。

【図6】本発明の実施の形態1に係る半導体装置が搭載された電子機器の模式図である。

【図7】本発明の実施の形態2に係る半導体装置が搭載された電子機器の模式図である。

【図8】本発明の実施の形態3に係る半導体装置に用いられる、第一の金属体を含むリードフレームの平面図、側面図、及び正面図である。

【図9】本発明の実施の形態3に係る半導体装置に用いられる、第二の金属体及び第三の金属体を含むリードフレームの平面図、側面図、及び正面図である。

【図10】本発明の実施の形態3に係る半導体装置の説明図である。

【図11】本発明の実施の形態4に係る半導体装置に用いられる、第一の金属体を含むリードフレームの平面図、側面図、及び正面図である。

30

【図12】本発明の実施の形態4に係る半導体装置に用いられる、第二の金属体及び第三の金属体を含むリードフレームの平面図、側面図、及び正面図である。

【図13】本発明の実施の形態4に係る半導体装置の説明図である。

【図14】本発明の実施の形態5に係る半導体装置に用いられるリードフレームの平面図、側面図、及び正面図である。

【図15】本発明の実施の形態5に係る半導体装置説明図である。

【図16】本発明の実施の形態6に係る半導体装置に用いられる、第一の金属体を含むリードフレームの平面図、側面図、及び正面図である。

【図17】本発明の実施の形態6に係る半導体装置に用いられる、第二の金属体及び第三の金属体を含むリードフレームの平面図、側面図、及び正面図である。

40

【図18】本発明の実施の形態6に係る半導体装置の説明図である。

【図19】本発明の実施の形態7に係る半導体装置の説明図である。

【図20】本発明の実施の形態8に係る半導体装置の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

実施の形態1.

本発明の実施の形態1における半導体装置について図1から図6を用いて説明する。なお図において、同一の符号を付したものは、同一またはこれに相当するものであり、このことは、明細書の全文において共通することである。以下、図面を参照しつつ、本発明の

50

実施形態について説明する。

【0014】

図1は実施の形態1に係る半導体装置100の平面図、側面図、正面図、及び底面図である。図1(a)は半導体装置100を上から見た平面図、図1(b)は半導体装置100を矢印Aから見た側面図、図1(c)は半導体装置100を矢印Bから見た正面図、及び図1(d)は半導体装置100を下から見た底面図である。

【0015】

図1(a)に示すように、半導体装置100の上面において、第一の金属体10の放熱面13はモールド樹脂2から露出している。図1(b)に示すように、図1(a)の矢印Aから見た半導体装置100の側面には、モールド樹脂2から信号端子94、95、96及び第一の金属体10が露出している。図1(c)に示すように、図1(a)の矢印Bから見た半導体装置100の正面には第一の金属体10が露出している。図1(d)に示すように、半導体装置100の下面はキャップ5により封止されている。信号端子91、92、93、94、95、96、及び接地端子97は、半導体装置100の下面に、モールド樹脂2から露出して設けられている。

【0016】

図2は本発明の実施の形態1に係る半導体装置100の内部構造を示す、底面図、A-A位置での断面図、B-B位置での断面図、である。図2(a)は、半導体装置100を下から見た底面図、図2(b)は図2(a)のA-A位置での半導体装置100の断面図、図2(c)は図2(a)のB-B位置での半導体装置100の断面図である。ただし、図2(b)及び図2(c)にはキャップ5を図示しているが、図2(a)にはキャップ5は図示していない。

【0017】

図2に示すように半導体装置100の内部には空洞が設けられている。空洞において露出した第一の金属体10の平坦部をダイパッド部11と定義する。ダイパッド部11には半導体素子1が搭載されている。空洞内には、信号リード22、25の一部であるワイヤボンダパッド部32、35が露出しており、半導体素子1とワイヤボンダパッド部32、35をワイヤ3、4で結線する事が可能である。

【0018】

信号リード22及び信号リード25は第二の金属体20である。なお、第一の金属体10及び第二の金属体20は、同一の素材から構成されても良く、また別の素材から構成されていても良い。

【0019】

半導体装置100の内部側であって、第一の金属体10のダイパッド部11の半導体素子1が搭載される面をダイボンダ面12、半導体装置100の外部側であってダイボンダ面12の裏側の面を放熱面13と定義する。モールド樹脂2はダイボンダ面12及び放熱面13において第一の金属体10を被覆せず形成されている。すなわち、第一の金属体10におけるダイボンダ面12及び放熱面13は、露出している。

【0020】

実施の形態1では、半導体装置100に内蔵された半導体素子1は、ガリウムナイトライド(GaN)を材料として用いた電界効果トランジスタである。半導体素子1の表面には、電界効果トランジスタのゲートに繋がり、ワイヤボンダが可能な信号電極(図示せず)が設けられている。また、半導体素子1の表面には電界効果トランジスタのドレインに繋がり、ワイヤボンダが可能な信号電極(図示せず)が設けられている。

【0021】

信号リード22は、第一の金属体10における半導体素子1が搭載された面と同じ側に、第一の金属体10と離間して設けられている。信号リード22はワイヤボンダパッド部32を有している。半導体素子1のゲートに繋がる信号電極は、ワイヤ3を介してワイヤボンダパッド部32に接続されている。半導体装置100の裏面における信号リード22の露出部は、半導体装置100の信号端子92を形成している。

【0022】

信号リード25は、第一の金属体10における半導体素子1が搭載された面と同じ側に、第一の金属体10と離間して設けられている。信号リード25はワイヤボンダ部35を有している。半導体素子1のドレインに繋がる信号電極は、ワイヤ4を介してワイヤボンダ部35に接続されている。半導体装置100の裏面における信号リード25の露出部は、半導体装置100の信号端子95を形成している。

【0023】

半導体素子1の接地電極は、半導体素子1の裏面の全面に設けられた金属膜（図示せず）である。半導体素子1の接地電極は、バイアホールを介して電界効果トランジスタのソースと接続されている。半導体素子1の接地電極は、ダイボンダ面12にダイボンダされ固定されている。ダイボンダ材（図示せず）は導電性を有したAgペースト樹脂、はんだ、又は焼結銀等である。半導体素子1の接地電極は、ダイボンダ材を介して第一の金属体10と導通されている。

10

【0024】

なお、実施の形態1では、半導体素子1は電界効果トランジスタとした。しかし、半導体素子1はバイポーラトランジスタ、IC（Integrated Circuit）、LSI（Large Scale Integration）、又はMMIC（Microwave Monolithic Integrated Circuit）などでもよい。半導体素子1は単数又は複数の信号電極を有していてもよく、単数又は複数のバイアス用電極を有していてもよい。また、半導体素子1の接地電極は裏面に設けた金属膜としたが、半導体素子1の表面に接地電極を設け、接地電極と第一の金属体10とをワイヤにより接続し導通させてもよい。半導体素子1の材料はガリウムアセナイド（GaAs）、又はシリコン（Si）などでもよい。半導体装置100に内蔵される半導体素子1は、複数であってもよい。

20

【0025】

モールド樹脂2は、第一の金属体10の一部と、第二の金属体20である信号リード22の一部、及び信号リード25の一部とを被覆し、第一の金属体10と第二の金属体20とを離間した状態で保持している。一方で、ダイボンダ部11、半導体素子1、ワイヤ3及びワイヤ4、及びワイヤボンダ部31、32、33、34、35、36は、モールド樹脂2に被覆されていない。すなわち半導体装置100において、モールド樹脂2、第一の金属体10、および第二の金属体20は、中空構造のパッケージを構成している。

30

【0026】

またモールド樹脂2は、放熱面13がヒートシンクと接触可能となるように、放熱面13と同一平面上に外形があって、放熱面13が露出するように形成されている。

【0027】

なおモールド樹脂2は、例えばマトリックス樹脂としてエポキシ樹脂、及び充填材として主にシリカフィラーを使用した熱硬化性樹脂を用いることができる。係る場合、一般的に充填材として70～90wt%のシリカを含んでおり、比誘電率は概ね3.5～4.0である。

【0028】

キャップ5は、半導体装置100の裏面に設けられた開口部を封止し、半導体素子1及びワイヤ3等を、物理的な外力、ゴミ、水蒸気、又は化学物質を含む外部雰囲気等から保護している。キャップ5は、熱硬化型の樹脂を材料としてトランスファー成形等の工法により形成されている。

40

【0029】

キャップ5は、半導体装置100のモールド樹脂2に接着剤（図示せず）により接着されている。接着剤はビスフェノールA型又はF型等のエポキシ系接着樹脂であり、キャップ5又はモールド樹脂2に塗布され、キャップ5とモールド樹脂2を所定の位置で密着させた後、熱硬化してキャップ5とモールド樹脂2とを固定している。

【0030】

50

なお、実施の形態 1 ではキャップ 5 により半導体装置 100 を封止して、物理的な外力、ゴミ、水蒸気、又は化学物質を含む外部雰囲気等から半導体素子 1 及びワイヤ 3 等を保護しているが、例えばキャップ 5 を用いず半導体素子 1 及びワイヤ 3 等に樹脂をポッティングしてもよい。

【0031】

図 3 は、実施の形態 1 に係る半導体装置 100 に用いられる、第一の金属体を含むリードフレーム 19 の、平面図、側面図、及び正面図である。図 3 (a) はリードフレーム 19 を上から見た平面図、図 3 (b) はリードフレーム 19 を図 3 (a) の矢印 A から見た側面図、図 3 (c) はリードフレーム 19 を図 3 (a) の矢印 B から見た正面図である。

【0032】

図 3 は、半導体装置 100 を形成する前のリードフレーム 19 を示している。リードフレーム 19 は素材となる銅又は銅合金などの金属薄板から形成されている。リードフレーム 19 の厚さは、例えば 0.2 ~ 0.5 mm などとすることができる。

【0033】

図 3 に示すように、リードフレーム 19 は、第一の金属体 10、複数の吊リード 15、及びタイバー 16 を含む。吊リード 15 は第一の金属体 10 とタイバー 16 にそれぞれ接続している。ダイパッド部 11 及び半導体装置 100 の接地端子 97 は第一の金属体 10 の一部であり、ダイパッド部 11 及び接地端子 97 は導通している。

【0034】

図 4 は、実施の形態 1 に係る半導体装置 100 に用いられる、第二の金属体を含むリードフレーム 29 の、平面図、側面図、及び正面図である。図 4 (a) はリードフレーム 29 を上から見た平面図、図 4 (b) はリードフレーム 29 を図 4 (a) の矢印 A から見た側面図、図 4 (c) はリードフレーム 29 を図 4 (a) の矢印 B から見た正面図、である。

【0035】

図 4 は、半導体装置 100 を形成する前のリードフレーム 29 を示している。リードフレーム 19 と同様に、リードフレーム 29 は素材となる銅又は銅合金などの金属薄板から形成されている。リードフレーム 29 の厚さは、例えば 0.2 ~ 0.5 mm などとすることができる。リードフレーム 29 は、半導体装置 100 を構成する信号リード 21、22、23、24、25、26、複数の吊リード 15、及びタイバー 16 から構成されている。

【0036】

図 5 は、実施の形態 1 に係る半導体装置 100 の、第一の金属体 10、第二の金属体 20、及びモールド樹脂 2 を図示し、他は適宜省略した説明図である。図 5 (a) は半導体装置 100 を上から見た平面図、図 5 (b) は半導体装置 100 を図 5 (a) の矢印 A から見た側面図、図 5 (c) は図 5 (a) の B-B 位置での半導体装置 100 の断面図、図 5 (d) は図 5 (a) の C-C 位置での半導体装置 100 の断面図、図 5 (e) は図 5 (a) の D-D 位置での半導体装置 100 の断面図、である。

【0037】

図 5 (b)、図 5 (c)、及び図 5 (d) において、信号リード 22 及び第一の金属体 10 は、誘電体であるモールド樹脂 2 を挟んで離間して配置されて、伝送線路の一形態であるマイクロストリップ線路 (Microstrip line) を形成している。

【0038】

マイクロストリップ線路の特性インピーダンスが一定となるように、信号リード 22 の幅及び厚み、並びに信号リード 22 と第一の金属体 10 との間隔は、信号リード 22 の全範囲において、ほぼ一定である事が望ましい。

【0039】

信号リード 22 と第一の金属体 10 とが平行する部分における間隔 h_1 、 h_2 及び h_3 が一定となるように、信号リード 22 と第一の金属体 10 は設けられている。

【0040】

例えば、信号リード 22 は幅 0.34 mm 及び厚み 0.2 mm、信号リード 22 と第一の金属体 10 との間隔 h_1 、 h_2 及び h_3 は 0.2 mm、並びにモールド樹脂 2 の比誘電率は 3.6 であり、周波数が 28 GHz における特性インピーダンスが 50 Ω となるように形成されている。

【0041】

しかしながら、信号リード 22 と第一の金属体 10 との間隔は、信号リード 22 の全範囲において必ずしも一定ではない。例えば、図 5 (e) に示すように信号リード 22 及び第一の金属体 10 は屈曲しており、屈曲部における信号リード 22 と第一の金属体 10 との間隔は、平行する部分における信号リード 22 と第一の金属体 10 との間隔とは異なる。また製造上の制限、公差などにより、信号リード 22 と第一の金属体 10 との間隔が一定とならない場合もありうる。

10

【0042】

【表 1】

信号リード 22 と第一の金属体 10 との間隔 (mm)	0.16	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.24
設計値を基準とした相対値	0.80	0.90	0.95	1.00	1.05	1.10	1.20
反射損失 (dB)	23.5	30.2	36.5	$+\infty$	37.0	31.2	25.7

【0043】

表 1 は、第二の金属体 20 である信号リード 22 と、第一の金属体 10 との間隔が変化した場合の反射損失を示している。実施の形態 1 における信号リード 22 と第一の金属体 10 との間隔は、0.2 mm を設計値として設計されている。製造における加工制約及び公差等により、信号リード 22 の幅及び厚み、並びに信号リード 22 と第一の金属体 10 との間隔を全く一定と出来ない場合であっても、例えば、信号リード 22 と第一の金属体 10 との間隔を 0.18 mm から 0.22 mm の範囲とすることで、特性インピーダンスの変動による反射損失は 30 dB 以上となり、良好な特性を得ることが出来る。

20

【0044】

これは信号リード 22 と第一の金属体 10 との間隔を設計値である 0.2 mm で除した値、すなわち、設計値を基準とした相対値で 0.90 から 1.10 の範囲である。つまり、信号リード 22 と第一の金属体 10 との間隔は設計値に対し、 $\pm 10\%$ の範囲で誤差が許容可能である。

30

【0045】

同様に、第二の金属体 20 である信号リード 25 及び第一の金属体 10 は、マイクロストリップ線路を形成している。例えば、信号リード 25 は幅 0.34 mm 及び厚み 0.2 mm、信号リード 25 と第一の金属体 10 との間隔 h_1 、 h_2 、及び h_3 は 0.2 mm、並びにモールド樹脂 2 の比誘電率は 3.6 であり、周波数が 28 GHz における特性インピーダンスが 50 Ω となるように形成されている。これは、信号リード 25 の全範囲においてほぼ一定であることが望ましい。

【0046】

なお、半導体装置 100 の設計によっては、信号リード 22、25 及び第一の金属体 10 により形成されるマイクロストリップ線路の特性インピーダンスを 50 Ω 以外として、信号リード 22、25 及び第一の金属体 10 により形成されるマイクロストリップ線路を整合素子として用いてもよい。

40

【0047】

図 6 は実施の形態 1 に係る半導体装置 100 が搭載された電子機器の模式図である。図 6 (a) は半導体装置 100 が搭載された電子機器からヒートシンク 70 を除いて図示した模式平面図、図 6 (b) は図 6 (a) の A-A 位置での模式断面図、図 6 (c) は図 6 (a) の B-B 位置での模式断面図、である。なお、基板 73 にはそれぞれ複数の半導体装置 100 及びアンテナ 74 を搭載するが、図 6 においては基板 73 に搭載されたそれぞれ 1 つの半導体装置 100 及びアンテナ 74 を図示し、他を省略している。

50

【0048】

図6(a)に示すように、半導体装置100ははんだ71により電子機器の基板73に表面実装されている。基板73は片面にグランドパッド76、信号パターン77、及び信号パターン78を有している。信号パターン77にはゲートバイアス回路が、信号パターン78にはドレインバイアス回路が接続されているが、ゲートバイアス回路とドレインバイアス回路は図6には図示していない。

【0049】

また図6(b)及び図6(c)に示すように、基板73は反対の面にアンテナ74を有している。基板73は内部のほぼ一面にグランド配線層75を有する。グランド配線層75は電子機器のグランドである。信号パターン78は、スルーホール79を介してアンテナ74に導通されている。グランド配線層75は、スルーホール79と接触しないよう、スルーホール79の周辺には設けられていない。

10

【0050】

グランドパッド76は、複数のスルーホール80を介してグランド配線層75に導通されている。スルーホール80は、スルーホール80同士の間隔が、半導体装置100が使用される最大周波数における波長 λ に対し、概ね $1/4$ 以下となるように近接して配置されることが望ましい。

【0051】

半導体装置100が基板73に表面実装されている状態において、信号リード22及び信号リード25は、第一の金属体10により覆われている。また、信号リード22及び信号リード25は、スルーホール80を介して導通された第一の金属体10とグランド配線層75、及び近接して配置されたスルーホール80とに囲われている。

20

【0052】

ヒートシンク70は、半導体装置100の放熱面13に密着するように配置される。ヒートシンク70と放熱面13の密着性を高めて、半導体装置100から生じる熱を効率よくヒートシンク70に伝えるように、放熱面13には放熱グリス72が薄く塗布されている。

【0053】

次に、本発明の実施の形態1に係る半導体装置100の動作を説明する。図5及び図6から半導体装置100の接地電極97は、はんだ71、グランドパッド76、及びスルーホール80を介してグランド配線層75と導通しているので、第一の金属体10の電位は半導体装置100が搭載された電子機器のグランドと同一の電位である。すなわち第一の金属体10は接地されている。

30

【0054】

ゲートバイアスは、ゲートバイアス回路(図示せず)から供給され、信号パターン77、はんだ71、半導体装置100の信号端子92、信号リード22、ワイヤボンダ部32、ワイヤ3、及び半導体素子1のゲートに繋がる信号電極を順に通って、半導体素子1のゲートに印加される。

【0055】

ドレインバイアスは、ドレインバイアス回路(図示せず)から供給され、信号パターン78から半導体装置100の信号端子95、はんだ71、信号リード25、ワイヤボンダ部35、ワイヤ4、及び半導体素子1のドレインに繋がる信号電極を順に通って、半導体素子1のドレインに印加される。

40

【0056】

上述の状態、信号パターン77を伝搬したRF信号は、はんだ71、半導体装置100の信号端子92、信号リード22、ワイヤボンダ部32、ワイヤ3、及び半導体素子1のゲートに繋がる信号電極を順に伝搬し、半導体素子1のゲートに印加され、半導体素子1により増幅される。同様に半導体素子1により増幅されたRF信号は、半導体素子1のドレインから、半導体素子1のドレインに繋がる信号電極、ワイヤ4、ワイヤボンダ部35、信号リード25、半導体装置100の信号端子95及びはんだ71を順

50

に通って信号パターン 78 に伝搬する。信号パターン 78 に伝搬した増幅された RF 信号は更にスルーホール 79 を通ってアンテナ 74 に給電され、外部に放射される。

【0057】

半導体素子 1 で発生した熱 HF は、第 1 の金属体 10 に半導体素子 1 をダイボンドしているダイボンド材を介して、半導体素子 1 の裏面から第 1 の金属体 10 へ伝導され、さらに放熱グリス 72 を介して第 1 の金属体 10 の放熱面 13 からヒートシンク 70 へ排出される。

【0058】

以上のとおり、本発明の実施の形態 1 における半導体装置 100 は、半導体素子 1 と、半導体素子 1 を搭載するダイパッド部 11 を有し、半導体素子 1 がダイパッド部 11 のダイボンド面 12 に搭載された第一の金属体 10 と、半導体素子 1 の信号電極にワイヤ 3 及び 4 を介して接続されたワイヤボンダッド部 32 及び 35 を有し、第一の金属体 10 における半導体素子 1 が搭載されたダイボンド面 12 と同じ側に、第一の金属体 10 と離間した状態で第一の金属体 10 に覆われて設けられ、第一の金属体 10 と共に伝送線路を形成する第二の金属体 20 と、半導体素子 1 が搭載されたダイボンド面 12 と反対側の第一の金属体 10 の面が露出するように、第一の金属体 10 及び第二の金属体 20 を保持しているモールド樹脂 2 とを備える。

10

【0059】

また、本発明の実施の形態 1 におけるアンテナ装置では、複数の半導体装置 100 と、複数の半導体装置 100 を搭載する基板 73 と、基板 73 において複数の半導体装置 100 が搭載された面と反対側の面に搭載された複数のアンテナ 74 とを備える。

20

【0060】

なお、本発明の実施の形態 1 における半導体装置 100 では、一例として第一の金属体 10 と第二の金属体 20 により形成された伝送線路がマイクロストリップ線路である例を示している。

【0061】

このような構成によれば、半導体装置 100 の放熱面 13 は、ヒートシンク 70 が接続できる。半導体素子 1 で発生した熱 HF は、ダイボンド面 12、第 1 の金属体 10、放熱面 13 及びヒートシンク 70 へ伝導させて放熱させる事が可能である。半導体装置 100 が表面実装された基板 73 を経由して放熱する場合と比較し、短い経路で効率的に排熱できるという効果を奏する。

30

【0062】

また、図 6 (b) に示したように、第二の金属体である信号リード 22 及び信号リード 25 は、接地された第一の金属体 10 により覆われており、さらにグラウンド配線層 75 と、近接して配置されたスルーホール 80 とに囲われている。このため電磁シールド機能を有するので、複数の半導体装置 100 を近接して配置した場合においても、半導体装置 100 同士の結合による発振、及び高周波での伝搬特性の劣化を抑制する効果を奏する。

【0063】

また、本発明の実施の形態 1 における半導体装置 100 では、モールド樹脂 2 は、ダイボンド面 12 及びワイヤボンダッド部 32、35 を露出させた状態で、第一の金属体 10 及び第二の金属体 20 を保持している構成とした。すなわち実施の形態 1 に係る半導体装置 100 においては、ダイボンド面 12 及びワイヤボンダッド部 32、35 はモールド樹脂 2 に被覆されていない。

40

【0064】

従って、半導体素子 1、及びワイヤ 3、4 はモールド樹脂 2 に覆われていない。このため、半導体素子 1 の上部をモールド樹脂 2 が覆うことで生じる寄生容量の増加によるトランジスタの性能低下、及び誘電損失を有するモールド樹脂 2 を用いた場合に生じる高周波での伝搬特性の劣化を回避する効果を奏する。

【0065】

なお、伝送線路を形成する第一の金属体 10 と第二の金属体 20 との間隔を一定にして

50

も良い。高周波で電力伝送を行う場合、電力を効率よく伝播させるためには信号源と負荷と伝送路の特性インピーダンスを一致させておく必要がある。しかしながら上記特許文献1に開示された構成では、高周波半導体装置の内部において、インナーリード部と接地電位を持つ下面接地導電層との距離が、信号の伝搬方向に沿って変化している。よって、高周波半導体装置の内部において特性インピーダンスが変化するために反射損を生じ、電力を効率よく伝播させる事が出来ないという課題があった。

【0066】

本発明の実施の形態1における半導体装置100にあっては、X軸と同一方向に設けられた第二の金属体である信号リード22の全範囲で、第一の金属体10と第二の金属体である信号リード22により構成されるマイクロストリップ線路の特性インピーダンスがほぼ50Ω一定となるように、信号リード22及び第一の金属体10は間隔がほぼ一定となるよう配置されている。

10

【0067】

よって、半導体装置100内部でのインピーダンスの不連続による反射損が発生せず、また半導体装置100と信号パターン77との接続部でもインピーダンスの不連続による反射損が発生しない。すなわち半導体装置100の外部から供給された電力を、半導体素子1に効率よく伝播させる事が出来るという効果を奏する。

【0068】

同様に、X軸と同一方向に設けられた第二の金属体である信号リード25の全範囲で、第一の金属体10と第二の金属体である信号リード25により構成されるマイクロストリップ線路の特性インピーダンスがほぼ50Ω一定となるように、信号リード22及び第一の金属体10は間隔がほぼ一定となるよう配置されている。よって半導体装置100内部でのインピーダンスの不連続による反射損が発生せず、また半導体装置100と信号パターン78との接続部でもインピーダンスの不連続による反射損が発生しないので、半導体素子1により増幅された電力を、効率よく外部へ伝播させるという効果を奏する。

20

【0069】

なお実施の形態1において、半導体素子1の信号電極の数を2とし、これに繋がれた信号リード22及び信号リード22を第二の金属体20とした。しかし、第二の金属体20の数は2に限定されるものではなく、半導体素子1及び半導体装置100の構成に応じて、更に数を増やしてもよい。また、実施の形態1において第二の金属体20は、半導体装置100の対向する二方向に設けられているが、例えばこれを四方向に設けても良い。

30

【0070】

実施の形態2.

本発明の実施の形態2に係る半導体装置100の構成は、実施の形態1と同じである。ただし、実施の形態1とは半導体装置100の動作と半導体装置100が搭載される基板の構成が異なっている。

【0071】

図7は実施の形態2に係る半導体装置100が搭載された電子機器の模式図である。図7(a)は半導体装置100が搭載された電子機器の模式平面図、図7(b)は図7(a)のA-A位置での模式断面図である。なお、簡略化のため図7ではヒートシンク70は図示していない。

40

【0072】

図7(a)に示すように、基板40の表層には信号パターン42及び信号パターン43が、グランドパターン41に離間して設けられている。実施の形態1と同様に、信号パターン42にはゲートバイアス回路が、信号パターン43にはドレインバイアス回路が接続されている。なお、図7にはゲートバイアス回路、及びドレインバイアス回路は図示していない。また、図7には図示していないが、図6に示す基板73と同様に、基板40における信号パターン43は、スルーホール79を介してアンテナ74に導通されている。

【0073】

図7(b)に示すように、図6に示す基板73と同様に、基板40は基板内部のほぼ一

50

面に電子機器のグランドであるグランド配線層 75 を有している。表層のグランドパターン 41 は、複数のスルーホール 80 によりグランド配線層 75 と導通され、接地されている。

【0074】

信号パターン 42 とグランドパターン 41 は、信号パターン 42 とグランドパターン 41 により形成される 2 つの空隙において、信号パターン 42 とグランドパターン 41 との間隔がそれぞれ等しくなるように設けられている。また、信号パターン 43 とグランドパターン 41 は、信号パターン 43 とグランドパターン 41 により形成される 2 つの空隙において、信号パターン 43 とグランドパターン 41 との間隔がそれぞれ等しくなるように設けられている。

10

【0075】

信号パターン 42 は、信号パターン 42 と同一平面上にあるグランドパターン 41 に挟まれている。信号パターン 42 及びグランドパターン 41 は、基板 40 を構成する誘電体を挟んでグランド配線層 75 と対向している。信号パターン 42 とグランドパターン 41 とグランド配線層 75 は、伝送線路の一形態であるグラウンデッドコプレーナ線路 (grounded coplanar waveguide) を構成している。

【0076】

信号パターン 43 は、信号パターン 43 と同一平面上にあるグランドパターン 41 に挟まれている。信号パターン 43 及びグランドパターン 41 は、基板 40 を構成する誘電体を挟んでグランド配線層 75 と対向している。信号パターン 43 とグランドパターン 41 とグランド配線層 75 は、伝送線路の一形態であるグラウンデッドコプレーナ線路を構成している。

20

【0077】

半導体装置 100 の信号端子 92 は、はんだ 71 を介して信号パターン 42 と導通されている。半導体装置 100 の信号端子 95 は、はんだ 71 を介して信号パターン 43 と導通されている。

【0078】

半導体装置 100 の信号端子 91、93、94、96 及び接地端子 97 は、はんだ 71 を介してグランドパターン 41 へ導通され、グランドパターン 41 はグランド配線層 75 と導通されているので、信号リード 21、23、24、26、及び第一の金属体 10 は接地されている。

30

【0079】

信号リード 22 は、接地された信号リード 21 及び接地された信号リード 23 に挟まれており、誘電体であるモールド樹脂 2 を挟んで信号リード 21、22、及び 23 は、接地された第一の金属体 10 と対向している。つまり、信号リード 21、22、23、及び第一の金属体 10 は、伝送線路の一形態であるグラウンデッドコプレーナ線路を構成している。

【0080】

例えば、図 7 (b) において、信号リード 21、22、及び 23 の厚みは 0.2 mm、信号リード 22 の幅は 0.4 mm である。信号リード 21 と信号リード 22 の間隔、及び信号リード 22 と 23 の間隔は 0.22 mm であり、信号リード 21、22、23 と第一の金属体 10 との間隔は 0.4 mm である。さらに、モールド樹脂 2 の比誘電率は 3.6 であり、周波数が 28 GHz における特性インピーダンスが 50 Ω となるように形成されている。

40

【0081】

信号リード 21、22、23、及び第一の金属体 10 により構成されるグラウンデッドコプレーナ線路の特性インピーダンスが一定となるよう、信号リード 22 の幅、信号リード 21 と信号リード 22 の間隔、信号リード 22 と 23 の間隔、及び信号リード 21、22、23 と第一の金属体 10 との間隔は、信号リード 22 の全範囲において、ほぼ一定である事が望ましい。

50

【0082】

【表2】

信号リード21と22、及び22と23の間隔 (mm)	0.16	0.185	0.20	0.22	0.24	0.27	0.28
設計値を基準とした相対値	0.72	0.83	0.90	1.00	1.08	1.21	1.26
反射損失 (dB)	24.6	30.0	33.7	+∞	37.2	30.3	27.9

【0083】

【表3】

信号リード21、22、及び23と第一の金属体10との間隔 (mm)	0.25	0.31	0.35	0.40	0.50	0.58	0.70
設計値を基準とした相対値	0.63	0.78	0.88	1.00	1.25	1.45	1.75
反射損失 (dB)	23.9	30.1	36.4	+∞	33.8	30.1	27.7

【0084】

表2は信号リード21と22の間隔、及び信号リード22と23の間隔が変化した場合の反射損失を示している。表3は信号リード21、22、及び23と第一の金属体10との間隔が変化した場合の反射損失を示している。

【0085】

実施の形態2における信号リード21と22の間隔、及び信号リード22と23の間隔は、0.22mmを設計値として設計されている。信号リード21、22、23と第一の金属体10との間隔は、0.4mmを設計値として設計されている。製造における加工制約及び公差等により、これらを全く一定と出来ない場合であっても、例えば、信号リード21と22の間隔、及び信号リード22と23の間隔を0.185mmから0.27mmの範囲とすることで、特性インピーダンスの変動による反射損失は30dB以上となり、良好な特性を得ることが出来る。

【0086】

これは信号リード21と22の間隔、及び信号リード22と23の間隔を、設計値である0.22mmで除した値、すなわち設計値を基準とした相対値で0.83から1.21の範囲である。つまり、信号リード21と信号リード22の間隔、及び信号リード22と23の間隔は、設定値に対し±17%の範囲で誤差が許容可能である。

【0087】

また、信号リード21、22、及び23と第一の金属体10との間隔を0.31mm以上から0.58mm以下の範囲とすることで、特性インピーダンスの変動による反射損失は30dB以上となり、良好な特性を得ることが出来る。これは信号リード21、22、及び23と第一の金属体10との間隔を設計値である0.4mmで除した値、すなわち設計値を基準とした相対値で0.78から1.45の範囲である。つまり、信号リード21、22、及び23と第一の金属体10との間隔は、設定値に対し±22%の範囲で誤差が許容可能である。

【0088】

同様に信号リード24、25、26、及び第一の金属体10は、グラウンデッドコプレーナ線路を構成している。例えば、信号リード24、25、及び26の厚みは0.2mm、信号リード25の幅は0.4mm、信号リード24と信号リード25の間隔、及び信号リード25と26の間隔は0.22mm、信号リード24、25、26と第一の金属体10との間隔は0.4mm、及びモールド樹脂2の比誘電率は3.6であり、周波数が28GHzにおける特性インピーダンスが50Ωとなるように形成されている。これは、信号リード25の全範囲においてほぼ一定であることが望ましい。

【0089】

10

20

30

40

50

以上のとおり、本発明の実施の形態 2 における半導体装置 100 では、半導体素子 1 と、半導体素子 1 を搭載するダイパッド部 11 を有し、半導体素子 1 がダイパッド部 11 のダイボンド面 12 に搭載された第一の金属体 10 と、半導体素子 1 の信号電極にワイヤ 3、4 を介して接続されたワイヤボンドパッド部 32、35 を有し、第一の金属体 10 における半導体素子 1 が搭載されたダイボンド面 12 と同じ側に、第一の金属体 10 と離間した状態で第一の金属体 10 に覆われて設けられ、第一の金属体 10 と共に伝送線路を形成する第二の金属体 20 と、半導体素子 1 が搭載されたダイボンド面 12 と反対側の第一の金属体 10 の面が露出するように、第一の金属体 10 及び第二の金属体 20 を保持しているモールド樹脂 2 とを備える。第一の金属体 10 と第二の金属体 20 により形成された伝送線路はグラウンデッドコプレーナ線路である。

10

【0090】

このような構成によれば、実施の形態 1 に示された半導体装置 100 と同様に、半導体素子 1 で発生した熱 HF を効率的に排熱できるという効果を奏する。また、複数の半導体装置 100 を近接して配置した場合においても、半導体装置 100 同士の結合による発振、及び高周波での伝搬特性の劣化を抑制する効果を奏する。さらに、半導体装置 100 の外部から供給された電力を半導体素子 1 に効率よく伝播させる事ができ、半導体素子 1 により増幅された電力を効率よく外部へ伝播させるという効果を奏する。

【0091】

なお図 7 において、信号リード 21 から 26 の幅は同一としているが、グラウンデッドコプレーナ線路の接地導体として動作する信号リード 21、23、24、26 の幅は可能な範囲で広げることが望ましい。ワイヤボンドパッド部 31、33、34、36 とダイボンド面 12 をワイヤ、金属リボン等で結線し、信号リード 21、23、24、26 をより確実に接地させてもよい。

20

【0092】

実施の形態 3.

本発明の実施の形態 3 に係る半導体装置 300 の構成を、図 8、図 9、及び図 10 を用いて説明する。

【0093】

図 8 は、実施の形態 3 に係る半導体装置 300 に用いられる、第一の金属体を含むリードフレーム 301 の、平面図、側面図、及び正面図である。図 8 (a) はリードフレーム 301 を上から見た平面図、図 8 (b) はリードフレーム 301 を図 8 (a) の矢印 A から見た側面図、図 8 (c) はリードフレーム 301 を図 8 (a) の矢印 B から見た正面図である。

30

【0094】

図 8 は、半導体装置 300 を形成する前のリードフレーム 301 を示している。リードフレーム 301 は、半導体装置 300 を形成する第一の金属体 302 を含んでいる。図 3 に示した実施の形態 1 に係る半導体装置 100 に用いられる第一の金属体 10 と異なり、第一の金属体 302 は半導体装置 300 の接地端子を形成しない。

【0095】

図 9 は、実施の形態 3 に係る半導体装置 300 に用いられる、第二の金属体及び第三の金属体を含むリードフレーム 310 の、平面図、側面図、及び正面図である。図 9 (a) はリードフレーム 310 を上から見た平面図、図 9 (b) はリードフレーム 310 を図 9 (a) の矢印 A から見た側面図、図 9 (c) はリードフレーム 310 を図 9 (a) の矢印 B から見た正面図である。

40

【0096】

図 9 は、半導体装置 300 を形成する前のリードフレーム 310 を示している。リードフレーム 310 は、図 4 に示した実施の形態 1 に係る半導体装置 100 に用いられるリードフレーム 29 と同じく、信号リード 21、22、23、24、25、26 を有している。更にリードフレーム 310 は信号リード 311、312、313、314、315、316、317、318 を含んでいる。

50

【0097】

図10は、実施の形態3に係る半導体装置300の説明図である。図10(a)は半導体装置300を下から見た平面図、図10(b)は半導体装置300を図10(a)の矢印Aから見た断面図、図10(c)は半導体装置300を図10(a)の矢印Bから見た断面図、図10(d)は半導体装置300を図10(a)の矢印Cから見た断面図である。ただし、説明に不要な部分は適宜省略されている。

【0098】

信号リード311、312、313、314、315、316、317、318は第三の金属体である。図10(a)に示すように、第三の金属体である信号リード311、312、313、314、315、316、317、318は半導体装置300の裏面に露出しており、露出部は半導体装置300の接地端子を形成している。

10

【0099】

図10(b)、(c)に示すように、第一の金属体302は、第三の金属体である信号リード311、312、313、314、315、316、317、318と、半導体装置300の内部で接触し導通した状態で、モールド樹脂2に保持されている。すなわち第一の金属体302は、第三の金属体によって形成される接地電極と導通している。他の部分は説明を省略する。

【0100】

以上のとおり、本発明の実施の形態3における半導体装置300では、半導体素子1と、半導体素子1を搭載するダイパッド部11を有し、半導体素子1がダイパッド部11のダイボンド面12に搭載された第一の金属体302と、半導体素子1の信号電極にワイヤ3、4を介して接続されたワイヤボンドパッド部32、35を有し、第一の金属体302における半導体素子1が搭載されたダイボンド面12と同じ側に、第一の金属体302と離間した状態で第一の金属体302に覆われて設けられ、第一の金属体302と共に伝送線路を形成する第二の金属体20と、半導体素子1が搭載されたダイボンド面12と反対側の第一の金属体302の面が露出するように、第一の金属体302及び第二の金属体20を保持しているモールド樹脂2とを備える。更に半導体装置300は、第三の金属体である信号リード311、312、313、314、315、316、317、及び318を備える。第三の金属体は、半導体装置300の接地端子を形成し、第一の金属体302と接触し導通した状態でモールド樹脂2により保持されている。

20

30

【0101】

このような構成によれば、実施の形態1に示された半導体装置100と同様に、半導体装置300は半導体素子1で発生した熱HFを効率的に排熱できるという効果を奏する。また、複数の半導体装置300を近接して配置した場合においても、半導体装置300同士の結合による発振、及び高周波での伝搬特性の劣化を抑制する効果を奏する。さらに、半導体装置300の外部から供給された電力を半導体素子1に効率よく伝播させる事ができ、半導体素子1により増幅された電力を効率よく外部へ伝播させるという効果を奏する。

【0102】

更に、実施の形態3に係る半導体装置300にあっては、リードフレーム310が接地端子を形成するようにしたために、リードフレーム301を単純で加工しやすい形状とすることができ、実施の形態1よりも設計の自由度が増す効果を奏する。

40

【0103】

実施の形態4

本発明の実施の形態4に係る半導体装置400の構成を、図11、図12、及び図13を用いて説明する。

【0104】

図11は、実施の形態4に係る半導体装置400に用いられる、第一の金属体を含むリードフレーム401の、平面図、側面図、及び正面図である。図11(a)はリードフレーム401を上から見た平面図、図11(b)はリードフレーム401を図11(a)の

50

矢印Aから見た側面図、図11(c)はリードフレーム401を図11(a)の矢印Bから見た正面図である。

【0105】

図11は、半導体装置400を形成する前のリードフレーム401を示している。リードフレーム401は、半導体装置400の第一の金属体402を含んでいる。リードフレーム401は、複数の穴403がリードフレーム401を貫通して設けられている。

【0106】

図12は、実施の形態4に係る半導体装置400に用いられる、第二の金属体及び第三の金属体を含むリードフレーム410の、平面図、側面図、及び正面図である。図12(a)はリードフレーム410を上から見た平面図、図12(b)はリードフレーム410
10
図12(c)はリードフレーム410を図12(a)の矢印Aから見た側面図、図12(c)はリードフレーム410を図12(a)の矢印Bから見た正面図である。

【0107】

図12は、半導体装置400を形成する前のリードフレーム410を示している。リードフレーム410の信号リード21、23、24、26には、円柱状の突起411が設けられている。突起411の材料は金属であり、突起411と信号リード21、23、24、26は導通している。突起411の直径は、リードフレーム401の穴403に差し込み可能な程度に小さく設けられている。その他は図4に示されたリードフレーム29と同じである。

【0108】

図13は、実施の形態4に係る半導体装置400の説明図である。説明に不要な部分は適宜省略されている。図13(a)は半導体装置400を下から見た底面図、図13(b)は図13(a)のA-A位置での半導体装置400の断面図、図13(c)は図13(a)のB-B位置での半導体装置400の断面図である。
20

【0109】

実施の形態4において、信号リード21、23、24、26は第三の金属体である。図13(a)に示すように、第三の金属体である信号リード21、23、24、26は、半導体装置400の裏面に露出しており、露出部は半導体装置400の接地端子を形成している。

【0110】

図13(a)(c)に示すように、半導体装置400の内部において、信号リード21、23、24、26は、金属製のワイヤ404によって第一の金属体402と結線されている。つまり、信号リード21、23、24、26は、ワイヤ404によって第一の金属体402と導通している。
30

【0111】

また、図13(b)(c)に示すように、信号リード21、23、24、26に設けられた突起411は、第一の金属体402に設けられた複数の穴403に差し込まれて、第一の金属体402を貫通している。突起411の先端は、穴403の径より大きくなるように、叩いて潰すことにより傘状に成形されている。成形された傘状部は、第一の金属体402と接触した状態でモールド樹脂2に保持されている。
40

【0112】

すなわち、第一の金属体402は、第三の金属体によって形成される接地電極と導通している。他の部分は説明を省略する。

【0113】

以上のとおり、本発明の実施の形態4における半導体装置400では、半導体素子1と、半導体素子1を搭載するダイパッド部11を有し、半導体素子1がダイパッド部11のダイボンド面12に搭載された第一の金属体402と、半導体素子1の信号電極にワイヤ404を介して接続されたワイヤボンドパッド部32、35を有し、第一の金属体402における半導体素子1が搭載されたダイボンド面12と同じ側に、第一の金属体402と離間した状態で第一の金属体402に覆われて設けられ、第一の金属体402と共に伝送
50

線路を形成する第二の金属体 20 と、半導体素子 1 が搭載されたダイボンド面 12 と反対側の第一の金属体 402 の面が露出するように、第一の金属体 402 及び第二の金属体 20 を保持しているモールド樹脂 2 とを備える。

【0114】

更に半導体装置 400 は、半導体装置 400 の接地端子を形成する第三の金属体である信号リード 21、23、24、及び 26 を備える。第三の金属体である信号リード 21、23、24、及び 26 には突起 411 が設けられている。第三の金属体は、突起 411 が第一の金属体 402 と接触し導通した状態で、モールド樹脂 2 により保持されている。また第三の金属体は、ワイヤ 404 によっても第一の金属体 402 と結線されて導通している。

10

【0115】

このような構成によれば、実施の形態 1 に示された半導体装置 100 と同様に、半導体装置 400 は半導体素子 1 で発生した熱 HF を効率的に排熱できるという効果を奏する。また、複数の半導体装置 400 を近接して配置した場合においても、半導体装置 400 同士の結合による発振、及び高周波での伝搬特性の劣化を抑制する効果を奏する。さらに、半導体装置 400 の外部から供給された電力を半導体素子 1 に効率よく伝播させる事ができ、半導体素子 1 により増幅された電力を効率よく外部へ伝播させるという効果を奏する。

【0116】

更に、実施の形態 4 に係る半導体装置 400 にあっては、信号リード 21、23、24、26 に設けられた突起 411 の先端が、第一の金属体 402 に設けられた穴 403 に差し込まれ、差し込まれた突起の先端部分が穴 403 の径より大きく傘状に成形される事から、信号リード 21、23、24、26 の脱落を防止できるという効果を奏する。

20

【0117】

実施の形態 5

本発明の実施の形態 5 に係る半導体装置 500 の構成を、図 14 及び図 15 を用いて説明する。

【0118】

図 14 は、実施の形態 5 に係る半導体装置 500 に用いられるリードフレーム 501 の、平面図、側面図、及び正面図である。図 14 (a) はリードフレーム 501 を上から見た平面図、図 14 (b) はリードフレーム 501 を図 14 (a) の矢印 A から見た側面図、図 14 (c) はリードフレーム 501 を図 14 (a) の矢印 B から見た正面図である。

30

【0119】

図 14 は、半導体装置 500 を形成する前のリードフレーム 501 を示している。リードフレーム 501 は、半導体装置 500 の第一の金属体 502 を含んでいる。第一の金属体 502 には、複数の突起 503 が設けられている。

【0120】

図 15 は、実施の形態 5 に係る半導体装置 500 の説明図である。説明に不要な部分は適宜省略されている。図 15 (a) は半導体装置 500 を下から見た底面図、図 15 (b) は図 15 (a) の A-A 位置での半導体装置 500 の断面図、図 15 (c) は図 15 (a) の B-B 位置での半導体装置 500 の断面図である。

40

【0121】

信号リード 21、23、24、26 は、第三の金属体である。図 15 (a) に示すように、第三の金属体である信号リード 21、23、24、26 は半導体装置 500 の裏面に露出しており、露出部は半導体装置 500 の接地端子を形成している。

【0122】

図 15 (b) (c) に示すように、信号リード 21、23、24、26 は、第一の金属体 502 に設けられた突起 503 と接触して導通した状態で、モールド樹脂 2 に保持されている。

【0123】

50

図15(a)(c)に示すように、半導体装置500の内部において、信号リード21、23、24、26は、金属製のワイヤ504により第一の金属体502と結線されている。つまり、信号リード21、23、24、26は、ワイヤ504によって第一の金属体502と導通している。

【0124】

すなわち、第一の金属体502は、第三の金属体によって形成される接地電極と導通している。他の部分は説明を省略する。

【0125】

以上のとおり、本発明の実施の形態5における半導体装置500では、半導体素子1と、半導体素子1を搭載するダイパッド部11を有し、半導体素子1がダイパッド部11のダイボンド面12に搭載された第一の金属体502と、半導体素子1の信号電極にワイヤ504を介して接続されたワイヤボンドパッド部32、35を有し、第一の金属体502における半導体素子1が搭載されたダイボンド面12と同じ側に、第一の金属体502と離間した状態で第一の金属体502に覆われて設けられ、第一の金属体502と共に伝送線路を形成する第二の金属体20と、半導体素子1が搭載されたダイボンド面12と反対側の第一の金属体502の面が露出するように、第一の金属体502及び第二の金属体20を保持しているモールド樹脂2とを備える。

【0126】

更に半導体装置500は、半導体装置500の接地端子を形成する、第三の金属体である信号リード21、23、24、及び26を備える。第三の金属体は、第一の金属体502に設けられた突起503と接触し導通した状態で、モールド樹脂2により保持されている。第三の金属体は、ワイヤ504によっても第一の金属体502と結線されて導通している。

【0127】

このような構成によれば、実施の形態1に示された半導体装置100と同様に、半導体装置500は半導体素子1で発生した熱HFを効率的に排熱できるという効果を奏する。また、複数の半導体装置500を近接して配置した場合においても、半導体装置500同士の結合による発振、及び高周波での伝搬特性の劣化を抑制する効果を奏する。さらに、半導体装置500の外部から供給された電力を半導体素子1に効率よく伝播させる事ができ、半導体素子1により増幅された電力を効率よく外部へ伝播させるという効果を奏する。

【0128】

実施の形態6

本発明の実施の形態6に係る半導体装置600の構成を、図16、図17、及び図18を用いて説明する。

【0129】

図16は、実施の形態6に係る半導体装置600に用いられる、第一の金属体を含むリードフレーム601の、平面図、側面図、及び正面図である。図16(a)はリードフレーム601を上から見た平面図、図16(b)はリードフレーム601を図16(a)の矢印Aから見た側面図、図16(c)はリードフレーム601を図16(a)の矢印Bから見た正面図である。

【0130】

図16は、半導体装置600を形成する前のリードフレーム601を示している。リードフレーム601は、半導体装置600の第一の金属体602を含んでいる。第一の金属体602には、複数の突起603が設けられている。突起603は金バンプで形成されているが、はんだバンプ、メッキ、又は絞り加工などで形成してもよい。

【0131】

図17は、実施の形態6に係る半導体装置600に用いられる、第二の金属体及び第三の金属体を含むリードフレーム610の、平面図、側面図、及び正面図である。図17(a)はリードフレーム610を上から見た平面図、図17(b)はリードフレーム610

を図 17 (a) の矢印 A から見た側面図、図 17 (c) はリードフレーム 610 を図 17 (a) の矢印 B から見た正面図である。

【0132】

図 17 は、半導体装置 600 を形成する前のリードフレーム 610 を示している。リードフレーム 610 の信号リード 21、23、24、及び 26 には、突起 611 が設けられている。突起 611 は、金バンプで形成されているが、はんだバンプ、メッキ、又は絞り加工などで形成してもよい。

【0133】

図 18 は、実施の形態 6 に係る半導体装置 600 の説明図である。説明に不要な部分は適宜省略されている。図 18 (a) は半導体装置 600 を下から見た底面図、図 18 (b) は図 18 (a) の A-A 位置での半導体装置 600 の断面図、図 18 (c) は図 18 (a) の B-B 位置での半導体装置 600 の断面図である。

10

【0134】

信号リード 21、23、24、26 は、第三の金属体である。図 18 (a) に示すように、第三の金属体である信号リード 21、23、24、26 は半導体装置 600 の裏面に露出しており、露出部は半導体装置 600 の接地端子を形成している。

【0135】

図 18 (b) (c) に示すように、信号リード 21、23、24、26 に設けられた突起 611 は、第一の金属体 602 に設けられた突起 603 と接触して導通した状態で、モールド樹脂 2 に保持されている。

20

【0136】

また、図 18 (a) (c) に示すように、半導体装置 600 の内部において、金属製のワイヤ 604 により、信号リード 21、23、24、26 は、第一の金属体 602 と結線されている。つまり信号リード 21、23、24、26 は、ワイヤ 604 によって第一の金属体 602 と導通している。

【0137】

すなわち、第一の金属体 602 は、第三の金属体によって形成される接地電極と導通している。他の部分は説明を省略する。

【0138】

以上のとおり、本発明の実施の形態 6 における半導体装置 600 では、半導体素子 1 と、半導体素子 1 を搭載するダイパッド部 11 を有し、半導体素子 1 がダイパッド部 11 のダイボンド面 12 に搭載された第一の金属体 602 と、半導体素子 1 の信号電極にワイヤ 604 を介して接続されたワイヤボンドパッド部 32、35 を有し、第一の金属体 602 における半導体素子 1 が搭載されたダイボンド面 12 と同じ側に、第一の金属体 602 と離間した状態で第一の金属体 602 に覆われて設けられ、第一の金属体 602 と共に伝送線路を形成する第二の金属体 20 と、半導体素子 1 が搭載されたダイボンド面 12 と反対側の第一の金属体 602 の面が露出するように、第一の金属体 602 及び第二の金属体 20 を保持しているモールド樹脂 2 とを備える。

30

【0139】

更に半導体装置 600 は、半導体装置 600 の接地端子を形成する、第三の金属体である信号リード 21、23、24、及び 26 を備える。第三の金属体には突起 611 が設けられており、第一の金属体 602 には突起 603 が設けられている。第三の金属体は、突起 603 と突起 611 とが接触し導通した状態で、モールド樹脂 2 により保持されている。

40

【0140】

第三の金属体に設けられた突起 611、及び第一の金属体に設けられた突起 603 はバンプである。

【0141】

このような構成によれば、実施の形態 1 に示された半導体装置 100 と同様に、半導体装置 600 は半導体素子 1 で発生した熱 H F を効率的に排熱できるという効果を奏する。

50

また、複数の半導体装置 600 を近接して配置した場合においても、半導体装置 600 同士の結合による発振、及び高周波での伝搬特性の劣化を抑制する効果を奏する。さらに、半導体装置 600 の外部から供給された電力を半導体素子 1 に効率よく伝播させる事ができ、半導体素子 1 により増幅された電力を効率よく外部へ伝播させるという効果を奏する。

【0142】

また、基板のレイアウト変更等により半導体装置 600 の接地端子の配置を変更する場合、実施の形態 1 などでは、都度リードフレームの製造に用いられる金型を再作成し、変更した金型を用いてリードフレームを再作成する必要がある。しかし、実施の形態 6 においては、突起 603 及び突起 611 の位置変更により、リードフレームを再作成することなく接地端子の配置を変更できるので、迅速かつ柔軟に接地端子の配置を変更できるという効果を奏する。

10

【0143】

なお、実施の形態 6 で例示されたリードフレーム 610 に含まれる信号リードの数は 6 であるが、予めリードフレーム 610 が 6 を超える多数の信号リードを含む構成としており、接地端子に用いる信号リードを適宜選択してよいことは言うまでもない。

【0144】

実施の形態 7.

実施の形態 1 から 6 で述べてきた半導体装置の複数個を、基板 73 のある一面に表面実装した場合、基板 73 の反り、及び歪み、又は半導体装置の外形の製造交差などにより、複数の半導体装置の放熱面 13 は同一平面上に無い場合が起こりうる。またヒートシンクのベース面の平面度も加工精度に依存する。このため、複数の半導体装置に単一のヒートシンクを接触させようとした場合、ヒートシンクと接触しない、あるいは接触面積が小さい半導体装置が存在する可能性がある。

20

【0145】

ある程度の放熱面同士の平面度のばらつきは、実装された複数の半導体装置の放熱面とヒートシンクの間に放熱グリスを塗布することで吸収できる。しかし、平面度のばらつきが大きくなると、放熱グリスの厚みを増さねばならず、熱抵抗が上昇し、放熱性能が低下する課題がある。

【0146】

図 19 は実施の形態 7 に係る半導体装置 700 の説明図である。説明に不要な部分は適宜省略されている。図 19 (a) は半導体装置 700 の断面図である。図 19 (b) は、半導体装置 700 の放熱面 13 とヒートシンク 70 のベース面 702 が平行でない場合の、半導体装置 700 とヒートシンク 70 の接触状態を示した断面図である。

30

【0147】

本発明の実施の形態 7 に係る半導体装置 700 は、実施の形態 1 に係る半導体装置 100 と第一の金属体の形状が異なり、第一の金属体 701 はモールド樹脂 2 から予め定められた値だけ突出している。

【0148】

具体的には、図 19 (a) において、半導体装置 700 を形成する第一の金属体 701 のダイパッド部 11 のダイボンド面 12 に、半導体素子 1 が搭載されている。ダイボンド面 12 の反対側の面である放熱面 13 は、モールド樹脂 2 から高さ H だけ突出して露出している。

40

【0149】

図 19 (b) に示すように、モールド樹脂 2 から突出した半導体装置 700 の放熱面 13 は、放熱グリス 72 に埋没しつつヒートシンク 70 のベース面 702 と接触する。従って、実施の形態 7 においては、モールド樹脂 2 から放熱面 13 が突出していない実施の形態 1 と比較して、放熱グリス 72 の厚みを薄くしても放熱面 13 とヒートシンク 70 のベース面 702 が放熱グリス 72 を介して接触させることが出来る。他の部分は説明を省略する。

50

【0150】

以上のとおり、本発明の実施の形態7における半導体装置700では、半導体素子1と、半導体素子1を搭載するダイパッド部11を有し、半導体素子1がダイパッド部11のダイボンド面12に搭載された第一の金属体701と、半導体素子1の信号電極にワイヤ3、4を介して接続されたワイヤボンドパッド部32、35を有し、第一の金属体701における半導体素子1が搭載されたダイボンド面12と同じ側に、第一の金属体701と離間した状態で第一の金属体701に覆われて設けられ、第一の金属体701と共に伝送線路を形成する第二の金属体20と、半導体素子1が搭載されたダイボンド面12と反対側の第一の金属体701の面が露出するように、第一の金属体701及び第二の金属体20を保持しているモールド樹脂2を備える。露出した第一の金属体701の面は、半導体装置700のモールド樹脂2の外形より予め定められた値だけ突出している。

10

【0151】

このような構成によれば、実施の形態1に示された半導体装置100と同様に、半導体装置700は半導体素子1で発生した熱HFを効率的に排熱できるという効果を奏する。また、複数の半導体装置700を近接して配置した場合においても、半導体装置700同士の結合による発振、及び高周波での伝搬特性の劣化を抑制する効果を奏する。さらに、半導体装置700の外部から供給された電力を半導体素子1に効率よく伝播させる事ができ、半導体素子1により増幅された電力を効率よく外部へ伝播させるという効果を奏する。

【0152】

20

更に、実施の形態7に係る半導体装置700にあっては、半導体装置の放熱面とヒートシンクのベース面が平行でない場合でも良好な放熱性が得られるという効果を奏する。

【0153】

なお、放熱面13の突出量Hを増すにつれて、半導体素子1に繋がるワイヤ3及びワイヤ4の長さが増し、半導体装置700の高周波での伝搬特性が劣化する。また放熱グリス72の厚みが薄いほど、熱抵抗は低くなり放熱性は向上するが、平面度のばらつきを吸収することが出来なくなる。一般的に放熱グリスの塗布厚みは少なくとも50ミクロン程度であるので、放熱面13の突出量Hは50ミクロンから200ミクロンが望ましい。

【0154】

実施の形態8.

30

実施の形態8は、実施の形態7で上述した課題を解決するための、実施の一形態である。

【0155】

図20は実施の形態8に係る半導体装置800の説明図である。説明に不要な部分は適宜省略されている。図20(a)は半導体装置800の断面図である。図20(b)は、半導体装置800の放熱面13とヒートシンク802のベース面804が平行でない場合の、半導体装置800とヒートシンク802の接触状態を示した断面図である。

【0156】

本発明の実施の形態8に係る半導体装置800は、実施の形態1に係る半導体装置100とモールド樹脂801の形状が異なっている。具体的には図20(a)に示すように、モールド樹脂801は、半導体装置800を形成する第一の金属体10の放熱面13の周囲において、放熱面13より高さHだけ突出している。

40

【0157】

図20(b)に示すように、ヒートシンク802のベース面804には突起803が設けられている。突起803は、放熱グリス72に埋没しつつ、半導体装置800の放熱面13と接触する。

【0158】

従って、実施の形態8においては、放熱面13の周囲においてモールド樹脂801が突出していない実施の形態1と比較して、放熱グリス72の厚みを薄くしても放熱面13とヒートシンク70のベース面804が放熱グリス72を介して接触させることが出来る。

50

他の部分は説明を省略する。

【0159】

以上のとおり、本発明の実施の形態8における半導体装置800では、半導体素子1と、半導体素子1を搭載するダイパッド部11を有し、半導体素子1がダイパッド部11のダイボンド面12に搭載された第一の金属体10と、半導体素子1の信号電極にワイヤ3及び4を介して接続されたワイヤボンドパッド部32及び35を有し、第一の金属体10における半導体素子1が搭載されたダイボンド面12と同じ側に、第一の金属体10と離間した状態で第一の金属体10に覆われて設けられ、第一の金属体10と共に伝送線路を形成する第二の金属体20と、半導体素子1が搭載されたダイボンド面12と反対側の第一の金属体10の面が露出するように、第一の金属体10及び第二の金属体20を保持しているモールド樹脂801とを備える。モールド樹脂801は、露出した第一の金属体10の面の周囲における外形が、予め定められた値だけ露出した第一の金属体10の面より突出している。

10

【0160】

このような構成によれば、実施の形態1に示された半導体装置100と同様に、半導体装置800は半導体素子1で発生した熱HFを効率的に排熱できるという効果を奏する。また、複数の半導体装置800を近接して配置した場合においても、半導体装置800同士の結合による発振、及び高周波での伝搬特性の劣化を抑制する効果を奏する。さらに、半導体装置800の外部から供給された電力を半導体素子1に効率よく伝播させる事ができ、半導体素子1により増幅された電力を効率よく外部へ伝播させるという効果を奏する。

20

【0161】

更に、半導体装置の放熱面とヒートシンクのベース面が平行でない場合でも良好な放熱性が得られるという効果を奏する。また窪みを設けたことで半導体装置800と放熱グリス72の接触面積が増加するという効果も奏する。

【0162】

実施の形態1から8にて上述したように、本発明における半導体装置は高周波での電力伝送に優れており、特に高周波半導体装置に好適である。

【0163】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。

30

【0164】

また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

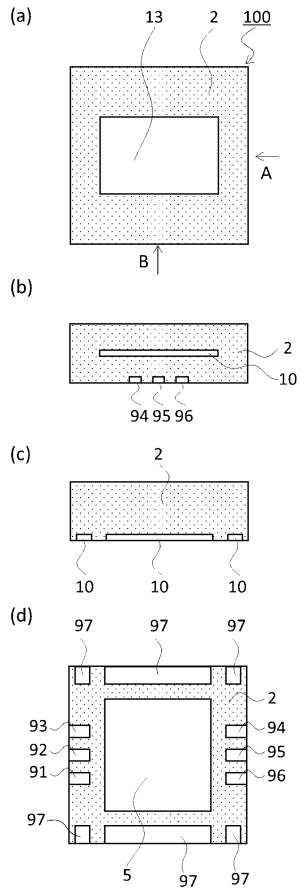
【符号の説明】

【0165】

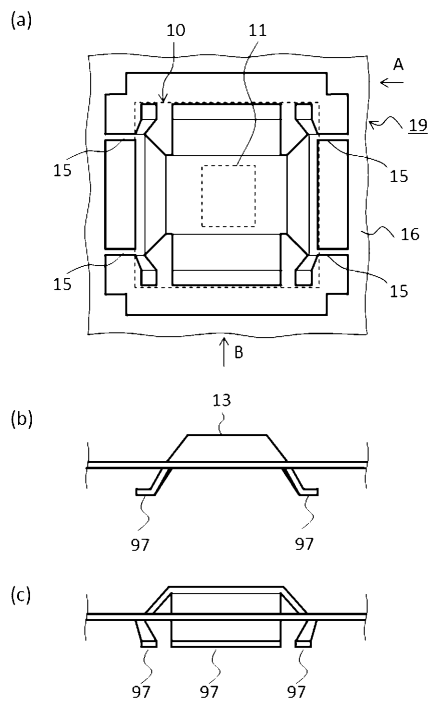
1 半導体素子、100、300、400、500、600、700、800 半導体装置、2、801 モールド樹脂、3、4、404、504、604 ワイヤ、10、302、402、502、602、701 第一の金属体、11 ダイパッド部、12 ダイボンド面、13 放熱面、19、29、301、310、401、410、501、601、610 リードフレーム、20 第二の金属体、21、22、23、24、25、26、311、312、313、314、315、316、317、318 信号リード(第三の金属体)、32、35 ワイヤボンドパッド部、40、73 基板、70、802 ヒートシンク、74 アンテナ、91、92、93、94、95、96 信号端子、97 接地端子、411、503、603、611 突起

40

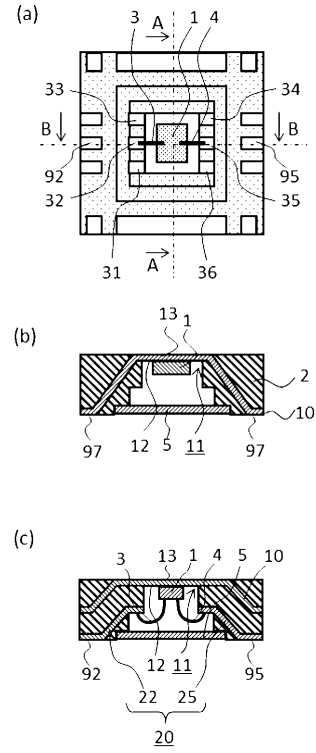
【図 1】



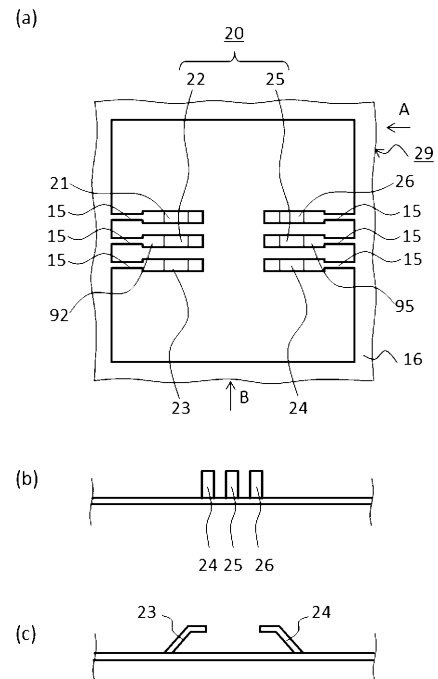
【図 3】



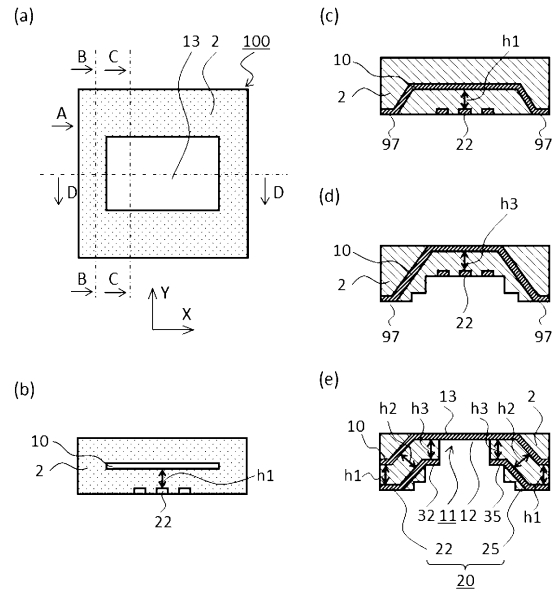
【図 2】



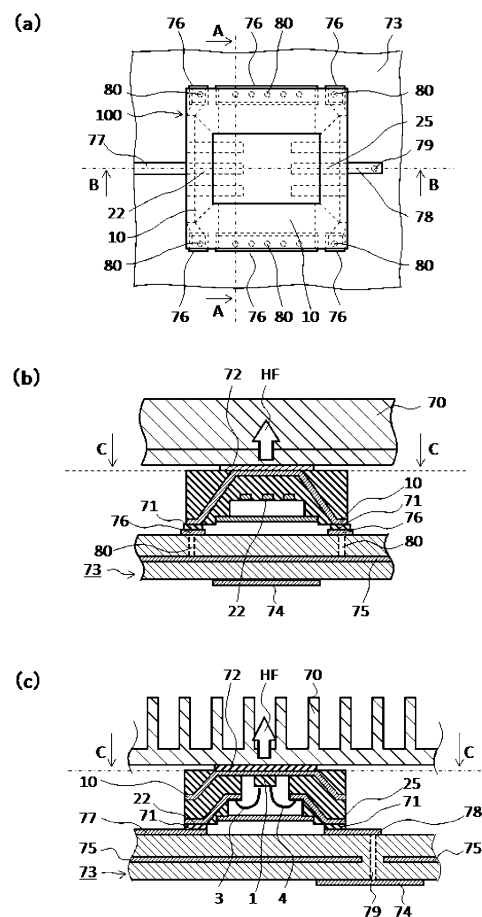
【図 4】



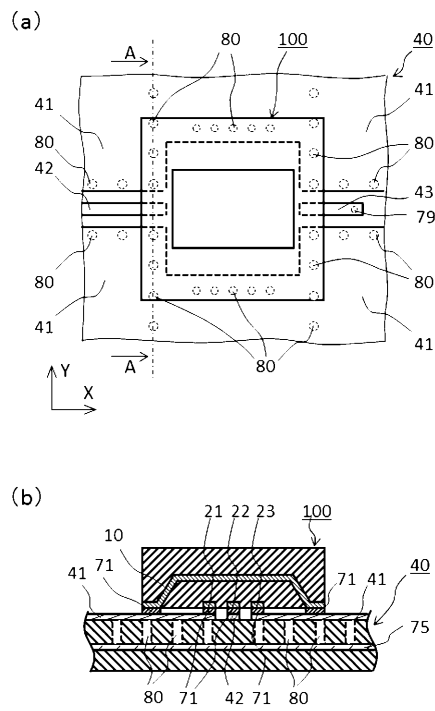
【図 5】



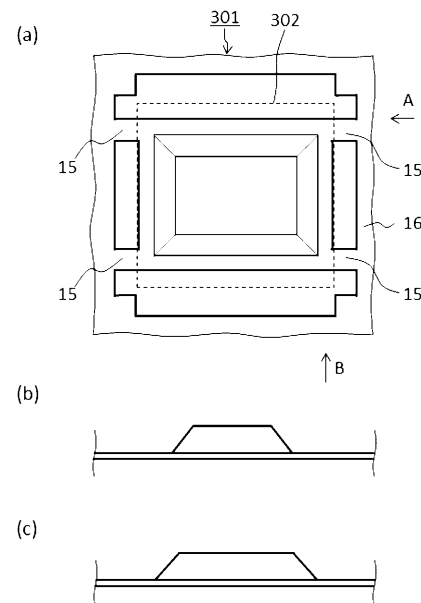
【図 6】



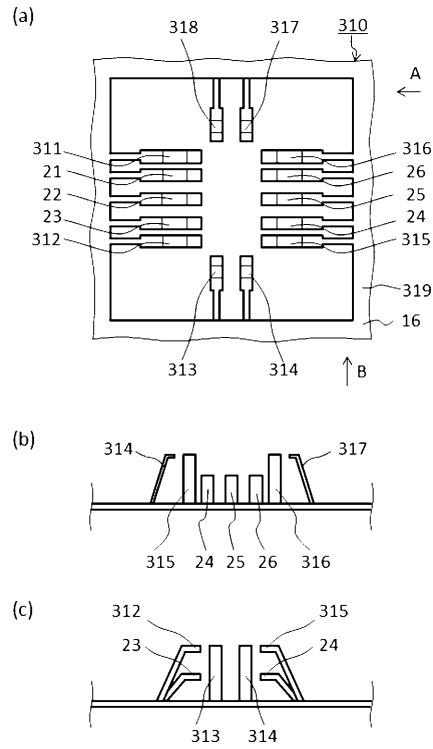
【図 7】



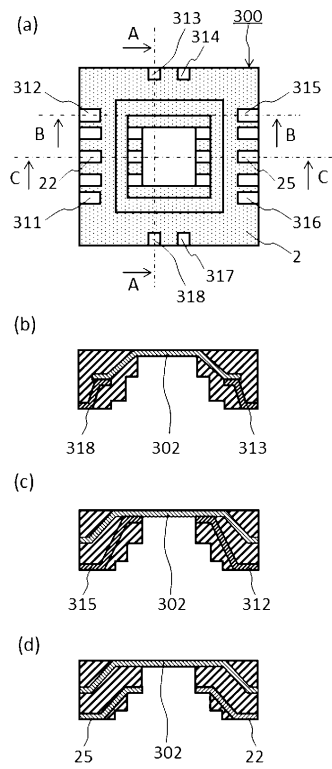
【図 8】



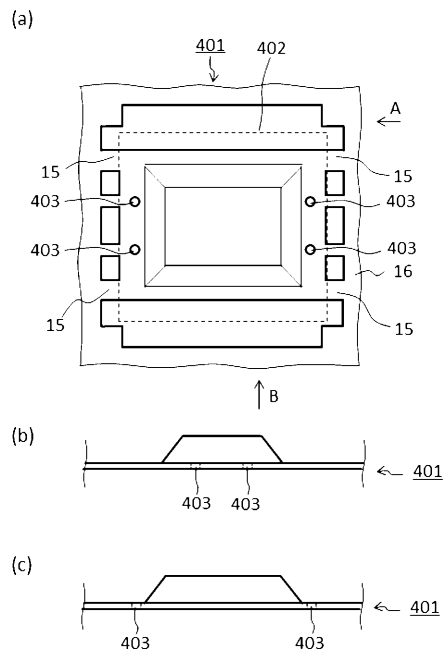
【図 9】



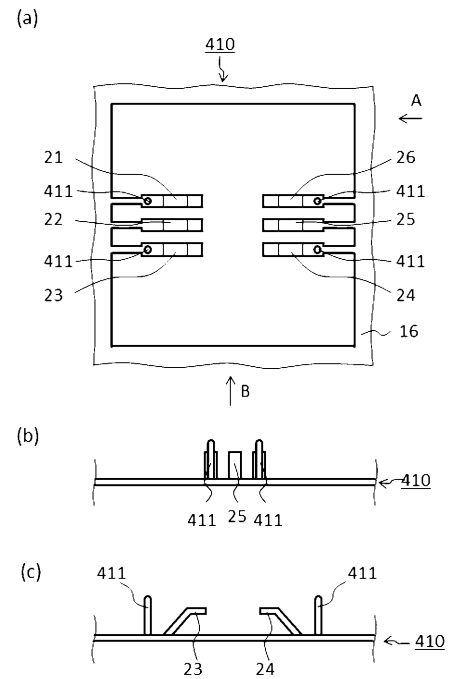
【図 10】



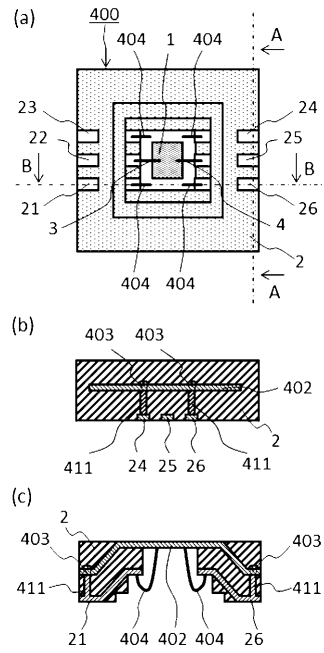
【図 11】



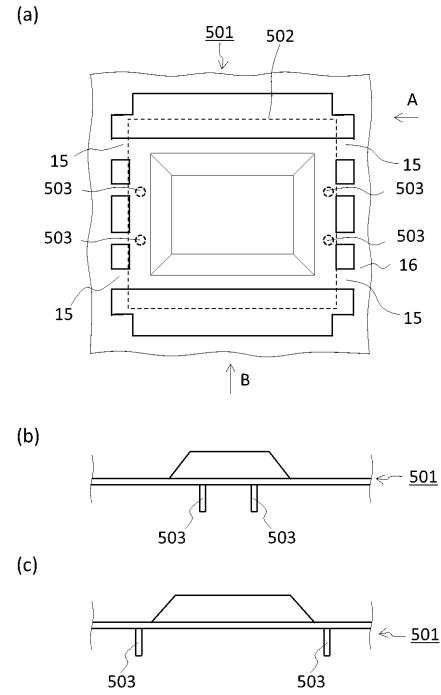
【図 12】



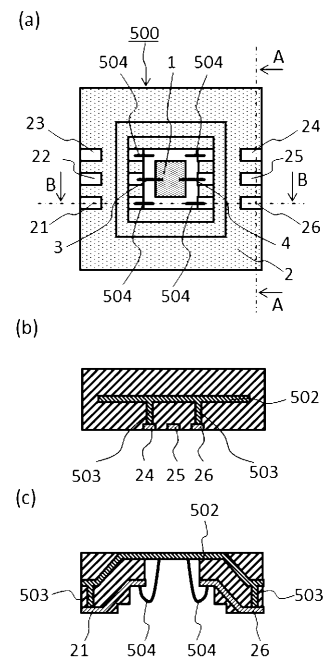
【図 1 3】



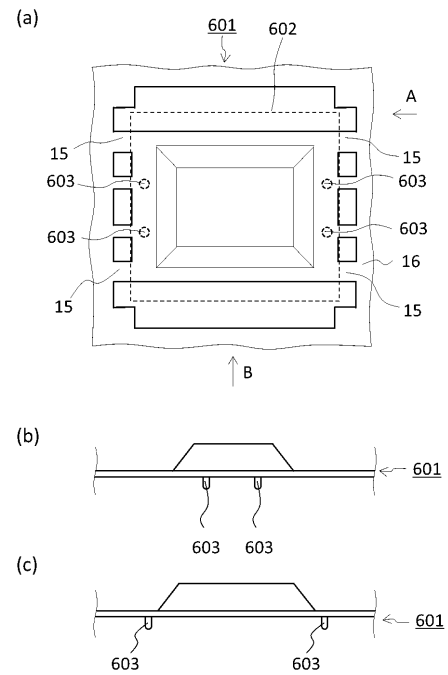
【図 1 4】



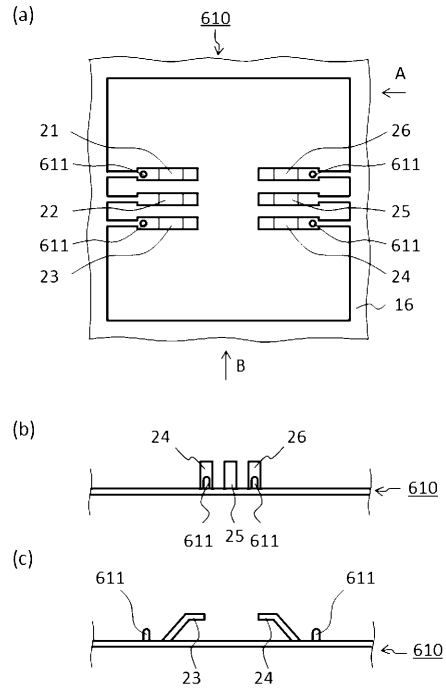
【図 1 5】



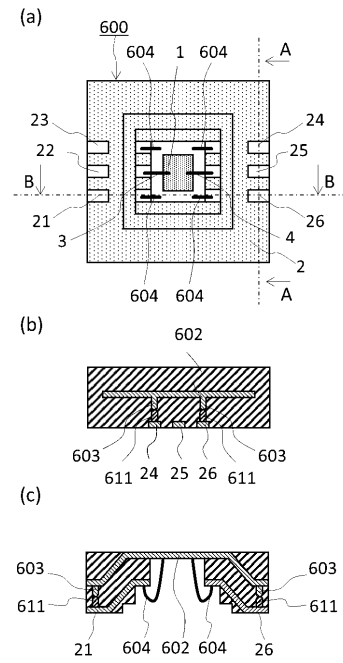
【図 1 6】



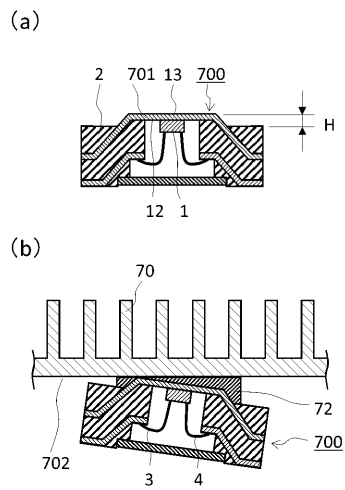
【図 17】



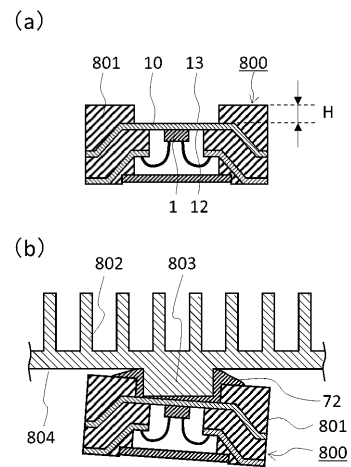
【図 18】



【図 19】



【図 20】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平6-97359 (JP, A)
特開平10-173117 (JP, A)
特開2015-211056 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 23/02
H01L 23/50
H01L 23/28
H01L 23/29
H01L 23/08