

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7670236号
(P7670236)

(45)発行日 令和7年4月30日(2025.4.30)

(24)登録日 令和7年4月21日(2025.4.21)

(51)国際特許分類

F I

H O 1 L 21/60 (2006.01)

H O 1 L 23/48 (2006.01)

H O 1 L 25/07 (2006.01)

H O 1 L 25/18 (2023.01)

H O 1 L 21/60

H O 1 L 23/48

H O 1 L 25/04

3 2 1 E

G

C

請求項の数 6 (全21頁)

(21)出願番号	特願2024-517881(P2024-517881)	(73)特許権者	000005234
(86)(22)出願日	令和5年3月7日(2023.3.7)		富士電機株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2023/008664		神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(87)国際公開番号	WO2023/210170	(74)代理人	110002918
(87)国際公開日	令和5年11月2日(2023.11.2)		弁理士法人扶桑国際特許事務所
審査請求日	令和6年4月1日(2024.4.1)	(72)発明者	加藤 遼一
(31)優先権主張番号	特願2022-71586(P2022-71586)		神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(32)優先日	令和4年4月25日(2022.4.25)		富士電機株式会社内
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(72)発明者	日向 裕一朗
			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
		(72)発明者	村田 悠馬
			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
		審査官	安田 雅彦

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】

隙間を空けてそれぞれ設けられた第1導電部及び第2導電部と、
前記第1導電部の第1おもて面に接合された第1接合部と、前記第2導電部の第2おもて面に接合された第2接合部と、前記隙間を跨いで前記第1接合部と前記第2接合部とを繋ぐ配線部とを含む接続配線と、
前記配線部に接合されたワイヤと、
を含み、
前記配線部は、
前記第1接合部に下端部が接続されて、前記第1接合部に対して上端部が鉛直上方に立ち上がっている鉛直部と、
前記鉛直部の前記上端部から前記第1導電部及び前記第2導電部に平行であって、前記ワイヤの一端部側のワイヤ接合部がおもて面に接合された平行部と、
前記平行部から前記第2接合部に向かって傾斜している傾斜部と、
を含んでいる、
半導体装置。

【請求項2】

前記第1導電部は、半導体チップのおもて面に設けられた主電極である、
請求項1に記載の半導体装置。

【請求項3】

前記傾斜部の前記第 2 接合部に対する傾斜角度は、30 度以上、60 度以下である、
請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

前記配線部のおもて面の前記ワイヤ接合部から前記第 2 接合部の間に、前記配線部の配線方向に対して直交して 1 以上の溝部または 1 以上の突起部が形成されている、

請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 5】

前記ワイヤ接合部は、平面視で、前記配線部の前記平行部の前記鉛直部側に接合されている、

請求項 1 に記載の半導体装置。

10

【請求項 6】

前記第 1 導電部、前記第 2 導電部、前記配線部、及び、前記ワイヤのそれぞれの表面に封止部材に対する密着性を有する皮膜が塗布されている、

請求項 1、4、または 5 に記載の半導体装置。

【請求項 7】

(削除)

【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。

20

【背景技術】

【0002】

半導体装置は、パワーデバイスを含んでいる。このような半導体装置は、例えば、電力変換機能を有する。パワーデバイスは、例えば、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)、パワー MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) を含む半導体チップである。

【0003】

半導体装置は、さらに、半導体チップが配置される回路基板と半導体チップ及び回路基板を電気的に接続する接続配線（例えば、リードフレーム）とを含み、封止部材により封止される。接続配線は、半導体チップのおもて面の主電極と回路基板に含まれる配線板とを接続する（例えば、特許文献 1～4 を参照）。半導体装置は、さらに、シャント抵抗も含んでもよい。シャント抵抗もまた接続配線により回路基板の配線板に直接接続してもよい（例えば、特許文献 5、6 を参照）。また、半導体装置は、回路基板に代わり、半導体チップが配置されるリードフレームを含んでもよい（特許文献 7～9）。半導体装置は、ソースセンス用のワイヤを含んでもよい。このようなワイヤは、接続配線に接合されてもよい（例えば、特許文献 3、4）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】国際公開第 2015/059882 号

40

【文献】特開 2003-332393 号公報

【文献】特開 2016-004796 号公報

【文献】特開 2019-071399 号公報

【文献】特開 2019-075521 号公報

【文献】特開 2019-075959 号公報

【文献】国際公開第 2015/151273 号

【文献】特開 2013-243394 号公報

【文献】特開昭 61-137352 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0005】

半導体装置の封止部材は、封止される部品によっては密着性が低い。封止部材は、例えば、回路基板に接続配線を接合するはんだに対する密着性が低い。封止部材に密着性が低い箇所があると、そこに剥離が生じ、当該剥離を起点として剥離が伸展する。このような剥離の伸展先に、接続配線に接合されたソースセンス用のワイヤがあると、剥離によりワイヤが切れてしまうおそれがある。

【0006】

本発明は、このような点を鑑みてなされたものであり、ワイヤの断線の発生が抑制さ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】

【0007】

本発明の一観点によれば、隙間を空けてそれぞれ設けられた第1導電部及び第2導電部と、前記第1導電部の第1おもて面に接合された第1接合部と、前記第2導電部の第2おもて面に接合された第2接合部と、前記隙間を跨いで前記第1接合部と前記第2接合部とを繋ぐ配線部とを含む接続配線と、を含み、前記配線部は、前記第1接合部に下端部が接続されて、前記第1接合部に対して上端部が鉛直上方に立ち上がっている鉛直部と、前記鉛直部の前記上端部から前記第1導電部及び前記第2導電部に平行な平行部と、前記平行部から前記第2接合部に向かって傾斜している傾斜部と、を含んでいる、半導体装置が提供される。

【発明の効果】

【0008】

開示の技術によれば、ワイヤの断線の発生を抑制し、信頼性の低下を防止する。

【0009】

本発明の上記及び他の目的、特徴及び利点は本発明の例として好ましい実施の形態を表す添付の図面と関連した以下の説明により明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施の形態の半導体装置の平面図である。

【図2】実施の形態の半導体装置に含まれるケースの収納領域の平面図である。

【図3】実施の形態の半導体装置に含まれる半導体ユニットの平面図である。

【図4】実施の形態の半導体装置に含まれる半導体ユニットの絶縁回路基板の平面図である。

【図5】実施の形態の半導体装置に含まれる半導体ユニットの断面図である。

【図6】実施の形態の半導体装置に含まれるリードフレームの断面図である。

【図7】実施の形態の半導体装置に含まれるリードフレームの平面図である。

【図8】参考例の半導体装置に含まれるリードフレームの断面図（ワイヤ接合前）である。

【図9】参考例の半導体装置に含まれるリードフレームの断面図（ワイヤ接合後）である。

【図10】実施の形態（変形例1）の半導体装置に含まれるリードフレームの断面図である。

【図11】実施の形態（変形例1）の半導体装置に含まれるリードフレームの平面図である。

【図12】実施の形態（変形例2）の半導体装置に含まれるリードフレームの断面図である。

【図13】実施の形態（変形例2）の半導体装置に含まれるリードフレームの平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を参照して、実施の形態について説明する。なお、以下の説明において、「おもて面」及び「上面」とは、図の半導体装置10において、上側（+Z方向）を向いたX-Y面を表す。同様に、「上」とは、図1の半導体装置10において、上側（+Z方向

10

20

30

40

50

)の方向を表す。「裏面」及び「下面」とは、図の半導体装置10において、下側(−Z方向)を向いたX−Y面を表す。同様に、「下」とは、図1の半導体装置10において、下側(−Z方向)の方向を表す。必要に応じて他の図面でも同様の方向性を意味する。「高位」とは、図の半導体装置10において、上側(+Z側)の位置を表す。同様に、「低位」とは、図の半導体装置10において、下側(−Z側)の位置を表す。「おもて面」、「上面」、「上」、「裏面」、「下面」、「下」、「側面」は、相対的な位置関係を特定する便宜的な表現に過ぎず、本発明の技術的思想を限定するものではない。例えば、「上」及び「下」は、必ずしも地面に対する鉛直方向を意味しない。つまり、「上」及び「下」の方向は、重力方向に限定されない。また、以下の説明において「主成分」とは、80vol%以上含む場合を表す。

10

【0012】

実施の形態の半導体装置について、図1及び図2を用いて説明する。図1は、実施の形態の半導体装置の平面図であり、図2は、実施の形態の半導体装置に含まれるケースの収納領域の平面図である。なお、図2は、半導体装置10の端子積層部25b(第1パワー端子22b、絶縁シート23b、第2パワー端子24b)の平面図を図示している。本体部21の収納領域21e2は破線で示している。また、図2は、収納領域21e2及び端子積層部25bを示しているに過ぎず、収納領域21e1、21e3及び端子積層部25a、25cも同様に示すことができる。

【0013】

半導体装置10は、図示を省略する半導体ユニットと当該半導体ユニットが配置された放熱ベース板(図示を省略)と当該放熱ベース板に配置されて当該半導体ユニットを格納するケース20とを有している。なお、半導体ユニット及び放熱ベース板の詳細については後述する。ケース20は、本体部21と、端子積層部25a〜25cと、U端子27aと、V端子27bと、W端子27cと、制御端子(ここでは図示を省略。図3を参照)とを含んでいる。

20

【0014】

本体部21は、平面視で略矩形状を成しており、四方が第1〜第4側部21a〜21dにより順に囲まれている。第1側部21a及び第3側部21cは長辺に、第2側部21b及び第4側部21dは短辺にそれぞれ対応する。なお、図1に示す本体部21は第1側部21a及び第2側部21bで構成される角部と第3側部21c及び第4側部21dで構成される角部とにそれぞれ締結孔が形成されている場合を示している。

30

【0015】

本体部21は、収納領域21e1〜21e3と制御枠部26a〜26cとを含んでいる。収納領域21e1〜21e3は、制御枠部26a、26bで仕切られている。収納領域21e1〜21e3は、平面視で本体部21の中間部に制御枠部26a、26bに仕切られて、本体部21の長手方向(第1、第3側部21a、21c)に沿ってそれぞれ設けられた空間である。なお、収納領域21e3の第4側部21dには制御枠部26cを含んでもよい。収納領域21e1〜21e3には、半導体ユニットがそれぞれ格納されている。収納領域21e1〜21e3は、平面視で、半導体ユニットが収納できる形状、大きさであってよい。形状は例えば、矩形状であってよい。収納領域21e1〜21e3は、半導体ユニットが格納されると、図1に示すように、封止樹脂により内部が封止される(図5の封止部材29を参照)。封止部材は、熱硬化性樹脂と当該熱硬化性樹脂に含まれる充填剤とを含んでいる。熱硬化性樹脂は、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、マレイミド樹脂である。充填剤は、酸化シリコン、酸化アルミニウム、窒化ホウ素または窒化アルミニウムである。

40

【0016】

本体部21は、端子積層部25a〜25cを第1側部21aに沿って含んでいる。また、端子積層部25a〜25cは、第1側部21aから表出している。本体部21は、U端子27aとV端子27bとW端子27cと、を第3側部21cに沿って含んでいる。また、U端子27aとV端子27bとW端子27cとは、第3側部21cのおもて面から表出

50

している。制御端子は、制御枠部 26 a ~ 26 c にそれぞれ設けられている。

【0017】

このような本体部 21 並びに制御枠部 26 a ~ 26 c は、熱可塑性樹脂を用いて成形される。熱可塑性樹脂は、例えば、ポリフェニレンサルファイド (PPS) 樹脂、ポリブチレンテレフタレート (PBT) 樹脂、ポリブチレンサクシネート (PBS) 樹脂、ポリアミド (PA) 樹脂、または、アクリロニトリルブタジエンスチレン (ABS) 樹脂である。本体部 21 は、このような材料により、端子積層部 25 a ~ 25 c と、U 端子 27 a と、V 端子 27 b と、W 端子 27 c とを含んでインサート成形により成形される。制御枠部 26 a ~ 26 c は、制御端子を含んでインサート成形により成形される。制御枠部 26 a ~ 26 c は、本体部 21 に別途取り付けてもよい。

10

【0018】

端子積層部 25 a ~ 25 c は、第 1 パワー端子 22 a ~ 22 c と絶縁シート 23 a ~ 23 c と第 2 パワー端子 24 a ~ 24 c とが積層されている。

【0019】

第 1 パワー端子 22 a ~ 22 c のおもて面の一端部は、本体部 21 の第 1 側部 21 a の端子領域 21 a1 ~ 21 a3 に、長手方向 (第 1 側部 21 a) に沿ってそれぞれ露出されている。ここでは、第 1 パワー端子 22 a ~ 22 c の一端部は、第 1 側部 21 a から外側 (-Y 方向) に突出している。第 1 パワー端子 22 a ~ 22 c の他端部は、本体部 21 内部 (収納領域 21 e1 ~ 21 e3) で半導体ユニットに含まれる半導体チップの N 端子に相当する箇所に電氣的に接続される。第 1 パワー端子 22 a ~ 22 c は平板状を成している。第 1 パワー端子 22 a ~ 22 c は、導電性に優れた金属により構成されている。このような金属は、例えば、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金である。

20

【0020】

第 2 パワー端子 24 a ~ 24 c のおもて面の一端部は、第 1 側部 21 a から外側 (-Y 方向) に突出している。第 2 パワー端子 24 a ~ 24 c は、本体部 21 の第 1 側部 21 a に、長手方向 (第 1 側部 21 a) に沿ってそれぞれ露出されている。この際、第 2 パワー端子 24 a ~ 24 c の一端部を露出して配置されている。なお、絶縁シート 23 a ~ 23 c の先端部 (テラス部 28 a, 28 b, 28 c) は、平面視で、第 1 パワー端子 22 a ~ 22 c の先端部と、第 2 パワー端子 24 a ~ 24 c の先端部との間に位置している。これにより、第 1 パワー端子 22 a ~ 22 c と、第 2 パワー端子 24 a ~ 24 c との絶縁性が維持される。第 2 パワー端子 24 a ~ 24 c の他端部は、本体部 21 内部 (収納領域 21 e1 ~ 21 e3) で半導体ユニットに含まれる半導体チップの P 端子に相当する箇所に電氣的に接続されている。第 2 パワー端子 24 a ~ 24 c は平板状を成している。第 2 パワー端子 24 a ~ 24 c は、導電性に優れた金属により構成されている。このような金属は、例えば、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金である。

30

【0021】

絶縁シート 23 a ~ 23 c は、絶縁性を有する絶縁材により構成されている。このような絶縁材は、例えば、全芳香族ポリアミドポリマーによる絶縁紙、フッ素系、ポリイミド系の樹脂材料により形成されたシート状のものが適用される。

【0022】

制御枠部 26 a ~ 26 c に含まれる制御端子は、制御枠部 26 a ~ 26 c に沿ってインサート成形により含まれている。例えば、後述する図 3 に示されるように、制御枠部 26 b に含まれる制御端子 26 b1 ~ 26 b4 は、側面視 (Y 方向の矢視) で、J 字型を成している。制御端子 26 b1 ~ 26 b4 の一端部は、制御枠部 26 b のおもて面から鉛直上方 (+Z 方向) に延伸している。制御端子 26 b1 ~ 26 b4 の他端部は、制御枠部 26 b の収納領域 21 e2 側に露出されている。制御端子 26 b1 ~ 26 b4 は収納領域 21 e2 内で半導体ユニットに含まれる半導体チップの制御電極にそれぞれ配線部材により直接接続されている。図示を省略する制御枠部 26 a, 26 c に含まれる制御端子でも制御枠部 26 b と同様に、収納領域 21 e1, 21 e3 内で半導体ユニットに含まれる半導体チップの制御電極にそれぞれ配線部材により接続されている。なお、配線部材は、例えば

40

50

、ワイヤ70a, 70b, 71a, 71b, 71c, 71d, 72a, 72bである。配線部材は、または、リードフレームであってもよい。配線部材は、導電性に優れた材質により構成される。このような材質は、金属（例えば、アルミニウム、銅）、または、少なくともこれらの一種を含む合金である。このような制御端子もまた、導電性に優れた金属により構成されている。このような金属は、例えば、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金である。

【0023】

U端子27aとV端子27bとW端子27cとその他端部は、収納領域21e1～21e3内の各半導体ユニットの半導体チップのソース電極（または、エミッタ電極）にそれぞれ電氣的に接続されている。なお、図2では、V端子27bの場合を例示している。U端子27aとW端子27cとその他端部もまた、収納領域21e1, 21e3に対して同様に設けられている。U端子27aとV端子27bとW端子27cとのも一端部は、本体部21の第3側部21cに本体部21の長手方向（第3側部21c）に沿ってそれぞれ露出されている。第2パワー端子24a～24cの他端部は、本体部21内部（収納領域21e1～21e3）で半導体ユニットに含まれる半導体チップのP端子に相当する箇所に電氣的に接続されている。U端子27aとV端子27bとW端子27cとは、導電性に優れた金属により構成されている。このような金属は、例えば、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金である。

【0024】

次に、放熱ベース板に配置される半導体ユニットについて図3～図5を用いて説明する。図3は、実施の形態の半導体装置に含まれる半導体ユニットの平面図である。図4は、実施の形態の半導体装置に含まれる半導体ユニットの絶縁回路基板の平面図である。図5は、実施の形態の半導体装置に含まれる半導体ユニットの断面図である。なお、図4は、図3に示される絶縁回路基板のみを示している。図5は、図3の一点鎖線Y-Yにおける断面図である。

【0025】

半導体ユニット30は、図5に示されるように、放熱ベース板45に接合部材（図示を省略）を介して配置される。なお、ケース20は放熱ベース板45に接着剤を介して配置される。この際、半導体ユニット30はケース20の収納領域21e1～21e3にそれぞれ収納される。このような半導体ユニット30は、絶縁回路基板40と半導体チップ50a～50dとリードフレーム60a～60dとを含んでいる。

【0026】

なお、放熱ベース板45と半導体ユニット30（絶縁回路基板40）とを接合する接合部材は、はんだ、または、焼結材が用いられる。はんだは、鉛フリーはんだ、または、鉛入りはんだが用いられる。鉛フリーはんだは、例えば、錫、銀、銅、亜鉛、アンチモン、インジウム、ビスマスの少なくとも2つを含む合金を主成分とする。さらに、はんだには、添加物が含まれてもよい。添加物は、例えば、ニッケル、ゲルマニウム、コバルトまたはシリコンである。はんだは、添加物が含まれることで、濡れ性、光沢、結合強度が向上し、信頼性の向上を図ることができる。鉛入りはんだは、さらに、鉛を含む。焼結材は、例えば、銅、銅合金、ニッケル、ニッケル合金、銀、銀合金の少なくとも1つを含む金属材料が用いられる。

【0027】

絶縁回路基板40は、平面視で矩形状を成す。絶縁回路基板40は、絶縁板41と、絶縁板41の裏面に形成された金属板42と、絶縁板41のおもて面に形成された複数の配線板43a～43gとを有している。複数の配線板43a～43g及び金属板42の外形は、平面視で、絶縁板41の外形より小さく、絶縁板41の内側に形成されている。なお、本実施の形態の複数の配線板43a～43gの形状、個数、大きさは一例である。また、複数の配線板43a～43gは、導電部の一具体例である。

【0028】

絶縁板41は、平面視で矩形状を成す。また、絶縁板41は、角部が面取りされていて

10

20

30

40

50

もよい。例えば、C面取りあるいはR面取りされていてもよい。絶縁板41は、外周辺である長辺41a、短辺41b、長辺41c、短辺41dにより四方が順に囲まれている。また、絶縁板41は、角部41e～41hを含んでいる。角部41eは長辺41a及び短辺41bで構成される。角部41fは、短辺41b及び長辺41cで構成される。角部41gは長辺41c及び短辺41dで構成される。角部41hは短辺41d及び長辺41aで構成される。このような絶縁板41は、熱伝導性のよいセラミックスにより構成されている。セラミックスは、例えば、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、または、窒化珪素を主成分とする材料により構成されている。また、絶縁板41の厚さは、例えば、0.2mm以上、2.0mm以下である。

【0029】

金属板42は、平面視で矩形状を成す。また、角部が、例えば、C面取りあるいはR面取りされていてもよい。金属板42は、絶縁板41のサイズより小さく、絶縁板41の縁部を除いた裏面全面に形成されている。金属板42は、熱伝導性に優れた金属を主成分として構成されている。金属は、例えば、銅、アルミニウムまたは、少なくともこれらの一種を含む合金である。また、金属板42の厚さは、例えば、0.1mm以上、2.0mm以下である。金属板42の耐食性を向上させるために、めっき処理を行ってもよい。この際、用いられるめっき材は、例えば、ニッケル、ニッケル-リン合金、ニッケル-ボロン合金である。

【0030】

配線板43a～43hは、絶縁板41の縁部を除いた全面にわたって形成されている。好ましくは、平面視で、配線板43a～43gの絶縁板41の外周に面する端部は、金属板42の絶縁板41の外周側の端部と重畳する。このため、絶縁回路基板40は、絶縁板41の裏面の金属板42との応力バランスが維持される。絶縁板41の過度な反り、割れ等の損傷が抑制される。なお、配線板43a、43bの上方(+Y方向)に示されているそれぞれ2つの破線の領域は、2つの半導体チップ50a、50cのチップ領域50a1、50c1をそれぞれ表している。配線板43c、43dの下方(-Y方向)に示されている破線の領域は、2つの半導体チップ50b、50dのチップ領域50b1、50d1をそれぞれ表している。また、配線板43a～43hの厚さは、例えば、0.1mm以上、2.0mm以下である。配線板43a～43hは、導電性に優れた金属により構成されている。このような金属は、例えば、銅、アルミニウム、または、少なくともこれらの一種を含む合金である。また、配線板43a～43hの表面に対して、耐食性を向上させるために、めっき処理を行ってもよい。この際、用いられるめっき材は、例えば、ニッケル、ニッケル-リン合金、ニッケル-ボロン合金である。

【0031】

配線板43aは、絶縁板41の長辺41a側に、長辺41aに沿って、短辺41bから短辺41dにかけて形成されている。配線板43aの下方(-Y方向)の長辺41c側に窪みが形成されている。配線板43bは、配線板43aに対して±Y方向の中心線に対してほぼ線対称を成している。配線板43bは、絶縁板41の長辺41c側に、長辺41cに沿って、短辺41bから短辺41dにかけて形成されている。配線板43bの下方(-Y方向)の長辺41a側に窪みが形成されている。

【0032】

配線板43cは、配線板43aに隣接して、長辺41aに平行を成し短辺41bから-Y方向に延伸している。配線板43cの-Y方向の端部は、短辺41dから離間している。配線板43cの上部(+Y方向)の長辺41c側の側部が途中で窪んでいる。配線板43dは、配線板43cに対して±Y方向の中心線に対してほぼ線対称を成している。配線板43dは、配線板43bの上部(+Y方向)に隣接して、長辺41cに平行を成し短辺41bから-Y方向に延伸している。配線板43dの-Y方向の端部は、短辺41dから離間している。配線板43dの上部(+Y方向)の長辺41a側の側部が途中で窪んでいる。

【0033】

配線板 43e は、配線板 43a の下部（－Y 方向）と配線板 43c の下部（－Y 方向）と短辺 41d と配線板 43c とで囲まれる領域に配置されている。すなわち、配線板 43e は、略 L 字状を成している。配線板 43f は、配線板 43e に対して ±Y 方向の中心線に対してほぼ線対称を成している。配線板 43f は、配線板 43b の下部（－Y 方向）と配線板 43d と短辺 41d と配線板 43d とで囲まれる領域に配置されている。すなわち、配線板 43e は、略 L 字状を成している。

【0034】

配線板 43g は、平面視で I 字状を成し、配線板 43c、43d の窪みで囲まれる領域に配線板 43c 側であって、長辺 41a に平行を成して配置されている。配線板 43h は、平面視で L 字状を成し、配線板 43c、43d の窪みで囲まれる領域に配線板 43d 側であって、長辺 41c に平行を成して配置されている。配線板 43h は、配線板 43g の長辺 41c 側及び短辺 41d 側を囲うように配置されている。配線板 43i は、平面視で I 字状を成し、配線板 43c、43d の間に、長辺 41a、41c に平行を成して配置されている。

【0035】

また、絶縁回路基板 40 の配線板 43a、43b の下端部（－Y 方向）には、第 2 パワー端子 24a～24c の接合部がそれぞれ接合される。なお、図 3 では、第 2 パワー端子 24b の内部接合部 24b1、24b2 が配線板 43a、43b にそれぞれ接合されている場合を例示している。絶縁回路基板 40 の配線板 43c、43d の下端部（－Y 方向）には、第 1 パワー端子 22a～22c の接合部がそれぞれ接合される。なお、図 3 では、第 1 パワー端子 22b の内部接合部 22b1、22b2 が配線板 43c、43d にそれぞれ接合されている場合を例示している。絶縁回路基板 40 の配線板 43c、43d の上端部（＋Y 方向）には、U 端子 27a と V 端子 27b と W 端子 27c との接合部がそれぞれ接合される。なお、図 3 では、V 端子 27b の内部接続部 27b1、27b2 が配線板 43c、43d にそれぞれ接合されている場合を例示している。

【0036】

このような構成を有する絶縁回路基板 40 として、例えば、DCB（Direct Copper Bonding）基板、AMB（Active Metal Brazed）基板を用いてもよい。絶縁回路基板 40 は、後述する半導体チップ 50a～50d で発生した熱を配線板 43a～43d、絶縁板 41 及び金属板 42 を介して、絶縁回路基板 40 の裏面側に伝導させて放熱する。

【0037】

半導体チップ 50a～50d は、炭化シリコンにより構成されるパワーデバイスである。このパワーデバイスの一例として、パワー MOSFET が挙げられる。このような半導体チップ 50a～50d は、裏面に入力電極（主電極）としてドレイン電極を、おもて面に、制御電極 51a～51d としてゲート電極及び出力電極 52a～52d（主電極）としてソース電極をそれぞれ備えている。なお、出力電極 52a～52d は、導電部の一具体例である。

【0038】

また、半導体チップ 50a～50d は、シリコンにより構成されるパワーデバイスであってもよい。この場合のパワーデバイスは、例えば、RC（Reverse Conducting）－IGBT である。RC－IGBT は、スイッチング素子である IGBT 及びダイオード素子である FWD（Free Wheeling Diode）が 1 チップ内に構成されたものである。このような半導体チップ 50a～50d は、例えば、裏面に入力電極（主電極）としてコレクタ電極を、おもて面に、制御電極としてゲート電極、出力電極（主電極）としてエミッタ電極をそれぞれ備えている。

【0039】

なお、半導体チップ 50a～50d は、本実施の形態では、配線板 43a～43d に、既述の接合部材（図 6 の接合部材 46 を参照）を介してそれぞれ複数配置されている。図 3 では、それぞれ、2 つずつ配置されている場合を示している。この場合、各半導体チップ 50a～50d は、制御電極 51a～51d がそれぞれ対向するように配置されている。

10

20

30

40

50

【0040】

リードフレーム60a～60dは、半導体チップ50a～50dのおもて面の出力電極と配線板43a～43fとを電氣的に接続する。リードフレーム60aは、半導体チップ50aと配線板43cとを電氣的かつ機械的に接続している。リードフレーム60bは、半導体チップ50bと配線板43eとを電氣的かつ機械的に接続している。リードフレーム60cは、半導体チップ50cと配線板43dとを電氣的かつ機械的に接続している。リードフレーム60dは、半導体チップ50dと配線板43fとを電氣的かつ機械的に接続している。

【0041】

リードフレーム60a～60dの一端部は半導体チップ50a～50dの出力電極に接合部材46として既述のはんだにより接合される。また、リードフレーム60a～60dの他端部は配線板43c、43e、43d、43fに既述の接合部材46を用いて接合される。このようなリードフレーム60a～60dは、導電性に優れた材質により構成されている。このような材質として、例えば、銅、アルミニウム、または、少なくともこれらの1種を含む合金等により構成されている。また、リードフレーム60a～60dの表面には、耐食性を向上させるために、めっき処理を行ってもよい。この場合のめっき材は、例えば、ニッケル、ニッケル-リン合金、ニッケル-ボロン合金である。リードフレーム60a～60dは特に区別しない場合には、リードフレーム60として説明する。リードフレーム60の詳細については後述する。

【0042】

また、半導体チップ50a～50dの制御電極51a～51dは制御枠部26a～26cに含まれる制御端子とワイヤにより電氣的に接続されている。例えば、図3に示されるように、半導体チップ50aの制御電極51aは、配線板43gに中継されたワイヤ70aを経由して、制御端子26b1に電氣的に接続されている。半導体チップ50b、50dの制御電極51b、51dは、ワイヤ70bを経由して、制御端子26b3に電氣的に接続されている。半導体チップ50cの制御電極51cは、ワイヤ70aを経由して制御端子26b1に電氣的に接続されている。

【0043】

また、リードフレーム60a、60cはワイヤ71a、71bを介して、配線板43hに電氣的かつ機械的に接続されている。さらに、配線板43hはワイヤ72aを介して、制御端子26b2に電氣的かつ機械的に接続されている。すなわち、リードフレーム60a、60cは、制御端子26b2に電氣的に接続されている。リードフレーム60b、60dはワイヤ71c、71dを介して、配線板43gに電氣的かつ機械的に接続されている。さらに、配線板43gはワイヤ72bを介して、制御端子26b4に電氣的かつ機械的に接続されている。すなわち、リードフレーム60b、60dは、制御端子26b4に電氣的に接続されている。制御端子26b2、26b4は、ソースセンス用として用いられる。

【0044】

上記で説明したワイヤ70a、70b、71a、71b、71c、71d、72a、72bは、導電性に優れた材質を主成分としている。このような材質は、例えば、金、銅、アルミニウム、または、少なくともこれらの1種を含む合金により構成されている。好ましくは、ワイヤ70a、70b、71a、71b、71c、71d、72a、72bは、シリコンを微量含むアルミニウム合金であってよい。また、ワイヤ70a、70b、71a、71b、71c、71d、72a、72bの径は、例えば、100μm以上、400μm以下である。

【0045】

次にリードフレーム60a～60dの詳細について、図6及び図7を用いて説明する。図6は、実施の形態の半導体装置に含まれるリードフレームの断面図であり、図7は、実施の形態の半導体装置に含まれるリードフレームの平面図である。なお、図6及び図7では、図3のリードフレーム60cに対応している。但し、ここでは、他のリードフレーム

10

20

30

40

50

も同様の構成であるために、リードフレーム 60 としている。

【0046】

リードフレーム 60 は、接続配線の具体例である。リードフレーム 60 は、チップ接合部 61 と配線接合部 62 と配線部 63 とを含んでいる。チップ接合部 61 は、半導体チップ 50c のおもて面の出力電極 52c に接合部材 46 を介して接合される。この接合部材 46 は、既述の通りであるこの場合は、はんだであってよい。配線接合部 62 は、配線板 43d のおもて面に接合される。配線接合部 62 は配線板 43d に対して、既述の接合部材 46 により接合される。または、超音波接合により接合される。配線部 63 は、配線板 43d, 43b の隙間 G を跨いで、チップ接合部 61 と配線接合部 62 とを繋いでいる。このようなリードフレーム 60 は、全体的に平板状を成して、チップ接合部 61 と配線接合部 62 と配線部 63 と一体的に接続されている。また、リードフレーム 60 の厚さは全体的に略均一であって、例えば、0.2mm 以上、0.6mm 以下であってよく、さらには、0.3mm 以上、0.5mm 以下であることが好ましい。チップ接合部 61 の平面視の形状は、半導体チップ 50c の出力電極 52c の平面視の形状と同様に矩形状である。また、チップ接合部 61 の平面視の面積は、半導体チップ 50c の出力電極 52c の平面視の面積に対して、60% 以上、95% 以下であってよい。

10

【0047】

配線部 63 は、さらに、鉛直部 64 と平行部 65 と傾斜部 66 とを含んでいる。鉛直部 64 の下端部は、チップ接合部 61 に接続されて、鉛直部 64 の上端部は、チップ接合部 61 に対し鉛直上方に立ち上がっている。したがって、鉛直部 64 とチップ接合部 61 とが成す角度 R は略 90 度である。角度 R は実質的に 90 度であればよい。角度 R は、90 度であることが好ましいものの、80 度以上、90 度未満であってよい。本実施の形態では、特に断りが無い場合に限り、角度 R は 90 度として説明する。鉛直部 64 の下端部とチップ接合部 61 との接続箇所（踵部 61b）の外側（配線板 43b 側）は R 面を成していてもよい。または、C 面取りされてもよい。このため、チップ接合部 61 と半導体チップ 50c とを接合する接合部材 46 は、チップ接合部 61 のつま先部 61a（+X 方向）にてフィレット状を成している。また、接合部材 46 は、チップ接合部 61 の踵部 61b（-X 方向）でも鉛直部 64 との接続箇所の外側を覆ってフィレット状を成している。なお、チップ接合部 61 のつま先部 61a 及び踵部 61b に直交する側部もまたフィレット状を成している。

20

30

【0048】

平行部 65 は、鉛直部 64 の上端部に接続されて、当該上端部から配線板 43b, 43d 及び半導体チップ 50c に平行を成している。配線部 63 は隙間 G を跨いでいるため、平行部 65 は鉛直部 64 の上端部から配線接合部 62 側に延伸している。この場合も、平行部 65 と鉛直部 64 との接続箇所 P2 の外側は R 面を成していてもよい。または、C 面取りされてもよい。平行部 65 と鉛直部 64 とが成す角度は略 90 度である。この角度も実質的に 90 度であればよい。

【0049】

また、平行部 65 のおもて面にはワイヤ 71b の一端部（ワイヤ接合部 71b1）が接合されている。ワイヤ 71b の他端部は、（配線板 43d に -X 方向に隣接する）配線板 43h に接合されている。ワイヤ 71b は、既述の通り、ボンディング装置により平行部 65 に接合される。ボンディング装置では、ワイヤ 71b の一端部を平行部 65 に押圧しながら超音波を印加する。この際、ワイヤ 71b の一端部が塑性変形したワイヤ接合部 71b1 が平行部 65 に接合される。ワイヤ接合部 71b1 は、超音波の振動方向に応じて任意の方向に延びる。本実施の形態では、ワイヤ接合部 71b1 は、配線部 63 の配線方向（±X 方向）に延び、平面視では楕円形状を成す。また、本実施の形態では、ワイヤ 71b はワイヤ接合部 71b1 の長軸に対して一直線状を成して配線されている。

40

【0050】

傾斜部 66 は、平行部 65 から配線接合部 62 に向かって傾斜している。傾斜部 66 の配線接合部 62 に対する傾斜角度は角度 α とする。傾斜部 66 と平行部 65 との接続箇所

50

P 3の外側（上方側）はR面を成していてもよい。または、C面取りされてもよい。傾斜部66と配線接合部62との接続箇所P1（踵部62b）の外側（配線板43d側）はR面を成していてもよい。または、C面取りされてもよい。このため、配線接合部62と配線板43dを接合する接合部材46は、配線接合部62のつま先部62a（-X方向）にてフィレット状を成している。また、接合部材46は、配線接合部62の踵部62b（+X方向）でも傾斜部66との接続箇所P1の外側（配線板43d側）を覆ってフィレット状を成している。

【0051】

このようなリードフレーム60の配線部63において接続箇所P1，P2間の長さを長さLとする。すなわち、長さLは、チップ接合部61の踵部61bと配線接合部62の踵部62bとの±X方向の距離である。長さLのうち、接続箇所P2，P3間の長さを長さL1とする。すなわち、長さL1は、平行部65のリードフレーム60の配線方向に沿った±X方向の長さである。長さLのうち、接続箇所P3，P1間の平面視の長さを長さL2とする。すなわち、長さL2は、傾斜部66のリードフレーム60の配線方向に沿った平面視の±X方向の長さである。また、傾斜部66のリードフレーム60の配線方向に沿った実際の長さは、長さL2／COSαと表される。

【0052】

また、配線部63の平面視の幅（リードフレーム60の配線方向（±X方向）に対して直交する方向（±Y方向）の幅）は、全体的に略均一であってよい。配線部63の幅は、チップ接合部61及び配線接合部62の幅よりも小さくてもよい。また、配線部63の幅の一部が狭くてもよい。配線部63の安定のため、配線部63の幅は全体的に略均一であることが好ましい。さらなる安定のため、リードフレーム60の幅は全体的に略均一であることがより好ましい。

【0053】

また、配線部63は、角度αを異ならせてもよい。角度αを大きくすると、長さL2が短くなり、長さL1が長くなる。他方、角度αを小さくすると、長さL2が長くなり、長さL1が短くなる。ワイヤ71bは平行部65のおもて面に接合される。このため、平行部65は、接合可能な面積（長さL1）が確保されるような角度αであることが好ましい。

【0054】

ここで、リードフレーム60に対する参考例について図8及び図9を用いて説明する。図8は、参考例の半導体装置に含まれるリードフレームの断面図（ワイヤ接合前）であり、図9は、参考例の半導体装置に含まれるリードフレームの断面図（ワイヤ接合後）である。参考例では、図6及び図7において、リードフレーム60に代わり、リードフレーム160が設けられている。他の構成は、図6及び図7と同様である。

【0055】

リードフレーム160もまた、チップ接合部61と配線接合部62と配線部63とを含んでいる。参考例の配線部63は、さらに、鉛直部64aと平行部65と鉛直部64bとを含む。鉛直部64aの下端部は、鉛直部64と同様に、チップ接合部61に接続されて、鉛直部64aの上端部は、チップ接合部61に対して鉛直上方に立ち上がっている。鉛直部64aとチップ接合部61とが成す角度R1は略90度である。角度R1は実質的に90度であればよい。

【0056】

平行部65は、リードフレーム60に含まれる平行部65と同様に、鉛直部64aの上端部に接続されて、当該上端部から配線板43b，43d及び半導体チップ50cに平行を成している。

【0057】

鉛直部64bは、平行部65から配線接合部62に向かって鉛直に延伸している。鉛直部64bの配線接合部62に対して角度R2とする。鉛直部64bと配線接合部62とが成す角度R2は略90度である。角度R2は実質的に90度であればよい。

【0058】

このようなリードフレーム 160 に対して、平行部 65 のおもて面にワイヤ 71b を接合された場合について説明する。半導体ユニット 30 は封止部材 29 で封止される。既述の通り、半導体ユニット 30 に含まれる構成部品には封止部材 29 に対して密着性が低いものを含む。封止部材 29 は、例えば、接合部材 46 であるはんだに対しては密着性が低い。このため、半導体ユニット 30 を封止する封止部材 29 は、接合部材 46 との密着箇所に剥離が生じてしまうおそれがある。封止部材 29 に生じた剥離は伸展する。剥離の伸展先にワイヤ 71b のワイヤ接合部 71b1 があれば、剥離に応じてワイヤ 71b が切断されてしまうことがある。しかし、参考例の場合には、リードフレーム 160 は側面視で矩形状を成している。このため、例えば、図 8 の破線の矢印 A1, A2 に沿って封止部材 29 の剥離が伸展しても、ワイヤ 71b の一端部が剥離箇所から離れているために、剥離の影響を受けなくなる可能性が高まる。また、破線の矢印 A1, A2 に沿って伸展する封止部材 29 の剥離は、平行部 65 と鉛直部 64a, 64b との接続箇所で抑制される。このため、封止部材 29 の剥離の伸展がワイヤ 71b に及ばなくなる。このようにしてワイヤ 71b の切断が防止されることが期待される。なお、このような半導体ユニット 30 の信頼性試験（パワーサイクル試験）では、封止部材 29 により封止されるリードフレーム 160 のチップ接合部 61 の周囲の方が配線接合部 62 の周囲よりも剥離が起こりやすい。よって、封止部材 29 の剥離は矢印 A2 の方が、矢印 A1 よりも伸展しやすい。これは、パワーサイクル試験の半導体チップ 50c の局所発熱に起因する。半導体チップ 50c の局所発熱によりチップ接合部 61 及び鉛直部 64a が加熱されると共に、チップ接合部 61 及び鉛直部 64a（矢印 A2）に沿った剥離が伸展しやすい。

【0059】

しかしながら、実際のところ、ワイヤ 71b を平行部 65 のおもて面に押圧しながら超音波により接合すると、図 9 に示されるように、平行部 65 がワイヤ 71b のボンディング時の押圧により絶縁回路基板 40（-Z 方向）側に歪んでしまう。したがって、ワイヤ 71b をリードフレーム 160 の平行部 65 に確実に接合させることができなくなる。また、リードフレーム 160 が破損してしまう。この結果、このようなリードフレーム 160 を含む半導体装置の信頼性の低下が懸念される。

【0060】

また、リードフレーム 160 の平行部 65 に対してワイヤ 71b を確実に接合するために、角度 R1, R2 の両方を同様に鋭角に傾斜させて、リードフレーム 160 を側面視で台形状にすることが考えられる。この場合、角度 R1, R2 が 90 度の場合よりも、平行部 65 の歪みの発生が防止されるものの、確実に歪みの発生を抑制することができない。

【0061】

そこで、本実施の形態のリードフレーム 60 は、チップ接合部 61 と配線接合部 62 と配線部 63 とを含んでいる。チップ接合部 61 は、半導体チップ 50c のおもて面の出力電極 52c に接合部材を介して接合される。配線接合部 62 は、配線板 43d のおもて面に接合される。配線部 63 は、配線板 43d, 43b の隙間 G を跨いでチップ接合部 61 と配線接合部 62 とを繋いでいる。配線部 63 は、さらに、鉛直部 64 と平行部 65 と傾斜部 66 とを含んでいる。鉛直部 64 の下端部は、チップ接合部 61 に接続されて、鉛直部 64 の上端部はチップ接合部 61 に対して鉛直上方に立ち上がっている。すなわち、鉛直部 64 のチップ接合部 61 に対する角度 R は、直角（90 度）を成している。平行部 65 は、鉛直部 64 の上端部に接続されて、当該上端部から配線板 43b, 43d 及び半導体チップ 50c に平行を成している。傾斜部 66 は、平行部 65 から配線接合部 62 に向かって傾斜している。このようなリードフレーム 60 に含まれる配線部 63 の平行部 65 のおもて面にワイヤ 71b を接合しても、平行部 65 の絶縁回路基板 40 側への歪みの発生が抑制される。特に、角度 α が 30 度から 60 度である場合に、平行部 65 の絶縁回路基板 40 側への歪みの発生が図 8 の場合及び図 8 において角度 R1, R2 が同じ角度で鋭角を成す場合に比べて、より抑制されることが確認されている。さらに、角度 α が 30 度以上、45 度未満の場合に、平行部 65 の絶縁回路基板 40 側への歪みの発生がより抑制されたことが確認されている。

【0062】

なお、鉛直部64の角度Rは、90度に限らず、既述の通り、80度以上、90度未満の場合でも、上記と同様の角度 α により、上記と同様に平行部65の絶縁回路基板40側への歪みの発生が抑制されることが確認されている。特に、角度Rが80度、85度の場合に、角度 α は30度以上、60度以下であることが好ましく、さらに、好ましくは、30度以上、45度以下である。

【0063】

また、ワイヤ71bは、平行部65に対して鉛直部64側に接合することが好ましい。ワイヤ71bを平行部65の鉛直部64側に接合すると、接合時の押圧が鉛直部64で支持されて平行部65の歪みがより防止される。したがって、リードフレーム60の平行部65に対してワイヤ71bを確実に接合することができる。また、封止部材29で封止された、このようなリードフレーム60を含む半導体ユニット30では、既述の通り、配線接合部62付近で封止部材29に剥離が生じて、配線接合部62から傾斜部66に剥離が伸展しても、ワイヤ71bは剥離発生箇所から離れているため剥離の伸展が及ばない。このため、ワイヤ71bの剥離による切断も防止される。この結果、リードフレーム60を含む半導体装置10も信頼性の低下が抑制される。

【0064】

なお、鉛直部64はチップ接合部61から鉛直上方に延伸しているため、半導体チップ50cのおもて面から平行部65までの高さHを確保することができる。高さHを大きくすることで、鉛直部64に接続されている平行部65に対する半導体チップ50cによる局所発熱による影響を低減することができ。したがって、リードフレーム60のチップ接合部61付近で封止部材29に剥離が生じて、チップ接合部61から鉛直部64に剥離が伸展しにくい。

【0065】

また、既述の通り、半導体チップ50cのおもて面から平行部65までの高さHを確保することができる。半導体装置10を製造するに当たり、封止部材29による封止の前に、ケース20の収納領域21e1～21e3内に、熱可塑性樹脂を主成分とするコーティング材が噴霧される。すなわち、半導体ユニット30の表面が皮膜で覆われる。このような皮膜により、半導体ユニット30を保護することができる。特に、半導体ユニット30はこの皮膜を介して封止部材29に対する密着性が向上する。このようなコーティング材は、塗布装置のノズルからエアスプレーにより対象物に吹き付けられる。ノズルによる塗布は、例えば、ノズルから対象物までの高さが5mm程度である場合、対象物に対して直径8mm程度で広がる。皮膜は半導体ユニット30の表面全体に塗布する必要がある。既述の通り、封止部材29は、接合部材46であるはんだには密着性が低下する。このため、皮膜はリードフレーム60のチップ接合部61及び配線接合部62の周囲には適切に塗布されることが好ましい。そこで、リードフレーム60の配線部63では、チップ接合部61に鉛直部64を設けて、半導体チップ50cのおもて面から平行部65までの高さHを確保している。高さHが確保できるため、ノズルにより、リードフレーム60のチップ接合部61の踵部61b（-X方向）の周囲にも確実に皮膜を塗布することができる。したがって、半導体ユニット30は、絶縁回路基板40のおもて面、半導体チップ50a～50d、ワイヤ70a、70b、71a、71b、71c、71d、72a、72b、リードフレーム60の表面に皮膜が塗布される。

【0066】

リードフレーム60は、配線板43dと半導体チップ50cの出力電極52cとを接続している。このため、リードフレーム60では、チップ接合部61の方が配線接合部62よりも上位に位置している。リードフレーム60は、場合によっては、配線板間を接続してもよい。また、半導体チップ50cに代わり、他の素子に接続してもよい。すなわち、リードフレーム60は、異なる導電部間を、隙間を跨いで接続してよい。

【0067】

（変形例1）

変形例 1 の半導体ユニット 30 は、図 3 を参照することができる。ただし、変形例 1 の半導体ユニット 30 はリードフレーム 60 を異ならせている。変形例 1 のリードフレーム 60 について、図 10 及び図 11 を用いて説明する。図 10 は、実施の形態（変形例 1）の半導体装置に含まれるリードフレームの断面図であり、図 11 は、実施の形態（変形例 1）の半導体装置に含まれるリードフレームの平面図である。なお、図 10 及び図 11 は、図 6 及び図 7 に対応している。図 10 は、図 11 の一点鎖線 Y-Y における断面図である。

【0068】

変形例 1 のリードフレーム 60 は、鉛直部 64 のおもて面（+X 方向を向いた面）に対して、1 以上の溝部 66a が形成されている。なお、変形例 1 では、2 本の溝部 66a が形成されている場合を例に挙げている。また、溝部 66a は、ワイヤ 71b のワイヤ接合部 71b1 の長軸に対して直交するように形成されている。溝部 66a は鉛直部 64 の幅（±Y 方向）を横断するように連続して直線状に形成されている。溝部 66a の深さ及び幅（リードフレーム 60 の配線方向の長さ）は鉛直部 64 の通電に影響がない範囲で形成されている。このような深さは、例えば、鉛直部 64 の厚さの 20% 以上、45% 以下であってよい。また、溝部 66a は連続していなくてもよい。すなわち、溝部 66a は直線的破線状（不連続）に形成されてもよい。また、溝部 66a は直線状でなくても、例えば、V 字状、波線状、ギザギザ状でもよい。

【0069】

このようなリードフレーム 60 を含む半導体ユニット 30 が封止部材 29 により封止される。この際、封止部材 29 は、チップ接合部 61 と半導体チップ 50c の出力電極 52c とを接合する接合部材 46 のはんだと接する範囲に剥離が生じるおそれがある。このような剥離がチップ接合部 61 から鉛直部 64 に沿って伸展すると、鉛直部 64 に形成された溝部 66a により剥離の伸展が抑制される。このため、剥離がワイヤ 71b に到達することが抑制されて、ワイヤ 71b の剥離による切断も防止される。この結果、リードフレーム 60 を含む半導体装置 10 も信頼性の低下が抑制される。

【0070】

なお、このような溝部 66a は、さらに、傾斜部 66 のおもて面（-X 方向を向いた面）に、1 以上形成してもよい。この傾斜部 66 に形成される溝部 66a もまた、鉛直部 64 に形成される場合と同様である。すなわち、この溝部 66a は、ワイヤ 71b のワイヤ接合部 71b1 の長軸に対して直交するように形成されている。このような溝部 66a は傾斜部 66 の幅（±Y 方向）を横断するように連続して直線状に形成されてよい。溝部 66a の深さ及び幅（リードフレーム 60 の配線方向の長さ）も上記と同様であってよく、また、溝部 66a は連続していなくてもよい。封止部材 29 は、配線接合部 62 と配線板 43d とを接合する接合部材 46 のはんだと接する範囲に剥離が生じるおそれがある。このような剥離が配線接合部 62 から傾斜部 66 に沿って伸展すると、傾斜部 66 に形成された溝部 66a により剥離の伸展が抑制される。

【0071】

（変形例 2）

変形例 2 では、図 6 及び図 7 のリードフレーム 60 に対して突起部が形成されている場合について図 12 及び図 13 を用いて説明する。図 12 は、実施の形態（変形例 2）の半導体装置に含まれるリードフレームの断面図であり、図 13 は、実施の形態（変形例 2）の半導体装置に含まれるリードフレームの平面図である。なお、図 12 及び図 13 は、図 6 及び図 7 に対応している。図 12 は、図 13 の一点鎖線 Y-Y における断面図である。また、変形例 2 の半導体ユニット 30 も、図 3 を参照することができる。

【0072】

変形例 2 のリードフレーム 60 は、配線部 63 の鉛直部 64 のおもて面（+X 方向を向いた面）に対して、複数の突起部 66b が形成されている。なお、変形例 2 では、突起部 66b が半円球状であって、4 つの突起部 66b が 2 列形成されている場合である。この場合、突起部 66b は、ワイヤ 71b のワイヤ接合部 71b1 に対して直交するように形

成されている。4つの突起部66bは一例であって、鉛直部64の幅(±Y方向)をおおよそ塞ぐことができれば、突起部66bの面積に応じて、1つ、2つ、3つ、5つ以上であってよい。2列は一例であって、1列、3列以上であってよい。突起部66bは半円球状に限らず、凸状であればよく、例えば、三角錐状、四角錐状、立方体状であってよい。また、突起部66bは傾斜部66の幅(±Y方向)を横断するように連続して直線状であって、断面が凸状を成して形成されてもよい。この場合の突起部66bは、ワイヤ接合部71b1の長軸に対して直交する方向に延伸する。また、この場合の突起部66bの高さ及び幅(リードフレーム60の配線方向の長さ)は、配線されたワイヤ71bを妨げない範囲であればよい。

【0073】

変形例1で説明したように、リードフレーム60を含む半導体ユニット30が封止部材29により封止される。この際、封止部材29は、チップ接合部61と半導体チップ50cの出力電極52cとを接合する接合部材46のはんだと接する範囲に剥離が生じるおそれがある。この剥離がチップ接合部61から鉛直部64に沿って伸展すると、リードフレーム60の鉛直部64に形成された突起部66bにより、剥離の伸展が抑制される。このため、ワイヤ71bの剥離による切断も防止される。この結果、リードフレーム60を含む半導体装置10も信頼性の低下が抑制される。

【0074】

なお、このような複数の突起部66bは、さらに、傾斜部66のおもて面(−X方向を向いた面)に形成してもよい。この傾斜部66に形成される複数の突起部66bもまた、鉛直部64に形成される場合と同様である。すなわち、この複数の突起部66bは、ワイヤ71bのワイヤ接合部71b1の長軸に対して直交するように形成されている。傾斜部66に形成される複数の突起部66bもまた、傾斜部66の幅(±Y方向)をおおよそ塞ぐことができれば、突起部66bの面積に応じて、1つ以上であってよく、また、1列以上であってよい。封止部材29は、配線接合部62と配線板43dとを接合する接合部材46のはんだと接する範囲に剥離が生じるおそれがある。このような剥離が配線接合部62から傾斜部66に沿って伸展すると、傾斜部66に形成された複数の突起部66bにより剥離の伸展が抑制される。

【0075】

上記については単に本発明の原理を示すものである。さらに、多数の変形、変更が当業者にとって可能であり、本発明は上記に示し、説明した正確な構成及び応用例に限定されるものではなく、対応するすべての変形例及び均等物は、添付の請求項及びその均等物による本発明の範囲とみなされる。

【符号の説明】

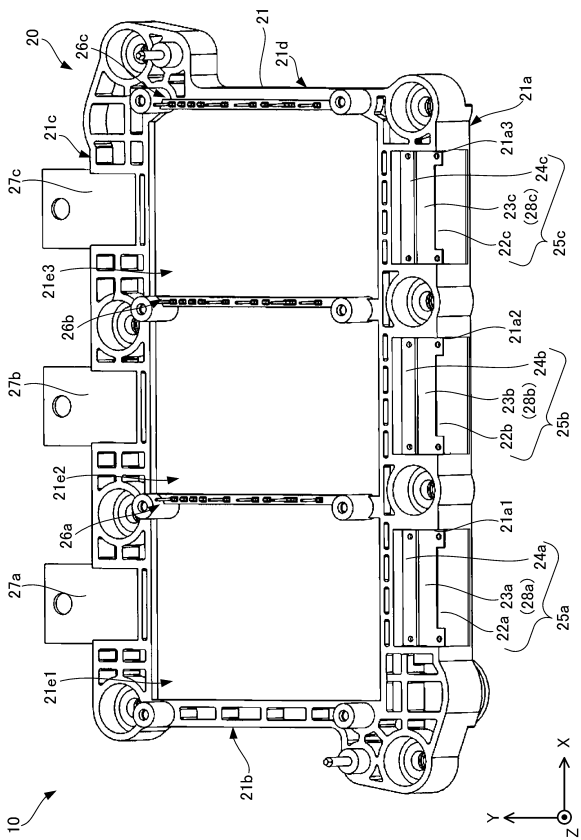
【0076】

- 10 半導体装置
- 20 ケース
- 21 本体部
- 21a～21d 第1～第4側部
- 21a1～21a3 端子領域
- 21e1～21e3 収納領域
- 22a～22c 第1パワー端子
- 22b1, 22b2, 24b1, 24b2 内部接合部
- 23a～23c 絶縁シート
- 24a～24c 第2パワー端子
- 25a～25c 端子積層部
- 26a～26c 制御枠部
- 26b1～26b4 制御端子
- 27a U端子
- 27b V端子

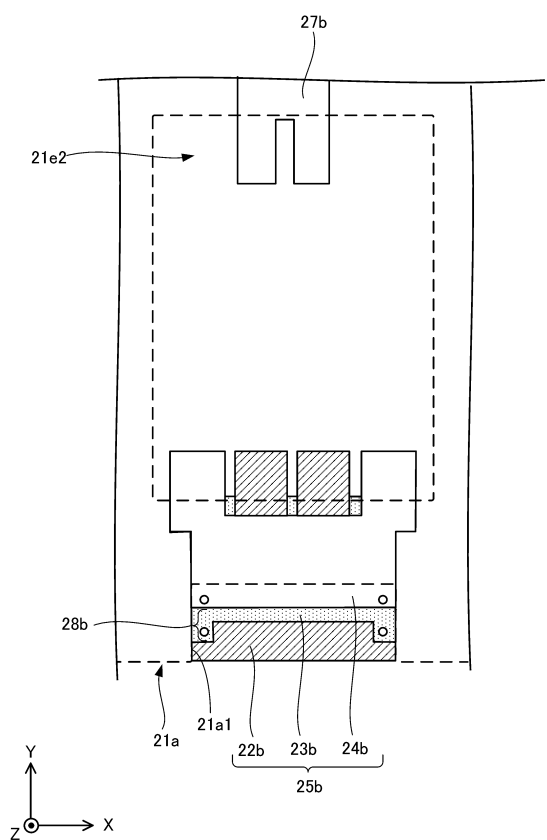
2 7 b 1 , 2 7 b 2	内部接続部	
2 7 c	W端子	
2 8 a , 2 8 b , 2 8 c	テラス部	
2 9	封止部材	
3 0	半導体ユニット	
4 0	絶縁回路基板	
4 1	絶縁板	
4 1 a , 4 1 c	長辺	
4 1 b , 4 1 d	短辺	
4 1 e ~ 4 1 h	角部	10
4 2	金属板	
4 3 a ~ 4 3 i	配線板	
4 5	放熱ベース板	
4 6	接合部材	
5 0 a ~ 5 0 d	半導体チップ	
5 0 a 1 ~ 5 0 d 1	チップ領域	
5 1 a ~ 5 1 d	制御電極	
5 2 a ~ 5 2 d	出力電極	
6 0 , 6 0 a ~ 6 0 d	リードフレーム	
6 1	チップ接合部	20
6 1 a , 6 2 a	つま先部	
6 1 b , 6 2 b	踵部	
6 2	配線接合部	
6 3	配線部	
6 4	鉛直部	
6 5	平行部	
6 6	傾斜部	
6 6 a	溝部	
6 6 b	突起部	
7 0 a , 7 0 b , 7 1 a , 7 1 b , 7 1 c , 7 1 d , 7 2 a , 7 2 b	ワイヤ	30
7 1 b 1	ワイヤ接合部	

【図面】

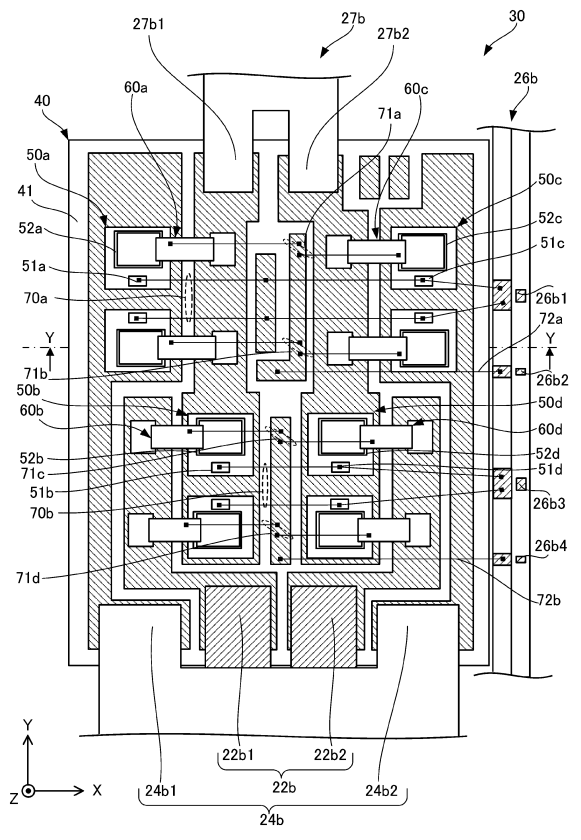
【図 1】



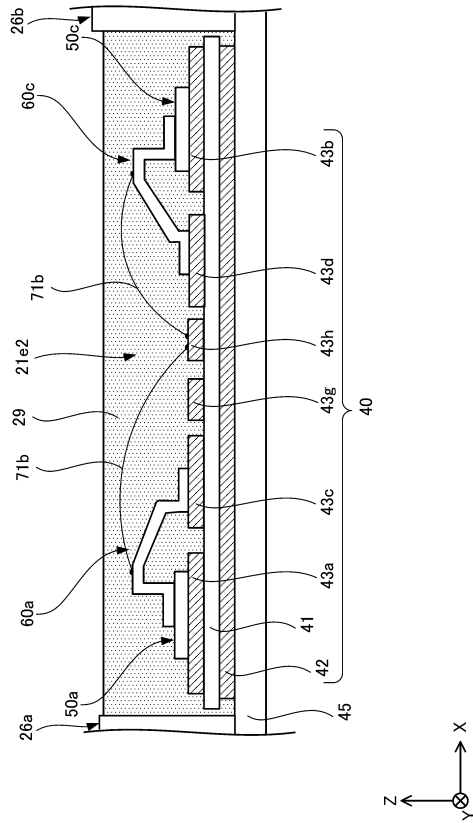
【図 2】



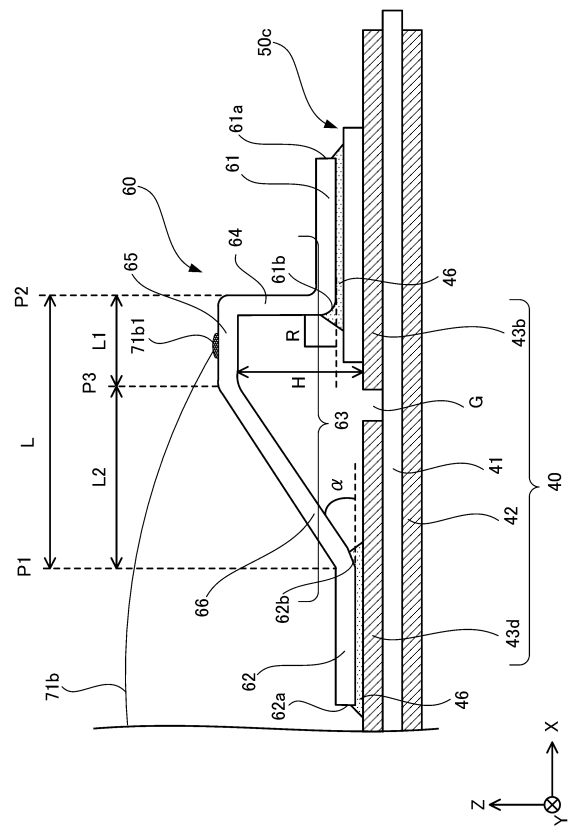
【図 3】



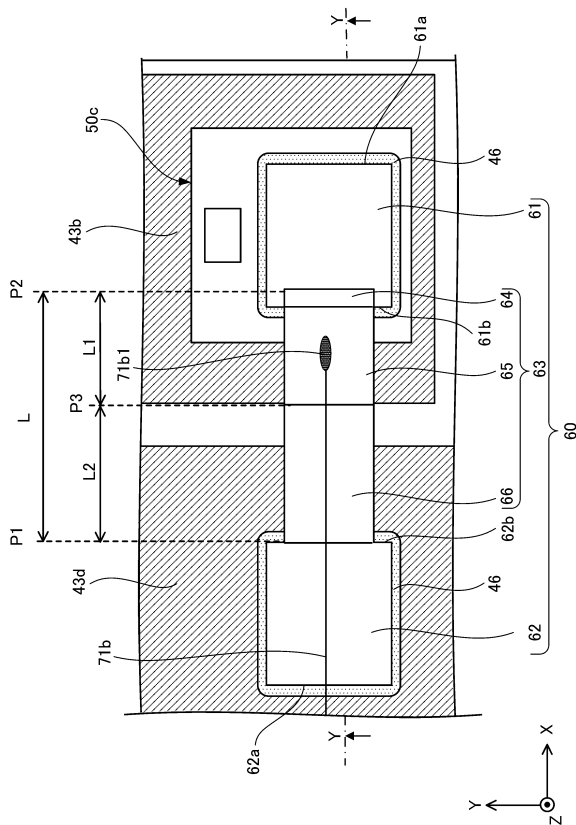
【圖 5】



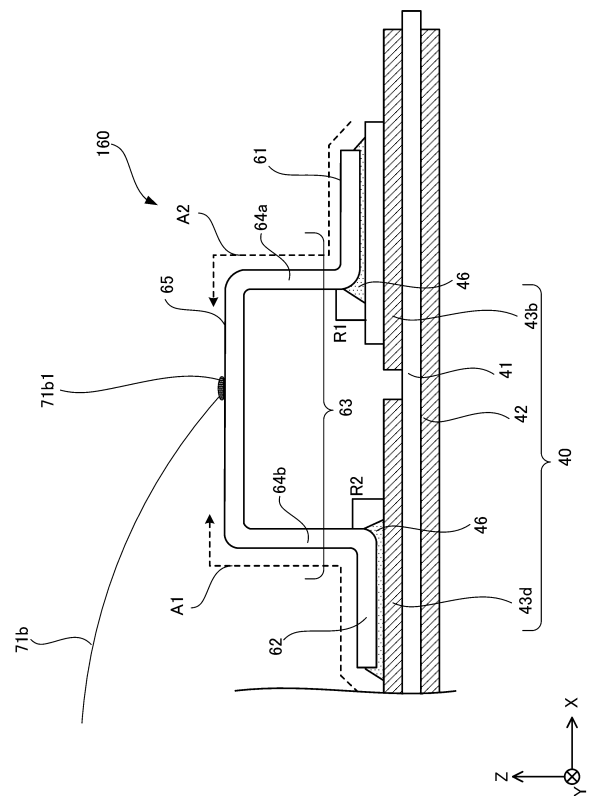
【図 6】



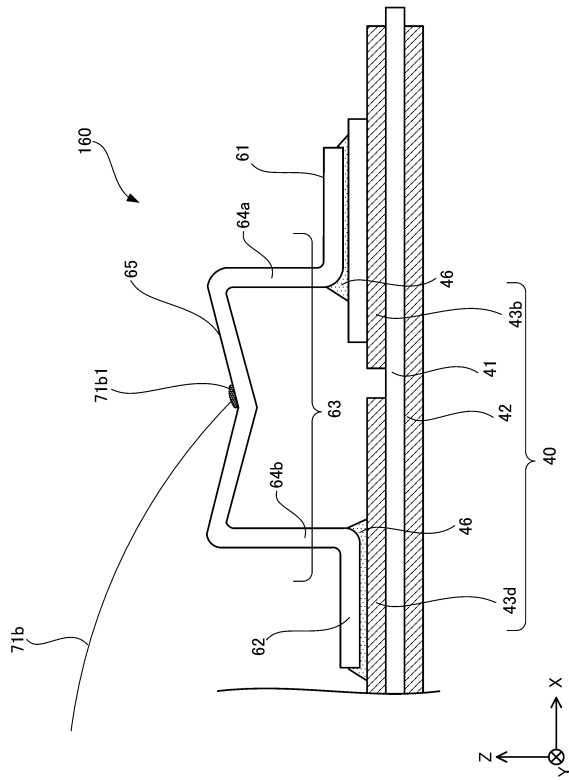
【図 7】



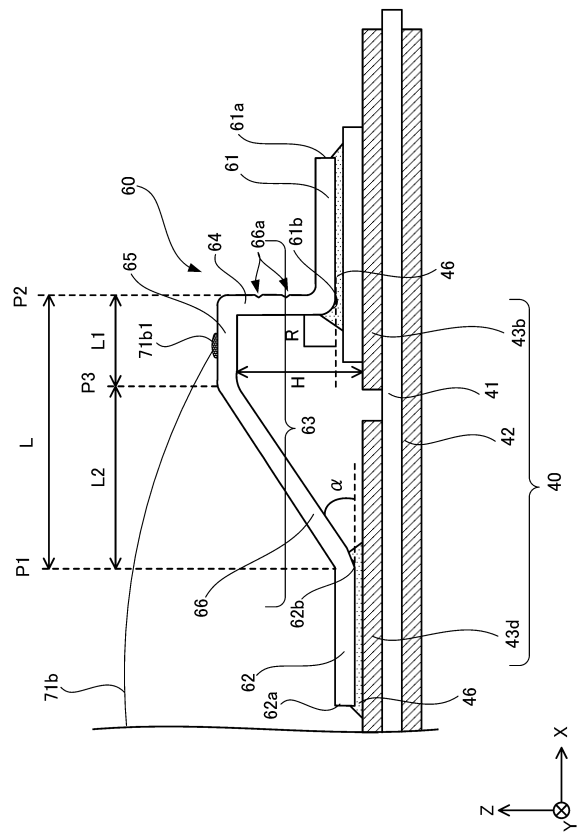
【図 8】



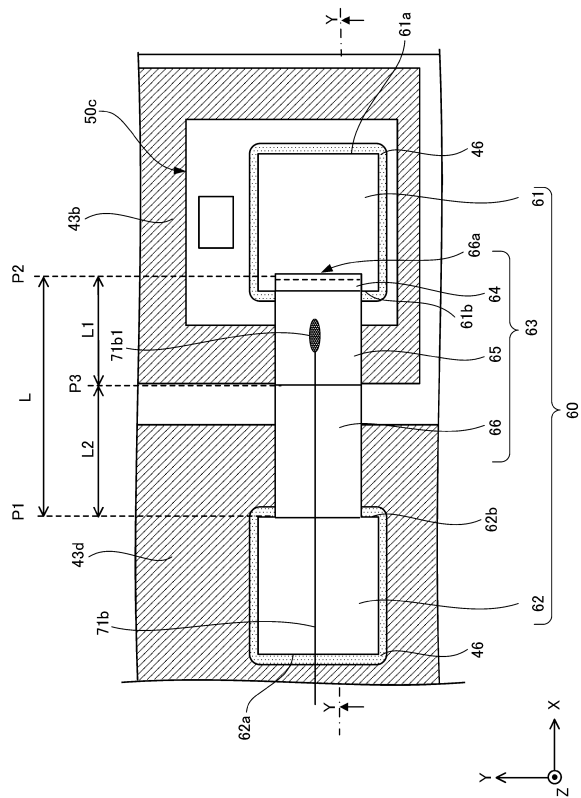
【圖 9】



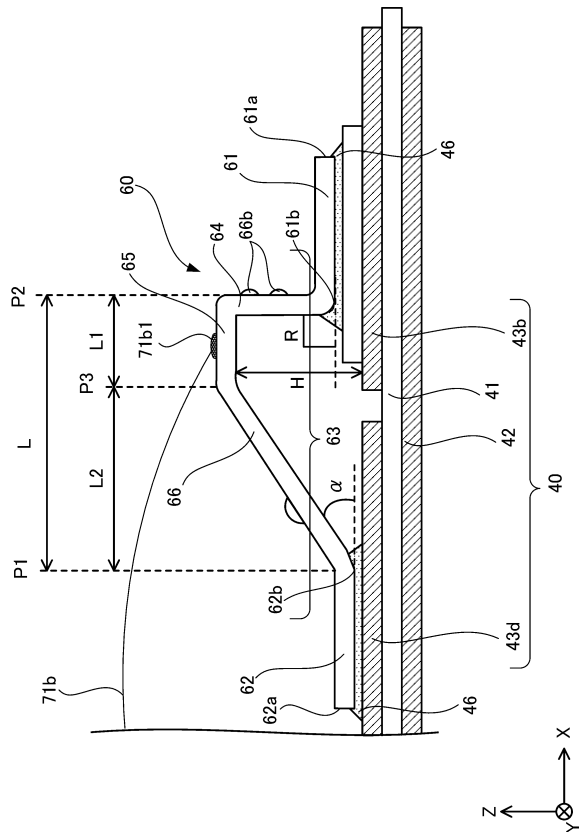
【図 10】



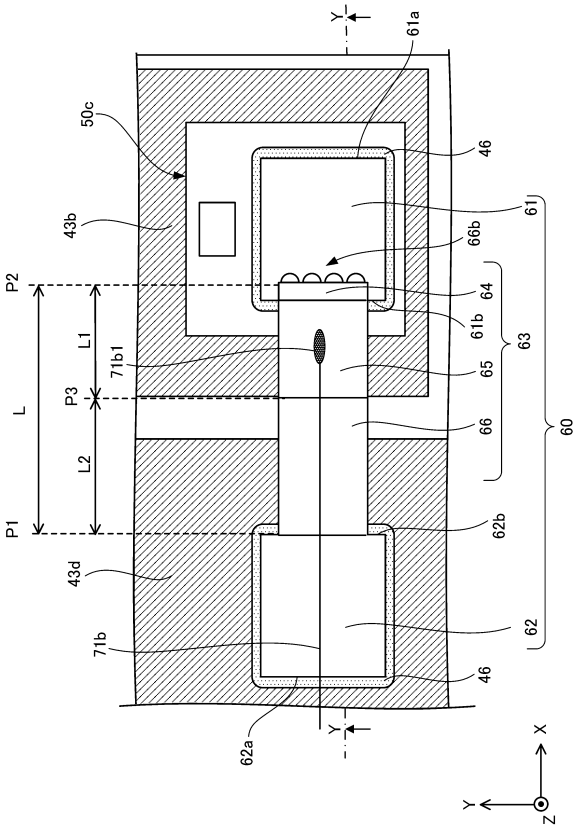
【図 1 1】



【図 12】



【図 13】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2007-288075 (JP, A)
 特開 2019-075524 (JP, A)
 特許第 7028391 (JP, B1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- H01L 21/60-21/607
 H01L 23/48-23/50
 H01L 25/00-25/18
 H10D 30/64-30/66
 H10D 12/00
 H02M 7/42- 7/98