

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7626754号
(P7626754)

(45)発行日 令和7年2月4日(2025.2.4)

(24)登録日 令和7年1月27日(2025.1.27)

(51)国際特許分類

F I

H O 1 L 23/48 (2006.01)

H O 1 L 23/48

K

請求項の数 8 (全32頁)

(21)出願番号	特願2022-511579(P2022-511579)	(73)特許権者	000116024
(86)(22)出願日	令和3年1月28日(2021.1.28)		ローム株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/003011		京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地
(87)国際公開番号	WO2021/199635	(74)代理人	100105957
(87)国際公開日	令和3年10月7日(2021.10.7)		弁理士 恩田 誠
審査請求日	令和5年12月8日(2023.12.8)	(74)代理人	100068755
(31)優先権主張番号	特願2020-60722(P2020-60722)		弁理士 恩田 博宣
(32)優先日	令和2年3月30日(2020.3.30)	(72)発明者	丹羽 大地
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地
(31)優先権主張番号	特願2020-60723(P2020-60723)	(72)発明者	ローム株式会社内
(32)優先日	令和2年3月30日(2020.3.30)		齊藤 光俊
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地
			ローム株式会社内
		審査官	清水 稔

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】

主面を有する基板と、
前記主面に実装され、前記主面と同じ方向を向く主面電極を有する半導体素子と、
Cuよりなり、前記基板に対して前記主面と平行な第1方向に前記基板に対して離間して配置され、前記主面と同じ方向を向く接続面を有する接続パッドと、
Niよりなり、前記接続面の一部を覆うめっき層と、
Alよりなり、第1端が前記主面電極に接合され、第2端が前記めっき層に接合されたワイヤと、
前記半導体素子、前記接続パッド、前記めっき層、及び前記ワイヤを封止する封止樹脂と、
を備え、
前記主面電極は、制御電極と駆動電極とを含み、
前記接続パッドは、前記主面と平行かつ前記第1方向と直交する第2方向に沿って互いに離間して配列された制御パッドと駆動パッドとを含み、
前記ワイヤは、前記制御電極と前記制御パッドとを接続する制御ワイヤと、前記駆動電極と前記駆動パッドとを接続する駆動ワイヤとを含み、
前記制御パッドに接合された前記制御ワイヤの接合部は、前記制御パッドの上のめっき層の上に形成され、
前記駆動パッドの前記接続面は、前記めっき層により覆われた部分と、前記めっき層か

ら露出する部分とを有し、

前記駆動パッドに接合された前記駆動ワイヤの接合部は、前記駆動パッドの上のめっき層から前記駆動パッドの前記接続面における前記めっき層から露出する部分にはみ出して形成され、

前記封止樹脂は、前記駆動パッドの前記接続面における前記めっき層により覆われた部分と前記めっき層から露出する部分との双方と接触した状態で、前記駆動ワイヤを封止している、

半導体装置。

【請求項 2】

前記制御ワイヤの線径は、前記駆動ワイヤの線径よりも小さい、請求項 1 に記載の半導体装置。

10

【請求項 3】

前記制御ワイヤの線径は、 $40\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、

前記駆動ワイヤの線径は、 $200\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $600\text{ }\mu\text{m}$ 以下である、

請求項 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

前記駆動ワイヤの前記接合部において、前記めっき層の上面に接合された部分の面積は、前記駆動ワイヤの断面の面積以上である、請求項 1 から請求項 3 のうちのいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項 5】

20

前記制御パッドの前記接続面は、前記めっき層により覆われた部分と、前記めっき層から露出する部分とを有する、請求項 1 から請求項 4 のうちのいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項 6】

前記ワイヤは、超音波接合によって前記接続パッドに接合されている、請求項 1 から請求項 5 のうちのいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項 7】

前記半導体素子は、前記主面電極と反対側を向く裏面電極を有し、

前記基板は、Cu よりなり、

前記裏面電極は、はんだにより前記基板に接続されている、

30

請求項 1 から請求項 6 のうちのいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項 8】

前記めっき層は、表面が前記接続パッドの前記接続面よりも粗い粗面めっき層である、請求項 1 から請求項 7 のうち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】

本開示は、半導体装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

40

半導体装置は、基板と、基板に実装されたパワートランジスタ等の半導体素子と、半導体素子のソース電極と複数の駆動ワイヤを介して接続される駆動パッドを有する駆動リードと、半導体素子のゲート電極と制御ワイヤを介して接続される制御パッドを有する制御リードと、半導体素子を少なくとも封止する封止樹脂とを備える（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2017-174951 号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、上記の駆動ワイヤや制御ワイヤにアルミニウムのワイヤが用いることが提案されている。この場合、上記の基板と駆動リード及び制御リードには、銅が用いられているため、ワイヤとリードとの間に金属間化合物が生じる。そして、半導体装置の動作等による熱によって金属間化合物の成長が進み、信頼性が低下するおそれがある。

【0005】

本開示の目的は、アルミニウムからなるワイヤを用いるとともに接続信頼性の低下を抑制可能とした半導体装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の一態様である半導体装置は、主面を有する基板と、前記主面に実装され、前記主面と同じ方向を向く主面電極を有する半導体素子と、Cuよりなり、前記基板に対して前記主面と平行な第1方向に前記基板に対して離間して配置され、前記主面と同じ方向を向く接続面を有する接続パッドと、Niよりなり、前記接続面の一部を覆うめっき層と、Alよりなり、第1端が前記主面電極に接合され、第2端が前記めっき層に接合されたワイヤと、前記半導体素子、前記接続パッド、めっき層、及び前記ワイヤを封止する封止樹脂と、を備える。

【0007】

本開示の別の態様である半導体装置は、主面を有する基板と、前記主面に実装され、前記主面と同じ方向を向く主面電極を有する半導体素子と、前記基板に対して前記主面と平行な第1方向に前記基板に対して離間して配置された接続パッドと、前記主面電極に第1端が接合され、前記接続パッドに第2端が接合されたワイヤと、前記半導体素子、前記接続パッド、及び前記ワイヤを封止する封止樹脂と、を備え、前記ワイヤはAlよりなり、前記接続パッドは、Cuよりなり、前記主面と同じ方向を向く上面を有する基材と、Niよりなり、前記基材の前記上面を覆うめっき層と、を有し、前記めっき層は、前記表面が前記基材の前記上面よりも粗い粗面めっき層である。

【発明の効果】

【0008】

本開示の一態様によれば、アルミニウムからなるワイヤを用いるとともに接続信頼性の低下を抑制可能とした半導体装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、第1実施形態の半導体装置を示す概略斜視図である。

【図2】図2は、第1実施形態の半導体装置の概略平面図である。

【図3】図3は、第1実施形態の半導体装置の概略裏面図である。

【図4】図4は、図2の4-4線断面図である。

【図5】図5は、第1実施形態の半導体装置の概略側面図である。

【図6】図6は、第1実施形態の半導体装置を示す一部拡大平面図である。

【図7】図7は、第1実施形態の変更例の半導体装置を示す一部拡大平面図である。

【図8】図8は、第1実施形態の変更例の半導体装置を示す一部拡大平面図である。

【図9】図9は、第2実施形態の半導体装置を示す概略斜視図である。

【図10】図10は、第2実施形態の半導体装置の概略平面図である。

【図11】図11は、第2実施形態の半導体装置の概略裏面図である。

【図12】図12は、図10の12-12線断面図である。

【図13】図13は、第2実施形態の半導体装置の概略側面図である。

【図14】図14は、第2実施形態の半導体装置の概略側面図である。

【図15】図15は、駆動パッド及び封止樹脂を示す断面写真である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、半導体装置の実施形態について図面を参照して説明する。以下に示す実施形態は、技術的思想を具体化するための構成や方法を例示するものであり、各構成部品の材質、形状、構造、配置、寸法等を下記のものに限定するものではない。以下の実施形態は、種々の変更を加えることができる。

【0011】

(第1実施形態)

図1～図6を参照して、第1実施形態の半導体装置を説明する。

図1に示すように、半導体装置1は、基板10と、駆動リード20と、制御リード30と、半導体素子40と、駆動ワイヤ50と、制御ワイヤ60と、封止樹脂80とを備える。封止樹脂80は、半導体素子40と制御ワイヤ60と駆動ワイヤ50とを封止する。封止樹脂80は、基板10と駆動リード20と制御リード30の一部を露出するように形成されている。

【0012】

駆動リード20は、封止樹脂80から突出したアウターリード20A、及び封止樹脂80内に設けられ、アウターリード20Aと電氣的に接続されたインナーリード20Bを有する。本実施形態では、アウターリード20A及びインナーリード20Bは一体化された単一部品である。制御リード30は、封止樹脂80から突出したアウターリード30A、及び封止樹脂80内に設けられ、アウターリード30Aと電氣的に接続されたインナーリード30Bを有する。本実施形態では、アウターリード30A及びインナーリード30Bは一体化された単一部品である。本実施形態の半導体装置1は、パッケージ外形規格(JEITA規格)に規定されたTO(Transistor Outline)-252のパッケージである。また、半導体装置1は、封止樹脂80の1つの面から駆動リード20のアウターリード20A及び制御リード30のアウターリード30Aがそれぞれ延びる、いわゆるSIP(Single Inline Package)タイプである。

【0013】

図1に示すように、封止樹脂80の形状は、直方体である。なお、図1、図2、図6では、便宜上、封止樹脂80を二点鎖線にて示し、封止樹脂80内の部品を実線で示している。

【0014】

封止樹脂80は、電気絶縁性を有する合成樹脂である。一例では、封止樹脂80は、エポキシ樹脂である。封止樹脂80は、第1封止樹脂側面81、第2封止樹脂側面82、第3封止樹脂側面83、第4封止樹脂側面84、封止樹脂裏面85、及び封止樹脂天面86の6面を有する。第1封止樹脂側面81及び第2封止樹脂側面82は、間隔をあけて互いに反対側を向いている。第3封止樹脂側面83及び第4封止樹脂側面84は、間隔をあけて互いに反対側を向いている。封止樹脂裏面85及び封止樹脂天面86は、間隔をあけて互いに反対側を向いている。以降の説明において、封止樹脂裏面85と封止樹脂天面86とが配列される方向を厚さ方向Zとし、第1封止樹脂側面81と第2封止樹脂側面82とが配列される方向を縦方向Xとし、第3封止樹脂側面83と第4封止樹脂側面84とが配列される方向を横方向Yとする。縦方向X及び横方向Yは、厚さ方向Zと直交する方向である。縦方向Xは、横方向Yと直交する方向である。ここで、厚さ方向Zは第1方向に相当し、縦方向Xは第2方向に相当し、横方向Yは第3方向に相当する。

【0015】

封止樹脂80の形状は、直方体である。封止樹脂80は、電気絶縁性を有する合成樹脂である。一例では、封止樹脂80は、エポキシ樹脂である。封止樹脂80は、第1封止樹脂側面81、第2封止樹脂側面82、第3封止樹脂側面83、第4封止樹脂側面84、封止樹脂裏面85、及び封止樹脂天面86の6面を有する。第1封止樹脂側面81及び第2封止樹脂側面82は、間隔をあけて互いに反対側を向いている。第3封止樹脂側面83及び第4封止樹脂側面84は、間隔をあけて互いに反対側を向いている。封止樹脂裏面85及び封止樹脂天面86は、間隔をあけて互いに反対側を向いている。以降の説明において、封止樹脂裏面85と封止樹脂天面86とが配列される方向を厚さ方向Zとし、第1封止

樹脂側面 8 1 と第 2 封止樹脂側面 8 2 とが配列される方向を縦方向 X とし、第 3 封止樹脂側面 8 3 と第 4 封止樹脂側面 8 4 とが配列される方向を横方向 Y とする。縦方向 X 及び横方向 Y は、厚さ方向 Z と直交する方向である。縦方向 X は、横方向 Y と直交する方向である。ここで、縦方向 X は第 1 方向に相当し、横方向 Y は第 2 方向に相当する。

【0016】

図 2 は、半導体装置 1 を厚さ方向 Z の封止樹脂天面 8 6 からみた図である。

図 2 に示すとおり、半導体装置 1 を厚さ方向 Z の封止樹脂天面 8 6 から見て、封止樹脂 8 0 の形状は、縦方向 X が長辺方向となり、横方向 Y が短辺方向となる略矩形状である。厚さ方向 Z から視ることを、以下平面視という。平面視において、第 1 封止樹脂側面 8 1 及び第 2 封止樹脂側面 8 2 は横方向 Y に沿う側面であり、第 3 封止樹脂側面 8 3 及び第 4 封止樹脂側面 8 4 は縦方向 X に沿う側面である。

10

【0017】

基板 1 0 は、厚さ方向 Z において互いに反対側を向く主面 1 0 a 及び裏面 1 0 b (図 3 参照) を有する。主面 1 0 a は、封止樹脂天面 8 6 と同じ方向を向き、裏面 1 0 b は、封止樹脂裏面 8 5 と同じ方向を向いている。基板 1 0 は、例えば Cu (銅) よりなる。なお、本実施形態において、Cu よりなるとは、Cu、又は Cu を含む合金により形成されていることを意図している。基板 1 0 は、平板状の基板本体部 1 1 と、リード部 1 6 とを有する。本実施形態では、基板本体部 1 1 とリード部 1 6 とが一体化した単一部品である。

【0018】

基板本体部 1 1 は、封止樹脂 8 0 に覆われた内側本体部 1 2 と、封止樹脂 8 0 から突出した突出部 1 3 とに区分できる。内側本体部 1 2 及び突出部 1 3 は、縦方向 X に隣り合っている。突出部 1 3 は、第 1 封止樹脂側面 8 1 から縦方向 X に突出している。本実施形態では、突出部 1 3 の横方向 Y の大きさは、内側本体部 1 2 の横方向 Y の大きさよりも小さい。なお、突出部 1 3 の横方向 Y の大きさは任意に変更可能である。一例では、突出部 1 3 の横方向 Y の大きさは、内側本体部 1 2 の横方向 Y の大きさと等しくてもよい。

20

【0019】

平面視において、内側本体部 1 2 は、その縦方向 X の中心が封止樹脂 8 0 の縦方向 X の中心よりも第 1 封止樹脂側面 8 1 寄りとなるように配置されている。内側本体部 1 2 は、主面 1 2 a、裏面 1 2 b (図 3 参照)、第 1 側面 1 2 c、第 2 側面 1 2 d、及び第 3 側面 1 2 e を有する。主面 1 2 a と裏面 1 2 b とは、厚さ方向 Z において互いに反対側を向いている。主面 1 2 a は基板 1 0 の主面 1 0 a の一部を構成し、裏面 1 2 b は基板 1 0 の裏面 1 0 b を構成している。このため、主面 1 2 a は封止樹脂天面 8 6 側に面し、裏面 1 2 b は封止樹脂裏面 8 5 側を面している。また、第 1 側面 1 2 c は第 2 封止樹脂側面 8 2 に面し、第 2 側面 1 2 d は第 3 封止樹脂側面 8 3 に面し、第 3 側面 1 2 e は第 4 封止樹脂側面 8 4 に面している。第 1 側面 1 2 c は横方向 Y に沿って延びている。第 2 側面 1 2 d 及び第 3 側面 1 2 e は、横方向 Y において間隔をあけて対向している。第 2 側面 1 2 d 及び第 3 側面 1 2 e は、縦方向 X に沿って延びている。

30

【0020】

内側本体部 1 2 において突出部 1 3 側の端部には、幅狭部 1 4 が形成されている。幅狭部 1 4 は、第 2 側面 1 2 d から横方向 Y の第 4 封止樹脂側面 8 4 側に向けて凹む凹部 1 4 a と、第 3 側面 1 2 e から横方向 Y の第 3 封止樹脂側面 8 3 側に向けて凹む凹部 1 4 b とによって形成されている。幅狭部 1 4 の横方向 Y の大きさは、内側本体部 1 2 のうちの幅狭部 1 4 以外の部分の横方向 Y の大きさよりも小さい。また幅狭部 1 4 の横方向 Y の大きさは、突出部 1 3 の横方向 Y の大きさよりも小さい。幅狭部 1 4 は、封止樹脂 8 0 の第 1 封止樹脂側面 8 1 と縦方向 X に隣り合うように設けられている。幅狭部 1 4 には、厚さ方向 Z において幅狭部 1 4 を貫通している貫通孔 1 5 が設けられている。平面視における貫通孔 1 5 の形状は、横方向 Y が長手方向となる長円である。

40

【0021】

内側本体部 1 2 は、内側本体部 1 2 の本体側面から突出するフランジ部 1 9 a、1 9 b を有している。フランジ部 1 9 a は、内側本体部 1 2 の第 2 側面 1 2 d から第 3 封止樹脂

50

側面 8 3 に向けて突出している。フランジ部 1 9 b は、内側本体部 1 2 の第 3 側面 1 2 e から第 4 封止樹脂側面 8 4 に向けて突出している。

【 0 0 2 2 】

各フランジ部 1 9 a , 1 9 b はそれぞれ、内側本体部 1 2 の主面 1 2 a と面一となるように設けられている。このため、基板 1 0 の主面 1 0 a は、内側本体部 1 2 の主面 1 2 a と、フランジ部 1 9 a , 1 9 b とによって構成されている。また、フランジ部 1 9 a , 1 9 b はそれぞれ、内側本体部 1 2 の裏面 1 2 b よりも主面 1 2 a 側となるように設けられている。このため、基板 1 0 の裏面 1 0 b は、内側本体部 1 2 の裏面 1 2 b によって構成されている。これらのフランジ部 1 9 a , 1 9 b により、基板 1 0 と封止樹脂 8 0 との分離が抑制される。

10

【 0 0 2 3 】

図 3 に示すように、基板 1 0 の裏面 1 0 b (内側本体部 1 2 の裏面 1 2 b) は、封止樹脂裏面 8 5 から露出している。これにより、基板 1 0 の熱を半導体装置 1 の外部へ放熱できる。封止樹脂 8 0 は、内側本体部 1 2 の幅狭部 1 4 の凹部 1 4 a , 1 4 b 及び貫通孔 1 5 のそれぞれに入り込んでいる。これにより、基板 1 0 と封止樹脂 8 0 との分離を一層抑制できる。

【 0 0 2 4 】

図 2 及び図 4 に示すように、リード部 1 6 は、内側本体部 1 2 の第 1 側面 1 2 c 側の端部から第 2 封止樹脂側面 8 2 に向けて延びているとともに第 2 封止樹脂側面 8 2 から突出している。リード部 1 6 は、第 2 封止樹脂側面 8 2 から突出した端子部 1 7 と、端子部 1 7 と内側本体部 1 2 とを連結している連結部 1 8 とに区分できる。

20

【 0 0 2 5 】

図 2 に示すように、連結部 1 8 は、横方向 Y において内側本体部 1 2 の中央部よりも第 2 側面 1 2 d 側の部分に位置している。連結部 1 8 は、フランジ部 1 9 a から連続している。すなわち、連結部 1 8 のうちの内側本体部 1 2 に接続されている部分の厚さは、フランジ部 1 9 a , 1 9 b の厚さよりも厚く、内側本体部 1 2 の厚さよりも薄い。

【 0 0 2 6 】

図 2、図 4 に示すように、連結部 1 8 は、傾斜部 1 8 a を有する。傾斜部 1 8 a は、内側本体部 1 2 の第 1 側面 1 2 c から第 2 封止樹脂側面 8 2 に向かうにつれて封止樹脂天面 8 6 に向けて傾斜している。連結部 1 8 のうちの傾斜部 1 8 a と端子部 1 7 との間の中間部 1 8 b は、内側本体部 1 2 の主面 1 2 a よりも封止樹脂天面 8 6 側に位置している。平面視において、中間部 1 8 b は、第 4 封止樹脂側面 8 4 側に屈曲する屈曲部 1 8 c を有する。中間部 1 8 b のうちの第 2 封止樹脂側面 8 2 と接触する部分は、横方向 Y において第 2 封止樹脂側面 8 2 の中央部に位置している。

30

【 0 0 2 7 】

端子部 1 7 は、第 2 封止樹脂側面 8 2 の横方向 Y の中央部から突出している。厚さ方向 Z において、端子部 1 7 の位置は、中間部 1 8 b の位置と同じである。すなわち端子部 1 7 は、内側本体部 1 2 の主面 1 2 a よりも封止樹脂天面 8 6 側に位置している。

【 0 0 2 8 】

図 2 に示すように、平面視において、基板 1 0 よりも封止樹脂 8 0 の第 2 封止樹脂側面 8 2 側には、駆動リード 2 0 及び制御リード 3 0 が基板 1 0 に対して縦方向 X に離間した状態で配置されている。駆動リード 2 0 及び制御リード 3 0 は、横方向 Y において互いに離間した状態で配置されている。駆動リード 2 0 と制御リード 3 0 との横方向 Y の間には、リード部 1 6 が配置されている。

40

【 0 0 2 9 】

駆動リード 2 0 は、駆動パッド 2 1、駆動端子 2 2、及び、駆動パッド 2 1 と駆動端子 2 2 とを連結する連結部 2 3 を有する。駆動パッド 2 1 及び連結部 2 3 はインナーリード 2 0 B を構成し、駆動端子 2 2 はアウターリード 2 0 A を構成している。駆動パッド 2 1 及び連結部 2 3 は、縦方向 X において基板 1 0 と第 2 封止樹脂側面 8 2 との間に配置されている。駆動パッド 2 1 及び連結部 2 3 は、横方向 Y において封止樹脂 8 0 の横方向 Y の

50

中央部よりも第4封止樹脂側面84側に配置されている。駆動リード20は、本実施形態において、Cuよりなる。つまり、駆動リード20は、基板10と同じ材料により形成されている。

【0030】

平面視における駆動パッド21の形状は、横方向Yが長辺方向となり、縦方向Xが短辺方向となる矩形状である。駆動パッド21は、横方向Yの両端部である第1端部21a及び第2端部21bを有する。図5に示すように、駆動パッド21は、厚さ方向Zにおいて、内側本体部12の主面12aよりも封止樹脂天面86側に位置している。また駆動パッド21は、厚さ方向Zにおいて、半導体素子40の主面40aよりも封止樹脂天面86側に位置している。図4及び図5に示すように、本実施形態では、駆動パッド21は、厚さ方向Zにおいてリード部16の中間部18bと同じ位置である。

10

【0031】

図2に示すように、連結部23は、駆動パッド21のうちの第2封止樹脂側面82側の端部から連続している。連結部23は、横方向Yにおいて駆動パッド21の中央部よりも第4封止樹脂側面84側に位置している。駆動端子22は、ソース端子を構成している。図5に示すように、駆動端子22は、第2封止樹脂側面82の第1傾斜面82aから突出している。

【0032】

図2に示すように、制御リード30は、制御パッド31、制御端子32、及び、制御パッド31と制御端子32とを連結する連結部33を有する。制御パッド31及び連結部33はインナーリード30Bを構成し、制御端子32はアウターリード30Aを構成している。制御パッド31及び連結部33は、縦方向Xにおいて基板10と第2封止樹脂側面82との間に配置されている。制御パッド31及び連結部33は、横方向Yにおいて封止樹脂80の中央部よりも第3封止樹脂側面83側に配置されている。制御リード30は、本実施形態において、Cuよりなる。つまり、制御リード30は、基板10及び駆動リード20と同じ材料により形成されている。

20

【0033】

平面視における制御パッド31の形状は、横方向Yが長辺方向となり、縦方向Xが短辺方向となる略矩形状である。制御パッド31は、横方向Yの両端部である第1端部31a及び第2端部31bを有する。横方向Yにおける制御パッド31の大きさは、横方向Yにおける駆動パッド21の大きさよりも小さい。制御パッド31は、厚さ方向Zにおいて、内側本体部12の主面12aよりも封止樹脂天面86側に位置している。また制御パッド31は、厚さ方向Zにおいて、半導体素子40の主面40aよりも封止樹脂天面86側に位置している。本実施形態では、制御パッド31は、厚さ方向Zにおいてリード部16の中間部18bと同じ位置である。

30

【0034】

連結部33は、制御パッド31のうちの第2封止樹脂側面82側の端部から連続している。連結部33は、横方向Yにおいて制御パッド31のうちの第3封止樹脂側面83寄りに位置している。制御端子32は、ゲート端子を構成している。制御端子32は、第2封止樹脂側面82の第1傾斜面82aから突出している。

40

【0035】

駆動パッド21は、基板10の主面10aと同じ方向を向く接続面24を有している。接続面24には、この接続面24の一部を覆うめっき層71が形成されている。めっき層71は、例えばNi（ニッケル）よりなる。Niよりなるとは、Ni、又はNiを含む合金により形成されていることを意図している。めっき層71は、駆動パッド21の短辺方向、縦方向Xにおいて、駆動パッド21の中央に形成されている。また、めっき層71は、駆動パッド21の長辺方向、つまり横方向Yに沿って、駆動パッド21の第1端部21aから第2端部21bまで延びている。したがって、駆動パッド21の接続面24は、めっき層71により覆われた部分24aと、めっき層71から露出する部分24bとを有している。

50

【0036】

制御パッド31は、基板10の主面10aと同じ方向を向く接続面34を有している。接続面34には、この接続面34の一部を覆うめっき層72が形成されている。めっき層72は、例えばNiよりなる。Niよりなるとは、Ni、又はNiを含む合金により形成されていることを意図している。めっき層72は、制御パッド31の短辺方向、縦方向Xにおいて、制御パッド31の中央に形成されている。また、めっき層72は、制御パッド31の長辺方向、つまり横方向Yに沿って、制御パッド31の第1端部31aから第2端部31bまで延びている。したがって、制御パッド31の接続面34は、めっき層72により覆われた部分34aと、めっき層72から露出する部分34bとを有している。

【0037】

本実施形態において、駆動パッド21に形成されためっき層71と、制御パッド31に形成されためっき層72は、縦方向Xにおいて同じ位置である。また、縦方向Xにおいて、駆動パッド21に形成されためっき層71の幅W71は、制御パッド31に形成されためっき層72の幅W72と等しい。したがって、駆動パッド21に形成されためっき層71と、制御パッド31に形成されためっき層72は、横方向Yから視て互いに重なり合う。

【0038】

なお、本実施形態において、リード部16の中間部18bにおいて、傾斜部18aの側の端部は、駆動パッド21及び制御パッド31と同じ高さに位置している。めっき層71、72は、本実施形態において、例えば、したがって、この中間部18bの上面には、横方向Yから視て、めっき層71、72と重なるめっき層73が形成されている。

【0039】

図4及び図5に示すように、半導体素子40は、内側本体部12の主面12aにはんだSDによって実装されている。図2に示すように、本実施形態では、半導体素子40は、内側本体部12の中央部に配置されている。また、半導体素子40と駆動パッド21とは縦方向Xにずれている。また半導体素子40と制御パッド31とは縦方向Xにずれている。

【0040】

半導体素子40は、炭化シリコン(SiC)チップである。本実施形態では、半導体素子40はSiCMOSFET(metal-oxide-semiconductor field-effect transistor)が用いられている。半導体素子40(SiCMOSFET)は、高速スイッチングが可能な素子である。スイッチング周波数は、例えば1kHz以上かつ数百kHz以下である。

【0041】

半導体素子40は、平板状に形成されている。具体的には、平面視において、半導体素子40の形状は、例えば正形状である。図2及び図4に示すように、半導体素子40は、主面40a、裏面40b、複数の側面40c～側面40fを有する。主面40a及び裏面40bは、厚さ方向Zにおいて互いに反対方向を向いている。主面40aは、封止樹脂天面86に面している。すなわち、主面40aは、基板10の主面10aと同じ方向を向いている。裏面40bは、封止樹脂裏面85に面している。裏面40bは、内側本体部12の主面12aに対向している。側面40cは第1封止樹脂側面81に面し、側面40dは第2封止樹脂側面82に面し、側面40eは第3封止樹脂側面83に面し、側面40fは第4封止樹脂側面84に面している。

【0042】

主面40aには、主面側駆動電極41及び制御電極43が形成されている。主面側駆動電極41及び制御電極43は、半導体素子40の主面40aに形成された主面電極を構成する。裏面40bには、裏面側駆動電極42(図4参照)が形成されている。本実施形態では、主面側駆動電極41がソース電極を構成し、裏面側駆動電極42がドレイン電極を構成している。制御電極43はゲート電極を構成している。裏面側駆動電極42は、はんだSDによって内側本体部12に電氣的に接続されている。はんだSDは、例えば鉛はんだである。

【0043】

半導体素子40は、主面40aに形成されたパッシベーション膜を有する。パッシベ-

10

20

30

40

50

ション膜には、半導体素子40の主面40aの側の電極を主面側駆動電極41及び制御電極43として露出する開口部が形成されている。

【0044】

図1、図2に示すように、半導体装置1は、1本の駆動ワイヤ50と1本の制御ワイヤ60を備える。

本実施形態において、駆動ワイヤ50と制御ワイヤ60は、同一の金属からなる。本実施形態において、駆動ワイヤ50と制御ワイヤ60は、Al（アルミニウム）からなる。Alからなるとは、Al、又はAlを含む合金により形成されていることを意図している。

【0045】

駆動ワイヤ50は、中央付近において長軸方向に垂直な断面形状が円形である。制御ワイヤ60は、中央付近において長軸方向に垂直な断面形状が円形である。駆動ワイヤ50の線径は、制御ワイヤ60の線径よりも大きい。つまり、駆動ワイヤ50は、太径のアルミニウムワイヤである。駆動ワイヤ50の線径は、例えば200 μ m以上600 μ m以下である。制御ワイヤ60の線径は、例えば40 μ m以上100 μ m以下である。

【0046】

駆動ワイヤ50の第1端51は、半導体素子40の主面側駆動電極41に接合され、駆動ワイヤ50の第2端52は、駆動パッド21の接続面24の一部を覆うめっき層71に接合されている。駆動ワイヤ50は、例えば超音波接合により、主面側駆動電極41と駆動パッド21とに接合されている。本実施形態において、駆動ワイヤ50の第2端52の接合部分53は、めっき層71の上面に接合された部分53aと、駆動パッド21の接続面24のうちのめっき層71から露出する部分24bに接合された部分53bとを有している。図6に示すように、めっき層71の上面のうち、駆動ワイヤ50の第2端52とめっき層71とが接合された部分53aの面積は、駆動ワイヤ50の長軸方向に垂直な断面の面積以上である。つまり、めっき層71は、めっき層71に接合される駆動ワイヤ50との間の接合面積を、その駆動ワイヤ50の断面の面積以上とするように縦方向Xの幅W71が設定されている。なお、本実施形態では、接合部分53は、部分53aと、部分53bとを有する例を示しているが、接合部分53が全てめっき層71と接合されるようにめっき層71の幅W71を設定してもよい。

【0047】

図1、図2に示すように、制御ワイヤ60の第1端61は、半導体素子40の制御電極43に接合され、制御ワイヤ60の第2端62は、制御パッド31の接続面34の一部を覆うめっき層72に接合されている。制御ワイヤ60は、例えば超音波接合により、制御電極43と制御パッド31とに接合されている。図6に示すように、本実施形態において、制御ワイヤ60の第2端62の接合部分63は、めっき層72の上面にのみ接合されている。つまり、めっき層72は、接合される制御ワイヤ60の第2端62の接合部分63がはみ出さないように縦方向Xの幅W72が設定されている。

【0048】

〔作用〕

本実施形態の作用について説明する。

本実施形態の半導体装置1は、基板10の主面10aに半導体素子40が実装され、Cuよりなる駆動パッド21及び制御パッド31の接続面24、34には、Niよりなり、接続面24、34の一部を覆うめっき層71、72が形成されている。Alよりなる駆動ワイヤ50の第1端51は、半導体素子40の主面側駆動電極41に接合され、駆動ワイヤ50の第2端52は、駆動パッド21の接続面24の上のめっき層71に接合されている。Alよりなる制御ワイヤ60の第1端61は、半導体素子40の制御電極43に接合され、制御ワイヤ60の第2端62は、制御パッド31の接続面34の上のめっき層72に接合されている。半導体素子40、駆動パッド21及び制御パッド31、めっき層71、72、駆動ワイヤ50及び制御ワイヤ60は、封止樹脂80により封止されている。

【0049】

駆動パッド21の接続面24は、めっき層71により覆われた部分24aと、めっき層

10

20

30

40

50

71から露出する部分24bとを有している。Niよりなるめっき層71は、駆動パッド21から駆動ワイヤ50が離れることを抑制する。Alよりなる駆動ワイヤ50を、Cuよりなる駆動パッド21に直接接合した場合、駆動ワイヤ50と駆動パッド21との間において姿勢される金属間化合物は、熱によって成長が進み、駆動ワイヤ50が駆動パッド21から離れてしまう、等が生じる。したがって、Niよりなるめっき層71は、金属間化合物の生成を防止し、駆動ワイヤ50が駆動パッド21から離れることを抑制する。

【0050】

駆動パッド21の接続面24においてめっき層71から露出する部分24bは、Cuからなる駆動パッド21の表面であり、封止樹脂80との密着性がよい。従って、この部分24bは、駆動パッド21に対する封止樹脂80の剥離を抑制する。封止樹脂80が駆動パッド21から剥離すると、その剥離によって駆動パッド21に接合された駆動ワイヤ50が断線する場合がある。したがって、めっき層71から露出する部分24bは、駆動パッド21に対する封止樹脂80の剥離を抑制し、駆動ワイヤ50の断線を抑制する。

10

【0051】

制御パッド31の接続面34は、めっき層72により覆われた部分34aと、めっき層72から露出する部分34bとを有している。Niよりなるめっき層72は、制御パッド31から制御ワイヤ60が離れることを抑制する。Alよりなる制御ワイヤ60を、Cuよりなる制御パッド31に直接接合した場合、制御ワイヤ60と制御パッド31との間において姿勢される金属間化合物は、熱によって成長が進み、制御ワイヤ60が制御パッド31から離れてしまう、等が生じる。したがって、Niよりなるめっき層72は、金属間化合物の生成を防止し、制御ワイヤ60が制御パッド31から離れることを抑制する。

20

【0052】

制御パッド31の接続面34においてめっき層72から露出する部分34bは、Cuからなる制御パッド31の表面であり、封止樹脂80との密着性がよい。従って、この部分34bは、制御パッド31に対する封止樹脂80の剥離を抑制する。封止樹脂80が制御パッド31から剥離すると、その剥離によって制御パッド31に接合された制御ワイヤ60が断線する場合がある。したがって、めっき層72から露出する部分34bは、制御パッド31に対する封止樹脂80の剥離を抑制し、制御ワイヤ60の断線を抑制する。

【0053】

SiCを含む半導体素子40を備える半導体装置1では、大電流を流すことから、半導体素子40の主面側駆動電極41と駆動パッド21との間にAlよりなる太径の駆動ワイヤ50が用いられている。Au（金）やCuなどのワイヤを用いる場合、電流に応じて複数本のワイヤを接続しなければならず、接続のための工数増加やパッド面積の増加、つまり半導体装置の大型化を招く。これに対し、本実施形態の半導体装置1は、1本の駆動ワイヤ50により、必要となる電流を流すことができ、工数の増加や大型化を抑制できる。

30

【0054】

本実施形態の半導体装置1によれば、以下の効果が得られる。

(1) 基板10の主面10aに半導体素子40が実装され、Cuよりなる駆動パッド21及び制御パッド31の接続面24, 34には、Niよりなり、接続面24, 34の一部を覆うめっき層71, 72が形成されている。Alよりなる駆動ワイヤ50の第1端51は、半導体素子40の主面側駆動電極41に接合され、駆動ワイヤ50の第2端52は、駆動パッド21の接続面24の上のめっき層71に接合されている。Alよりなる制御ワイヤ60の第1端61は、半導体素子40の制御電極43に接合され、制御ワイヤ60の第2端62は、制御パッド31の接続面34の上のめっき層72に接合されている。半導体素子40、駆動パッド21及び制御パッド31、めっき層71, 72、駆動ワイヤ50及び制御ワイヤ60は、封止樹脂80により封止されている。Niよりなるめっき層72により、制御パッド31から制御ワイヤ60が離れることを抑制できる。駆動パッド21の接続面24においてめっき層71から露出する部分24bは、封止樹脂80との密着性がよく、駆動パッド21に対する封止樹脂80の剥離を抑制し、駆動ワイヤ50の断線を抑制できる。また、Niよりなるめっき層71により、駆動パッド21から駆動ワイヤ5

40

50

0が離れることを抑制できる。駆動パッド21の接続面34においてめっき層71から露出する部分24bは、封止樹脂80との密着性がよく、駆動パッド21に対する封止樹脂80の剥離を抑制し、駆動ワイヤ50の断線を抑制できる。

【0055】

(第2実施形態)

図9～図14を参照して、第2実施形態の半導体装置を説明する。

図9に示すように、半導体装置101は、基板110と、駆動リード120と、制御リード130と、半導体素子140と、駆動ワイヤ150と、制御ワイヤ160と、封止樹脂180とを備える。封止樹脂180は、半導体素子140と制御ワイヤ160と駆動ワイヤ150とを封止する。封止樹脂180は、基板110と駆動リード120と制御リード130の一部を露出するように形成されている。

10

【0056】

駆動リード120は、封止樹脂180から突出したアウターリード120A、及び封止樹脂180内に設けられ、アウターリード120Aと電氣的に接続されたインナーリード120Bを有する。本実施形態では、アウターリード120A及びインナーリード120Bは一体化された単一部品である。制御リード130は、封止樹脂180から突出したアウターリード130A、及び封止樹脂180内に設けられ、アウターリード130Aと電氣的に接続されたインナーリード130Bを有する。本実施形態では、アウターリード130A及びインナーリード130Bは一体化された単一部品である。本実施形態の半導体装置101は、パッケージ外形規格(JEITA規格)に規定されたTO(Transistor Outline) - 252のパッケージである。また、半導体装置101は、封止樹脂180の1つの面から駆動リード120のアウターリード120A及び制御リード130のアウターリード130Aがそれぞれ延びる、いわゆるSIP(Single Inline Package)タイプである。

20

【0057】

図9に示すように、封止樹脂180の形状は、直方体である。なお、図9、図10、図14では、便宜上、封止樹脂180を二点鎖線にて示し、封止樹脂180内の部品を実線で示している。

【0058】

封止樹脂180は、電気絶縁性を有する合成樹脂である。一例では、封止樹脂180は、エポキシ樹脂である。封止樹脂180は、第1封止樹脂側面181、第2封止樹脂側面182、第3封止樹脂側面83、第4封止樹脂側面184、封止樹脂裏面185、及び封止樹脂天面186の6面を有する。第1封止樹脂側面181及び第2封止樹脂側面182は、間隔をあけて互いに反対側を向いている。第3封止樹脂側面83及び第4封止樹脂側面184は、間隔をあけて互いに反対側を向いている。封止樹脂裏面185及び封止樹脂天面186は、間隔をあけて互いに反対側を向いている。以降の説明において、封止樹脂裏面185と封止樹脂天面186とが配列される方向を厚さ方向Zとし、第1封止樹脂側面181と第2封止樹脂側面182とが配列される方向を縦方向Xとし、第3封止樹脂側面83と第4封止樹脂側面184とが配列される方向を横方向Yとする。縦方向X及び横方向Yは、厚さ方向Zと直交する方向である。縦方向Xは、横方向Yと直交する方向である。ここで、厚さ方向Zは第1方向に相当し、縦方向Xは第2方向に相当し、横方向Yは第3方向に相当する。

30

40

【0059】

封止樹脂180の形状は、直方体である。封止樹脂180は、電気絶縁性を有する合成樹脂である。一例では、封止樹脂180は、エポキシ樹脂である。封止樹脂180は、第1封止樹脂側面181、第2封止樹脂側面182、第3封止樹脂側面83、第4封止樹脂側面184、封止樹脂裏面185、及び封止樹脂天面186の6面を有する。第1封止樹脂側面181及び第2封止樹脂側面182は、間隔をあけて互いに反対側を向いている。第3封止樹脂側面83及び第4封止樹脂側面184は、間隔をあけて互いに反対側を向いている。封止樹脂裏面185及び封止樹脂天面186は、間隔をあけて互いに反対側を向

50

いている。以降の説明において、封止樹脂裏面 1 8 5 と封止樹脂天面 1 8 6 とが配列される方向を厚さ方向 Z とし、第 1 封止樹脂側面 1 8 1 と第 2 封止樹脂側面 1 8 2 とが配列される方向を縦方向 X とし、第 3 封止樹脂側面 8 3 と第 4 封止樹脂側面 1 8 4 とが配列される方向を横方向 Y とする。縦方向 X 及び横方向 Y は、厚さ方向 Z と直交する方向である。縦方向 X は、横方向 Y と直交する方向である。ここで、縦方向 X は第 1 方向に相当し、横方向 Y は第 2 方向に相当する。

【0060】

図 10 は、半導体装置 1 0 1 を厚さ方向 Z の封止樹脂天面 1 8 6 からみた図である。

図 10 に示すとおり、半導体装置 1 0 1 を厚さ方向 Z の封止樹脂天面 1 8 6 から視て、封止樹脂 1 8 0 の形状は、縦方向 X が長辺方向となり、横方向 Y が短辺方向となる略矩形形状である。厚さ方向 Z から視ることを、以下平面視という。平面視において、第 1 封止樹脂側面 1 8 1 及び第 2 封止樹脂側面 1 8 2 は横方向 Y に沿う側面であり、第 3 封止樹脂側面 8 3 及び第 4 封止樹脂側面 1 8 4 は縦方向 X に沿う側面である。

【0061】

基板 1 1 0 は、厚さ方向 Z において互いに反対側を向く主面 1 1 0 a 及び裏面 1 1 0 b (図 11 参照) を有する。主面 1 1 0 a は、封止樹脂天面 1 8 6 と同じ方向を向き、裏面 1 1 0 b は、封止樹脂裏面 1 8 5 と同じ方向を向いている。基板 1 1 0 は、平板状の基板本体部 1 1 1 と、リード部 1 1 6 とを有する。本実施形態では、基板本体部 1 1 1 とリード部 1 1 6 とが一体化した単一部品である。基板本体部 1 1 1 は、半導体素子 1 4 0 が実装されるダイボンディングパッドである。

【0062】

基板本体部 1 1 1 は、封止樹脂 1 8 0 に覆われた内側本体部 1 1 2 と、封止樹脂 1 8 0 から突出した突出部 1 1 3 とに区分できる。内側本体部 1 1 2 及び突出部 1 1 3 は、縦方向 X に隣り合っている。突出部 1 1 3 は、第 1 封止樹脂側面 1 8 1 から縦方向 X に突出している。本実施形態では、突出部 1 1 3 の横方向 Y の大きさは、内側本体部 1 1 2 の横方向 Y の大きさよりも小さい。なお、突出部 1 1 3 の横方向 Y の大きさは任意に変更可能である。一例では、突出部 1 1 3 の横方向 Y の大きさは、内側本体部 1 1 2 の横方向 Y の大きさと等しくてもよい。

【0063】

平面視において、内側本体部 1 1 2 は、その縦方向 X の中心が封止樹脂 1 8 0 の縦方向 X の中心よりも第 1 封止樹脂側面 1 8 1 寄りとなるように配置されている。内側本体部 1 1 2 は、主面 1 1 2 a、裏面 1 1 2 b (図 11 参照)、第 1 側面 1 1 2 c、第 2 側面 1 1 2 d、及び第 3 側面 1 1 2 e を有する。主面 1 1 2 a と裏面 1 1 2 b とは、厚さ方向 Z において互いに反対側を向いている。主面 1 1 2 a は基板 1 1 0 の主面 1 1 0 a の一部を構成し、裏面 1 1 2 b は基板 1 1 0 の裏面 1 1 0 b を構成している。このため、主面 1 1 2 a は封止樹脂天面 1 8 6 側に面し、裏面 1 1 2 b は封止樹脂裏面 1 8 5 側を面している。また、第 1 側面 1 1 2 c は第 2 封止樹脂側面 1 8 2 に面し、第 2 側面 1 1 2 d は第 3 封止樹脂側面 8 3 に面し、第 3 側面 1 1 2 e は第 4 封止樹脂側面 1 8 4 に面している。第 1 側面 1 1 2 c は横方向 Y に沿って延びている。第 2 側面 1 1 2 d 及び第 3 側面 1 1 2 e は、横方向 Y において間隔をあけて対向している。第 2 側面 1 1 2 d 及び第 3 側面 1 1 2 e は、縦方向 X に沿って延びている。

【0064】

内側本体部 1 1 2 において突出部 1 1 3 側の端部には、幅狭部 1 1 4 が形成されている。幅狭部 1 1 4 は、第 2 側面 1 1 2 d から横方向 Y の第 4 封止樹脂側面 1 8 4 側に向けて凹む凹部 1 1 4 a と、第 3 側面 1 1 2 e から横方向 Y の第 3 封止樹脂側面 8 3 側に向けて凹む凹部 1 1 4 b とによって形成されている。幅狭部 1 1 4 の横方向 Y の大きさは、内側本体部 1 1 2 のうちの幅狭部 1 1 4 以外の部分の横方向 Y の大きさよりも小さい。また幅狭部 1 1 4 の横方向 Y の大きさは、突出部 1 1 3 の横方向 Y の大きさよりも小さい。幅狭部 1 1 4 は、封止樹脂 1 8 0 の第 1 封止樹脂側面 1 8 1 と縦方向 X に隣り合うように設けられている。幅狭部 1 1 4 には、厚さ方向 Z において幅狭部 1 1 4 を貫通している貫通孔

１１５が設けられている。平面視における貫通孔１１５の形状は、横方向Ｙが長手方向となる長円である。

【００６５】

内側本体部１１２は、内側本体部１１２の本体側面から突出するフランジ部１１９ａ，１１９ｂを有している。フランジ部１１９ａは、内側本体部１１２の第２側面１１２ｄから第３封止樹脂側面１８３に向けて突出している。フランジ部１１９ｂは、内側本体部１１２の第３側面１１２ｅから第４封止樹脂側面１８４に向けて突出している。

【００６６】

各フランジ部１１９ａ，１１９ｂはそれぞれ、内側本体部１１２の主面１１２ａと面一となるように設けられている。このため、基板１１０の主面１１０ａは、内側本体部１１２の主面１１２ａと、フランジ部１１９ａ，１１９ｂとによって構成されている。また、フランジ部１１９ａ，１１９ｂはそれぞれ、内側本体部１１２の裏面１１２ｂよりも主面１１２ａ側となるように設けられている。このため、基板１１０の裏面１１０ｂは、内側本体部１１２の裏面１１２ｂによって構成されている。これらのフランジ部１１９ａ，１１９ｂにより、基板１１０と封止樹脂１８０との分離が抑制される。

【００６７】

図１１に示すように、基板１１０の裏面１１０ｂ（内側本体部１１２の裏面１１２ｂ）は、封止樹脂裏面１８５から露出している。これにより、基板１１０の熱を半導体装置１０１の外部へ放熱できる。封止樹脂１８０は、内側本体部１１２の幅狭部１１４の凹部１１４ａ，１１４ｂ及び貫通孔１１５のそれぞれに入り込んでいる。これにより、基板１１０と封止樹脂１８０との分離を一層抑制できる。

【００６８】

図１０及び図１２に示すように、リード部１１６は、内側本体部１１２の第１側面１１２ｃ側の端部から第２封止樹脂側面１８２に向けて延びているとともに第２封止樹脂側面１８２から突出している。リード部１１６は、第２封止樹脂側面１８２から突出した端子部１１７と、端子部１１７と内側本体部１１２とを連結している連結部１１８とに区分できる。

【００６９】

図１０に示すように、連結部１１８は、横方向Ｙにおいて内側本体部１１２の中央部よりも第２側面１１２ｄ側の部分に位置している。連結部１１８は、フランジ部１１９ａから連続している。すなわち、連結部１１８のうちの内側本体部１１２に接続されている部分の厚さは、フランジ部１１９ａ，１１９ｂの厚さよりも厚く、内側本体部１１２の厚さよりも薄い。

【００７０】

図１０、図１２に示すように、連結部１１８は、傾斜部１１８ａを有する。傾斜部１１８ａは、内側本体部１１２の第１側面１１２ｃから第２封止樹脂側面１８２に向かうにつれて封止樹脂天面１８６に向けて傾斜している。連結部１１８のうちの傾斜部１１８ａと端子部１１７との間の中間部１１８ｂは、内側本体部１１２の主面１１２ａよりも封止樹脂天面１８６側に位置している。平面視において、中間部１１８ｂは、第４封止樹脂側面１８４側に屈曲する屈曲部１１８ｃを有する。中間部１１８ｂのうちの第２封止樹脂側面１８２と接触する部分は、横方向Ｙにおいて第２封止樹脂側面１８２の中央部に位置している。

【００７１】

端子部１１７は、第２封止樹脂側面１８２の横方向Ｙの中央部から突出している。厚さ方向Ｚにおいて、端子部１１７の位置は、中間部１１８ｂの位置と同じである。すなわち端子部１１７は、内側本体部１１２の主面１１２ａよりも封止樹脂天面１８６側に位置している。

【００７２】

図１０に示すように、平面視において、基板１１０よりも封止樹脂１８０の第２封止樹脂側面１８２側には、駆動リード１２０及び制御リード１３０が基板１１０に対して縦方

10

20

30

40

50

向Xに離間した状態で配置されている。駆動リード120及び制御リード130は、横方向Yにおいて互いに離間した状態で配置されている。駆動リード120と制御リード130との横方向Yの間には、リード部116が配置されている。

【0073】

駆動リード120は、駆動パッド121、駆動端子122、及び、駆動パッド121と駆動端子122とを連結する連結部1123を有する。駆動パッド121及び連結部1123はインナーリード120Bを構成し、駆動端子122はアウターリード120Aを構成している。駆動パッド121及び連結部1123は、縦方向Xにおいて基板110と第2封止樹脂側面182との間に配置されている。駆動パッド121及び連結部1123は、横方向Yにおいて封止樹脂180の横方向Yの中央部よりも第4封止樹脂側面184側に配置されている。

10

【0074】

平面視における駆動パッド121の形状は、横方向Yが長辺方向となり、縦方向Xが短辺方向となる矩形形状である。図10、図13に示すように、駆動パッド121は、上面121a、下面121b、複数の側面121cを有している。上面121aと下面121bは、厚さ方向Zにおいて互いに反対側を向く。上面121aは、基板110の主面110aと同じ方向を向く。各側面121cは、縦方向Xと横方向Yのいずれかを向く。

【0075】

図13に示すように、駆動パッド121は、厚さ方向Zにおいて、内側本体部112の主面112aよりも封止樹脂天面186側に位置している。また駆動パッド121は、厚さ方向Zにおいて、半導体素子140の主面140aよりも封止樹脂天面186側に位置している。図12及び図13に示すように、本実施形態では、駆動パッド121は、厚さ方向Zにおいてリード部116の中間部118bと同じ位置である。

20

【0076】

図10に示すように、連結部1123は、駆動パッド121のうちの第2封止樹脂側面182側の端部から連続している。連結部1123は、横方向Yにおいて駆動パッド121の中央部よりも第4封止樹脂側面184側に位置している。駆動端子122は、ソース端子を構成している。図13に示すように、駆動端子122は、第2封止樹脂側面182の第1傾斜面182aから突出している。

【0077】

図10に示すように、制御リード130は、制御パッド131、制御端子132、及び、制御パッド131と制御端子132とを連結する連結部1133を有する。制御パッド131及び連結部1133はインナーリード130Bを構成し、制御端子132はアウターリード130Aを構成している。制御パッド131及び連結部1133は、縦方向Xにおいて基板110と第2封止樹脂側面182との間に配置されている。制御パッド131及び連結部1133は、横方向Yにおいて封止樹脂180の中央部よりも第3封止樹脂側面183側に配置されている。

30

【0078】

平面視における制御パッド131の形状は、横方向Yが長辺方向となり、縦方向Xが短辺方向となる略矩形形状である。図10、図13に示すように、制御パッド131は、上面131a、下面131b、複数の側面131cを有している。上面131aと下面131bは、厚さ方向Zにおいて互いに反対側を向く。上面131aは、基板110の主面110aと同じ方向を向く。各側面131cは、縦方向Xと横方向Yのいずれかを向く。

40

【0079】

横方向Yにおける制御パッド131の大きさは、横方向Yにおける駆動パッド121の大きさよりも小さい。制御パッド131は、厚さ方向Zにおいて、内側本体部112の主面112aよりも封止樹脂天面186側に位置している。また制御パッド131は、厚さ方向Zにおいて、半導体素子140の主面140aよりも封止樹脂天面186側に位置している。本実施形態では、制御パッド131は、厚さ方向Zにおいてリード部116の中間部118bと同じ位置である。

50

【0080】

連結部1133は、制御パッド131のうちの第2封止樹脂側面182側の端部から連続している。連結部1133は、横方向Yにおいて制御パッド131のうちの第3封止樹脂側面83寄りに位置している。制御端子132は、ゲート端子を構成している。制御端子132は、第2封止樹脂側面182の第1傾斜面182aから突出している。

【0081】

図12に示すように、基板110は、第1基材（基板基材）201と第1めっき層（基板めっき層）202とを備えている。

第1基材201は、Cu（銅）よりなる。なお、本実施形態において、Cuよりなるとは、Cu、又はCuを含む合金により形成されていることを意図している。第1基材201は、例えば圧延によって形成された金属板を用いて形成される。第1基材201は、金属板をプレス加工して形成された上述のフランジ部119a、119bやリード部116となる部分を有している。第1めっき層202は、第1基材201の表面を覆うように形成されている。第1めっき層202は、Ni（ニッケル）よりなる。Niよりなるとは、Ni、又はNiを含む合金により形成されていることを意図している。

【0082】

第1基材201及び第1めっき層202は、基板110の各部分を形成する。つまり、第1基材201は、平板状の基板本体部111を形成する部分と、リード部116を形成する部分とを備えている。第1基材201を覆う第1めっき層202の表面は、基板110の表面、つまり基板本体部111の各面と、リード部116の各面を形成する。

【0083】

図13に示すように、駆動リード120は、第2基材124と第2めっき層125とを備えている。

第2基材124は、駆動パッド121を形成するパッド部126と、駆動端子122及び連結部123を形成するリード部127とを有している。

【0084】

図10及び図13に示すように、パッド部126は、直方体状に形成されている。パッド部126は、上面126a、下面126b、複数の側面126cを有している。上面126aと下面126bは、厚さ方向Zにおいて互いに反対方向を向く。上面126aは、基板110の主面110aと同じ方向を向く。各側面126cは、縦方向Xと横方向Yのいずれかを向く。第2めっき層125は、パッド部126の表面を覆う、つまりパッド部126の上面126aと下面126bと側面126cとを覆う。したがって、パッド部126を覆う第2めっき層125の表面は、駆動パッド121の上面121aと下面121bと側面121cである。

【0085】

リード部127は、パッド部126から縦方向Xに延び、封止樹脂180から突出している。リード部127は、厚さ方向Zにおいて互いに反対側を向く上面127a及び下面127bと、横方向Yを向く側面127cと、縦方向Xを向く端面127dを有している。端面127dは、封止樹脂180から突出するリード部127の先端の面である。第2めっき層125は、リード部127の上面127aと下面127bと側面127cとを覆うように形成されている。したがって、リード部127を覆う第2めっき層125の表面は、駆動端子122及び連結部123の表面である。

【0086】

本実施形態において、端面127d、つまりリード部127の先端の面である端面127dは、第2めっき層125により覆われていない。つまり、リード部127の端面127dは、第2めっき層125から露出している。言い換えると、駆動端子122の先端面は第2めっき層125から第2基材124が露出している。

【0087】

第2基材124は、Cuよりなる。第2基材124は、第1基材201と同様に、例えば圧延によって形成された金属板を用いて形成される。第2基材124は、金属板をプレ

10

20

30

40

50

ス加工して形成されたパッド部 1 2 6 とリード部 1 2 7 とを有する。第 2 めっき層 1 2 5 は N i よりなる。図 1 5 に示すように、第 2 めっき層 1 2 5 は、表面が第 2 基材 1 2 4 の表面よりも粗い粗面めっき層である。粗面めっき層である第 2 めっき層 1 2 5 は、例えば、駆動リード 1 2 0 を構成する第 2 基材 1 2 4 に電解めっき処理を施すことにより得られる。

【 0 0 8 8 】

図 1 4 に示すように、制御リード 1 3 0 は、第 3 基材 1 3 4 と第 3 めっき層 1 3 5 とを備えている。

第 3 基材 1 3 4 は、制御パッド 1 3 1 を形成するパッド部 1 3 6 と、制御端子 1 3 2 及び連結部 1 3 3 を形成するリード部 1 3 7 とを有している。

【 0 0 8 9 】

図 1 0 及び図 1 3 に示すように、パッド部 1 3 6 は、直方体状に形成されている。パッド部 1 3 6 は、上面 1 2 7 a、下面 1 2 7 b、複数の側面 1 2 7 c を有している。上面 1 2 7 a と下面 1 2 7 b は、厚さ方向において互いに反対方向を向く。上面 1 2 7 a は、基板 1 1 0 の主面 1 1 0 a と同じ方向を向く。各側面 1 2 7 c は、縦方向 X と横方向 Y のいずれかを向く。第 3 めっき層 1 3 5 は、パッド部 1 3 6 の表面を覆う、つまりパッド部 1 3 6 の上面 1 3 6 a と下面 1 3 6 b と側面 1 3 6 c とを覆う。したがって、パッド部 1 3 6 を覆う第 3 めっき層 1 3 5 の表面は、制御パッド 1 3 1 の上面 1 3 1 a と下面 1 3 1 b と側面 1 3 1 c である。

【 0 0 9 0 】

リード部 1 3 7 は、パッド部 1 3 6 から縦方向 X に延び、封止樹脂 1 8 0 から突出している。リード部 1 3 7 は、厚さ方向 Z において互いに反対側を向く上面 1 3 7 a 及び下面 1 3 7 b と、横方向 Y を向く側面 1 3 7 c と、縦方向 X を向く端面 1 3 7 d を有している。端面 1 3 7 d は、封止樹脂 1 8 0 から突出するリード部 1 3 7 の先端の面である。第 3 めっき層 1 3 5 は、リード部 1 3 7 の上面 1 3 7 a と下面 1 3 7 b と側面 1 3 7 c とを覆うように形成されている。したがって、リード部 1 3 7 を覆う第 3 めっき層 1 3 5 の表面は、制御端子 1 3 2 及び連結部 1 3 3 の表面である。

【 0 0 9 1 】

本実施形態において、端面 1 3 7 d、つまりリード部 1 3 7 の先端の面である端面 1 3 7 d は、第 3 めっき層 1 3 5 により覆われていない。つまり、リード部 1 3 7 の端面 1 3 7 d は、第 3 めっき層 1 3 5 から露出している。言い換えると、制御端子 1 3 2 の先端面は第 3 めっき層 1 3 5 から第 3 基材 1 3 4 が露出している。

【 0 0 9 2 】

第 3 基材 1 3 4 は、C u よりなる。第 3 基材 1 3 4 は、第 1 基材 2 0 1 と同様に、例えば圧延によって形成された金属板を用いて形成される。第 3 基材 1 3 4 は、金属板をプレス加工して形成されたパッド部 1 3 6 とリード部 1 3 7 とを有する。第 3 めっき層 1 3 5 は N i よりなる。第 3 めっき層 1 3 5 は、第 2 めっき層 1 2 5 と同様に、表面が第 3 基材 1 3 4 の表面よりも粗い粗面めっき層である。粗面めっき層である第 3 めっき層 1 3 5 は、例えば、制御リード 1 3 0 を構成する第 3 基材 1 3 4 に電解めっき処理を施すことにより得られる。

【 0 0 9 3 】

本実施形態において、基板 1 1 0 を構成する第 1 めっき層 2 0 2 は、第 2、第 3 めっき層 1 2 5、1 3 5 と同様に、基板 1 1 0 を構成する第 1 基材 2 0 1 の表面よりも表面が粗い粗面めっき層である。基板 1 1 0 と駆動リード 1 2 0 と制御リード 1 3 0 は、リードフレームを用いて形成できる。基板 1 1 0 と駆動リード 1 2 0 と制御リード 1 3 0 とを含むリードフレームは、上記の金属板をプレス加工して形成できる。そのリードフレームに対して例えば電解めっき法により粗面めっき層である第 1 めっき層 2 0 2 と第 2 めっき層 1 2 5 と第 3 めっき層 1 3 5 とを形成する。

【 0 0 9 4 】

半導体素子 1 4 0 の実装と、駆動ワイヤ 1 5 0 と制御ワイヤ 1 6 0 の接合と、封止樹脂

10

20

30

40

50

180の形成と、を行った後、リードフレームの所定の箇所を切断して半導体装置101を個片化する。リードフレームの切断により、駆動リード120の端面137dと制御リード130の端面137dとにおいて、第2基材124と第3基材134とが露出する。また、図12に示すように、基板110においても、駆動リード120及び制御リード130と同様に、切断箇所、例えば突出部113において縦方向Xに向かう面において、第1基材201が露出する。また、図9～図11、図12、図13に示すように、駆動リード120と制御リード130は、側面に突出部1120T、130Tを有している。この突出部1120T、130Tは、駆動リード120となる第2基材124と制御リードとなる第3基材134とをリードフレームの枠材に連結する連結部材（タイバー）を切断して残る部分である。この突出部1120T、130Tにおいても、第2基材124と第3

10

【0095】

図12及び図13に示すように、半導体素子140は、内側本体部112の主面112aにはんだSDによって実装されている。図10に示すように、本実施形態では、半導体素子140は、内側本体部112の中央部に配置されている。また、半導体素子140と駆動パッド121とは縦方向Xにずれている。また半導体素子140と制御パッド131とは縦方向Xにずれている。

【0096】

半導体素子140は、炭化シリコン（SiC）チップである。本実施形態では、半導体素子140はSiCMOSFET（metal-oxide-semiconductor field-effect transistor）が用いられている。半導体素子140（SiCMOSFET）は、高速スイッチングが可能な素子である。スイッチング周波数は、例えば1kHz以上かつ数百kHz以下である。

20

【0097】

半導体素子140は、平板状に形成されている。具体的には、平面視において、半導体素子140の形状は、例えば正形状である。図10及び図12に示すように、半導体素子140は、主面140a、裏面140b、複数の側面140c～側面140fを有する。主面140a及び裏面140bは、厚さ方向Zにおいて互いに反対方向を向いている。主面140aは、封止樹脂天面186に面している。すなわち、主面140aは、基板110の主面110aと同じ方向を向いている。裏面140bは、封止樹脂裏面185に面している。裏面140bは、内側本体部112の主面112aに対向している。側面140cは第1封止樹脂側面181に面し、側面140dは第2封止樹脂側面182に面し、側面140eは第3封止樹脂側面83に面し、側面140fは第4封止樹脂側面184に面している。

30

【0098】

主面140aには、主面側駆動電極141及び制御電極143が形成されている。主面側駆動電極141及び制御電極143は、半導体素子140の主面140aに形成された主面電極を構成する。裏面140bには、裏面側駆動電極（裏面電極）142（図12～図14参照）が形成されている。本実施形態では、主面側駆動電極141がソース電極を構成し、裏面側駆動電極142がドレイン電極を構成している。制御電極143はゲート電極を構成している。裏面側駆動電極142は、はんだSDによって内側本体部112に電氣的に接続されている。はんだSDは、例えば鉛はんだである。

40

【0099】

半導体素子140は、主面140aに形成されたパッシベーション膜を有する。パッシベーション膜には、半導体素子140の主面140aの側の電極を主面側駆動電極141及び制御電極143として露出する開口部が形成されている。

【0100】

図9、図10に示すように、半導体装置101は、1本の駆動ワイヤ150と1本の制御ワイヤ160を備える。

本実施形態において、駆動ワイヤ150と制御ワイヤ160は、同一の金属からなる。

50

本実施形態において、駆動ワイヤ150と制御ワイヤ160は、Al（アルミニウム）からなる。Alからなるとは、Al、又はAlを含む合金により形成されていることを意図している。

【0101】

駆動ワイヤ150は、中央付近において長軸方向に垂直な断面形状が円形である。制御ワイヤ160は、中央付近において長軸方向に垂直な断面形状が円形である。駆動ワイヤ150の線径は、制御ワイヤ160の線径よりも大きい。つまり、駆動ワイヤ150は、太径のアルミニウムワイヤである。駆動ワイヤ150の線径は、例えば1200 μ m以上1600 μ m以下である。制御ワイヤ160の線径は、例えば140 μ m以上100 μ m以下である。

10

【0102】

駆動ワイヤ150の第1端151は、半導体素子140の主面側駆動電極141に接合され、駆動ワイヤ150の第2端152は、駆動パッド121の上面121aを形成する第2めっき層125に接合されている。駆動ワイヤ150は、例えば超音波接合により、主面側駆動電極141と駆動パッド121とに接合されている。

【0103】

図9、図10に示すように、制御ワイヤ160の第1端161は、半導体素子140の制御電極143に接合され、制御ワイヤ160の第2端162は、制御パッド131の上面131aを形成する第3めっき層135に接合されている。制御ワイヤ160は、例えば超音波接合により、制御電極143と制御パッド131とに接合されている。

20

【0104】

〔作用〕

本実施形態の作用について説明する。

本実施形態の半導体装置101は、基板110と、基板110に対して縦方向Xに配置された駆動パッド121及び制御パッド131を有している。半導体素子140は、基板110の主面110aに実装されている。Alよりなる駆動ワイヤ150の第1端151は、半導体素子140の主面側駆動電極141に接合され、駆動ワイヤ150の第2端152は、駆動パッド121に接合されている。Alよりなる制御ワイヤ160の第1端161は、半導体素子140の制御電極143に接合され、制御ワイヤ160の第2端162は、制御パッド131に接合されている。駆動パッド121は、Cuよりなる第2基材124と、Niからなり、第2基材124の表面を覆う第2めっき層125とを備えている。制御パッド131は、Cuよりなる第3基材134と、Niからなり、第2基材124の表面を覆う第3めっき層135とを備えている。第2めっき層125は、その表面が第2基材124の表面より粗い粗面めっき層である。第3めっき層135は、その表面が第3基材134の表面よりも粗い粗面めっき層である。半導体素子140、駆動パッド121及び制御パッド131、駆動ワイヤ150及び制御ワイヤ160は、封止樹脂180により封止されている。

30

【0105】

Niよりなる第2めっき層125は、駆動パッド121から駆動ワイヤ150が離れることを抑制する。駆動パッド121をCuのみから構成した場合、Alよりなる駆動ワイヤ150と駆動パッド121との間において生成される金属間化合物は、熱によって成長が進み、駆動ワイヤ150が駆動パッド121から離れてしまう、等が生じる。したがって、Niよりなる第2めっき層125は、金属間化合物の生成を防止し、駆動ワイヤ150が駆動パッド121から離れることを抑制する。

40

【0106】

駆動パッド121を構成する第2めっき層125は、第2めっき層125の表面が、駆動パッド121を構成する第2基材124の表面よりも粗い粗面めっき層である。したがって、この第2めっき層125の表面は、駆動パッド121を封止する封止樹脂180との間の密着性がよい。したがって、第2めっき層125は、駆動パッド121に対する封止樹脂180の剥離を抑制する。封止樹脂180が駆動パッド121から剥離すると、そ

50

の剥離によって駆動パッド１２１に接合された駆動ワイヤ１５０が断線する場合がある。したがって、第２めっき層１２５は、駆動パッド１２１に対する封止樹脂１８０の剥離を抑制し、駆動ワイヤ１５０の断線を抑制する。

【０１０７】

Niよりなる第３めっき層１３５は、制御パッド１３１から制御ワイヤ１６０が離れることを抑制する。制御パッド１３１をCuのみから構成した場合、Alよりなる制御ワイヤ１６０と制御パッド１３１との間において生成される金属間化合物は、熱によって成長が進み、制御ワイヤ１６０が制御パッド１３１から離れてしまう、等が生じる。したがって、Niよりなる第３めっき層１３５は、金属間化合物の生成を防止し、制御ワイヤ１６０が制御パッド１３１から離れることを抑制する。

10

【０１０８】

制御パッド１３１を構成する第３めっき層１３５は、第３めっき層１３５の表面が、制御パッド１３１を構成する第３基材１３４の表面よりも粗い粗面めっき層である。したがって、この第３めっき層１３５の表面は、制御パッド１３１を封止する封止樹脂１８０との間の密着性がよい。したがって、第３めっき層１３５は、制御パッド１３１に対する封止樹脂１８０の剥離を抑制する。封止樹脂１８０が制御パッド１３１から剥離すると、その剥離によって制御パッド１３１に接合された制御ワイヤ１６０が断線する場合がある。したがって、第３めっき層１３５は、制御パッド１３１に対する封止樹脂１８０の剥離を抑制し、制御ワイヤ１６０の断線を抑制する。

【０１０９】

20

SiCを含む半導体素子１４０を備える半導体装置１０１では、大電流を流すことから、半導体素子１４０の主面側駆動電極１４１と駆動パッド１２１との間にAlよりなる太径の駆動ワイヤ１５０が用いられている。Au（金）やCuなどのワイヤを用いる場合、電流に応じて複数本のワイヤを接続しなければならず、接続のための工数増加やパッド面積の増加、つまり半導体装置の大型化を招く。これに対し、本実施形態の半導体装置１０１は、１本の駆動ワイヤ１５０により、必要となる電流を流すことができ、工数の増加や大型化を抑制できる。

【０１１０】

本実施形態の半導体装置１０１によれば、以下の効果が得られる。

（２－１）Niよりなる第２めっき層１２５は、駆動パッド１２１から駆動ワイヤ１５０が離れることを抑制する。駆動パッド１２１をCuのみから構成した場合、Alよりなる駆動ワイヤ１５０と駆動パッド１２１との間において生成される金属間化合物は、熱によって成長が進み、駆動ワイヤ１５０が駆動パッド１２１から離れてしまう、等が生じる。したがって、Niよりなる第２めっき層１２５は、金属間化合物の生成を防止し、駆動ワイヤ１５０が駆動パッド１２１から離れることを抑制できる。

30

【０１１１】

（２－２）駆動パッド１２１を構成する第２めっき層１２５は、第２めっき層１２５の表面が、駆動パッド１２１を構成する第２基材１２４の表面よりも粗い粗面めっき層である。したがって、この第２めっき層１２５の表面は、駆動パッド１２１を封止する封止樹脂１８０との間の密着性がよい。したがって、第２めっき層１２５は、駆動パッド１２１に対する封止樹脂１８０の剥離を抑制する。封止樹脂１８０が駆動パッド１２１から剥離すると、その剥離によって駆動パッド１２１に接合された駆動ワイヤ１５０が断線する場合がある。したがって、第２めっき層１２５は、駆動パッド１２１に対する封止樹脂１８０の剥離を抑制し、駆動ワイヤ１５０の断線を抑制できる。

40

【０１１２】

（２－３）Niよりなる第３めっき層１３５は、制御パッド１３１から制御ワイヤ１６０が離れることを抑制する。制御パッド１３１をCuのみから構成した場合、Alよりなる制御ワイヤ１６０と制御パッド１３１との間において生成される金属間化合物は、熱によって成長が進み、制御ワイヤ１６０が制御パッド１３１から離れてしまう、等が生じる。したがって、Niよりなる第３めっき層１３５は、金属間化合物の生成を防止し、制御

50

ワイヤ１６０が制御パッド１３１から離れることを抑制できる。

【０１１３】

（２－４）制御パッド１３１を構成する第３めっき層１３５は、第３めっき層１３５の表面が、制御パッド１３１を構成する第３基材１３４の表面よりも粗い粗面めっき層である。したがって、この第３めっき層１３５の表面は、制御パッド１３１を封止する封止樹脂１８０との間の密着性がよい。したがって、第３めっき層１３５は、制御パッド１３１に対する封止樹脂１８０の剥離を抑制する。封止樹脂１８０が制御パッド１３１から剥離すると、その剥離によって制御パッド１３１に接合された制御ワイヤ１６０が断線する場合がある。したがって、第３めっき層１３５は、制御パッド１３１に対する封止樹脂１８０の剥離を抑制し、制御ワイヤ１６０の断線を抑制できる。

10

【０１１４】

（２－５）ＳｉＣを含む半導体素子１４０を備える半導体装置１０１では、大電流を流すことから、半導体素子１４０の主面側駆動電極１４１と駆動パッド１２１との間にＡｌよりなる太径の駆動ワイヤ１５０が用いられている。Ａｕ（金）やＣｕなどのワイヤを用いる場合、電流に応じて複数本のワイヤを接続しなければならず、接続のための工数増加やパッド面積の増加、つまり半導体装置の大型化を招く。これに対し、本実施形態の半導体装置１０１は、１本の駆動ワイヤ１５０により、必要となる電流を流すことができ、工数の増加や大型化を抑制できる。

【０１１５】

（変更例）

20

上記各実施形態の半導体装置は例えば以下のように変更できる。上記実施形態と以下の各変更例は、技術的な矛盾が生じない限り、互いに組み合わせることができる。なお、以下の変更例において、上記実施形態と共通する部分については、上記実施形態と同一の符号を付してその説明を省略する。

【０１１６】

・第１実施形態の半導体装置１において、図１に示すめっき層７１～７３を、表面が基材である駆動パッド２１，３１の表面、たとえば接続面２４，３４よりも粗い粗面めっき層としてもよい。これらのめっき層７１～７３の表面は、駆動パッド２１，３１および連結部１８を封止する封止樹脂８０との間の密着性がよい。したがって、めっき層７１～７３は、駆動パッド２１，３１および連結部１８に対する封止樹脂８０の剥離を抑制する。封止樹脂８０が駆動パッド２１，３１から剥離すると、その剥離によって駆動パッド２１，３１に接合されたワイヤ５０，６０が断線する場合がある。したがって、めっき層７１，７２は、駆動パッド２１，３１に対する封止樹脂８０の剥離を抑制し、ワイヤ５０，６０の断線を抑制する。

30

【０１１７】

・駆動ワイヤ５０の本数は、半導体装置１に必要な電流量に応じて、２本以上とすることもできる。この場合であっても、駆動ワイヤ５０の本数は、ＡｕやＣｕのワイヤを用いる場合と比べて本数が遙かに少ないため、やはり工数の増加や大型化を抑制できる。この場合、図８に示すように、複数本の駆動ワイヤ５０のそれぞれの第２端５２の接合部分５３が、めっき層７１の上面に接合された部分５３ａと、駆動パッド２１の接続面２４のうちのめっき層７１から露出する部分２４ｂに接合された部分５３ｂとを有していてもよい。また、複数の駆動ワイヤ５０のそれぞれの接合部分５３が全てめっき層７１と接合されるようにめっき層７１の幅Ｗ７１を設定してもよい。

40

【０１１８】

・めっき層７１は、図７に示すように、駆動パッド２１の中央部分を覆うようにしてもよい。同様に、めっき層７２は、制御パッド３１の中央部分を覆うようにしてもよい。

・リード部１６にめっき層７３は省略されてもよい。

【０１１９】

・駆動パッド２１のめっき層７１の幅Ｗ７１と、制御パッド３１のめっき層７２との幅Ｗ７２とを、互いに異なるようにしてもよい。例えば、駆動ワイヤ５０の第２端５２の接

50

合部分 53 がめっき層 71 からはみ出さないようにしてもよい。また、縦方向 X において、駆動パッド 21 の端部までめっき層 71 により接続面 24 を覆うようにしてもよい。

【0120】

・駆動ワイヤ 150 の本数は、半導体装置 101 に必要な電流量に応じて、2 本以上とすることもできる。この場合であっても、駆動ワイヤ 150 の本数は、Au や Cu のワイヤを用いる場合と比べて本数が遙かに少ないため、やはり工数の増加や大型化を抑制できる。

【0121】

・第 2 めっき層 125 は、第 2 基材 124 のパッド部 126 の上面 126a の一部又は全部を覆うように形成されてもよい。同様に、第 3 めっき層 135 は、第 3 基材 134 のパッド部 136 の上面 136a の一部又は全部を覆うように形成されてもよい。

【0122】

- ・基板 110 の第 1 めっき層 202 は省略されてもよい。
- ・半導体素子 40、140 を、ダイオードや LSI としてもよい。

(付記)

上記各実施形態及び上記各変更例から把握できる技術的思想を以下に記載する。

【0123】

(付記 1)

主面を有する基板と、
前記主面に実装され、前記主面と同じ方向を向く主面電極を有する半導体素子と、
Cu よりなり、前記基板に対して前記主面と平行な第 1 方向に前記基板に対して離間して配置され、前記主面と同じ方向を向く接続面を有する接続パッドと、
Ni よりなり、前記接続面の一部を覆うめっき層と、
Al よりなり、第 1 端が前記主面電極に接合され、第 2 端が前記めっき層に接合されたワイヤと、
前記半導体素子、前記接続パッド、めっき層、及び前記ワイヤを封止する封止樹脂と、
を備えた半導体装置。

【0124】

(付記 2)

前記主面電極は、制御電極と駆動電極とを含み、
前記接続パッドは、前記基板に対して前記主面と平行な第 1 方向に前記基板と離間して配置され、前記主面と平行かつ前記第 1 方向と直交する第 2 方向に沿って互いに離間して配列された制御パッド及び駆動パッドとを含み、
前記ワイヤは、前記制御電極と前記制御パッドとを接続する制御ワイヤと、前記駆動電極と前記駆動パッドとを接続する駆動ワイヤとを含む、
付記 1 に記載の半導体装置。

【0125】

(付記 3)

前記制御ワイヤの線径は、前記駆動ワイヤの線径よりも小さい、付記 2 に記載の半導体装置。

【0126】

(付記 4)

前記制御ワイヤの線径は、40 μm 以上 100 μm 以下であり、
前記駆動ワイヤの線径は、200 μm 以上 600 μm 以下である、
付記 3 に記載の半導体装置。

【0127】

(付記 5)

前記制御パッドに接合された前記制御ワイヤの接合部は、前記制御パッドの上のめっき層の上に形成され、
前記駆動パッドに接合された前記制御ワイヤの接合部は、前記駆動パッドの上のめっき

10

20

30

40

50

層から前記駆動パッドの前記接続面にはみ出して形成されている、

付記 2 から付記 4 のいずれか一項に記載の半導体装置。

【0128】

(付記 6)

前記駆動ワイヤの前記接合部において、前記めっき層の上面に接合された部分の面積は、前記駆動ワイヤの断面の面積以上である、付記 5 に記載の半導体装置。

【0129】

(付記 7)

前記制御パッドの前記接続面は、前記めっき層により覆われた部分と、前記めっき層から露出する部分とを有する、付記 2 から付記 6 のうちのいずれか一項に記載の半導体装置。

【0130】

(付記 8)

前記駆動パッドの前記接続面は、全体が前記めっき層により覆われている、付記 2 から付記 7 のうちのいずれか一項に記載の半導体装置。

【0131】

(付記 9)

前記ワイヤは、超音波接合によって前記接続パッドに接合されている、付記 1 から付記 8 のうちのいずれか一項に記載の半導体装置。

【0132】

(付記 10)

前記半導体素子は、前記主面電極と反対側を向く裏面電極を有し、

前記基板は、Cu よりなり、

前記裏面電極は、はんだにより前記基板に接続されている、

付記 1 から付記 9 のうちのいずれか一項に記載の半導体装置。

【0133】

(付記 11)

前記めっき層は、表面が前記基材の前記上面よりも粗い粗面めっき層である、付記 1 から付記 10 のうちのいずれか一項に記載の半導体装置。

【0134】

(付記 12)

主面を有する基板と、

前記主面に実装され、前記主面と同じ方向を向く主面電極を有する半導体素子と、

前記基板に対して前記主面と平行な第 1 方向に前記基板に対して離間して配置された接続パッドと、

前記主面電極に第 1 端が接合され、前記接続パッドに第 2 端が接合されたワイヤと、

前記半導体素子、前記接続パッド、及び前記ワイヤを封止する封止樹脂と、

を備え、

前記ワイヤは Al よりなり、

前記接続パッドは、

Cu よりなり、前記主面と同じ方向を向く上面を有する基材と、

Ni よりなり、前記基材の前記上面を覆うめっき層と、

を有し、

前記めっき層は、表面が前記基材の前記上面よりも粗い粗面めっき層である、

半導体装置。

【0135】

(付記 13)

前記基材は、前記主面と反対側を向く裏面と、前記主面と前記裏面との間の側面とを有し、

前記めっき層は、前記基材の前記主面と前記裏面と前記側面とを覆う、

付記 12 に記載の半導体装置。

10

20

30

40

50

【0136】

(付記14)

前記接続パッドから前記第1方向に沿って延び、前記封止樹脂の第1側面から突出する端子を備え、

前記基材は、前記接続パッドを構成するパッド部と、前記端子を構成するリード部とを備え、

前記めっき層は、前記パッド部と前記リード部の表面を覆う、

付記12又は付記13に記載の半導体装置。

【0137】

(付記15)

前記端子の端面は、前記基材が露出している、付記14に記載の半導体装置。

(付記16)

前記基板は、Cuよりなる基板基材と、前記基板基材の表面を覆う基板めっき層とを備え、

前記基板めっき層の表面は、前記基板基材の表面よりも粗い粗面めっき層である、

付記12から付記15のいずれか一項に記載の半導体装置。

【0138】

(付記17)

前記ワイヤは、超音波接合によって前記接続パッドに接合されている、付記12から付記16のうちのいずれか一項に記載の半導体装置。

【0139】

(付記18)

前記半導体素子はトランジスタであり、前記主面電極は、制御電極と駆動電極とを含み、前記接続パッドは、前記基板に対して前記主面と平行な第1方向に前記基板と離間して配置され、前記主面と平行かつ前記第1方向と直交する第2方向に沿って互いに離間して配列された制御パッド及び駆動パッドとを含み、

前記ワイヤは、前記制御電極と前記制御パッドとを接続する制御ワイヤと、前記駆動電極と前記駆動パッドとを接続する駆動ワイヤとを含む、

付記12から付記17のいずれか一項に記載の半導体装置。

【0140】

(付記19)

前記制御ワイヤの線径は、前記駆動ワイヤの線径よりも小さい、付記18に記載の半導体装置。

【0141】

(付記20)

前記制御ワイヤの線径は、40 μm 以上100 μm 以下であり、

前記駆動ワイヤの線径は、200 μm 以上600 μm 以下である、

付記18又は付記19に記載の半導体装置。

【0142】

(付記21)

前記基板は、Cuよりなるフレームと、前記フレームの表面を覆う粗面めっき層と、を含む、付記12から付記20のいずれか一項に記載の半導体装置。

【0143】

(付記22)

前記基板は、前記主面と反対側を向く裏面を有し、

前記裏面は、前記封止樹脂から露出している、

付記12から付記21のいずれか一項に記載の半導体装置。

【0144】

(付記23)

前記半導体素子は、前記主面電極と反対側を向く裏面電極を有し、

10

20

30

40

50

前記裏面電極は、はんだにより前記基板に接続されている、
付記 12 から付記 22 のうちのいずれか一項に記載の半導体装置。

【0145】

(付記 24)

前記半導体素子は、Si チップ、又は SiC チップである、付記 1 から付記 23 のうちのいずれか一項に記載の半導体装置。

【符号の説明】

【0146】

1	半導体装置	
10	基板	10
10a	主面	
10b	裏面	
11	基板本体部	
12	内側本体部	
12a	主面	
12b	裏面	
12c	第1側面	
12d	第2側面	
12e	第3側面	
13	突出部	20
14	幅狭部	
14a	凹部	
14b	凹部	
15	貫通孔	
16	リード部	
17	端子部	
18	連結部	
18a	傾斜部	
18b	中間部	
18c	屈曲部	30
19a	フランジ部	
19b	フランジ部	
20	駆動リード	
20A	アウターリード	
20B	インナーリード	
21	駆動パッド	
21a	第1端部	
21b	第2端部	
22	駆動端子	
23	連結部	40
24	接続面	
24a	部分	
24b	部分	
30	制御リード	
30A	アウターリード	
30B	インナーリード	
31	制御パッド	
31a	第1端部	
31b	第2端部	
32	制御端子	50

3 3	連結部	
3 4	接続面	
3 4 a	部分	
3 4 b	部分	
4 0	半導体素子	
4 0 a	主面	
4 0 b	裏面	
4 0 c	側面	
4 0 d	側面	
4 0 e	側面	10
4 0 f	側面	
4 1	主面側駆動電極（主面電極）	
4 2	裏面側駆動電極（裏面電極）	
4 3	制御電極（主面電極）	
5 0	駆動ワイヤ	
5 1	第1端	
5 2	第2端	
5 3	接合部分	
5 3 a	部分	
5 3 b	部分	20
6 0	制御ワイヤ	
6 1	第1端	
6 2	第2端	
7 1～7 3	めっき層	
8 0	封止樹脂	
8 1	第1封止樹脂側面	
8 2	第2封止樹脂側面	
8 2 a	第1傾斜面	
8 3	第3封止樹脂側面	
8 4	第4封止樹脂側面	30
8 5	封止樹脂裏面	
8 6	封止樹脂天面	
1 0 1	半導体装置	
1 1 0	基板	
1 1 0 a	主面	
1 1 0 b	裏面	
1 1 1	基板本体部	
1 1 2	内側本体部	
1 1 2 a	主面	
1 1 2 b	裏面	40
1 1 2 c	第1側面	
1 1 2 d	第2側面	
1 1 2 e	第3側面	
1 1 3	突出部	
1 1 4	幅狭部	
1 1 4 a	凹部	
1 1 4 b	凹部	
1 1 5	貫通孔	
1 1 6	リード部	
1 1 7	端子部	50

1 1 8	連結部	
1 1 8 a	傾斜部	
1 1 8 b	中間部	
1 1 8 c	屈曲部	
1 1 9 a	フランジ部	
1 1 9 b	フランジ部	
1 2 0	駆動リード	
1 2 0 A	アウターリード	
1 2 0 B	インナーリード	
1 2 0 T	突出部	10
1 2 1	駆動パッド	
1 2 1 a	上面	
1 2 1 b	下面	
1 2 1 c	側面	
1 2 2	駆動端子	
1 2 3	連結部	
1 2 4	第2基材	
1 2 5	第2めっき層	
1 2 6	パッド部	
1 2 6 a	上面	20
1 2 6 b	下面	
1 2 6 c	側面	
1 2 7	リード部	
1 2 7 a	上面	
1 2 7 b	下面	
1 2 7 c	側面	
1 2 7 d	端面	
1 3 0	制御リード	
1 3 0 A	アウターリード	
1 3 0 B	インナーリード	30
1 3 0 T	突出部	
1 3 1	制御パッド	
1 3 1 a	上面	
1 3 1 b	下面	
1 3 1 c	側面	
1 3 2	制御端子	
1 3 3	連結部	
1 3 4	第3基材	
1 3 5	第3めっき層	
1 3 6	パッド部	40
1 3 6 a	上面	
1 3 6 b	下面	
1 3 6 c	側面	
1 3 7	リード部	
1 3 7 a	上面	
1 3 7 b	下面	
1 3 7 c	側面	
1 3 7 d	端面	
1 4 0	半導体素子	
1 4 0 a	主面	50

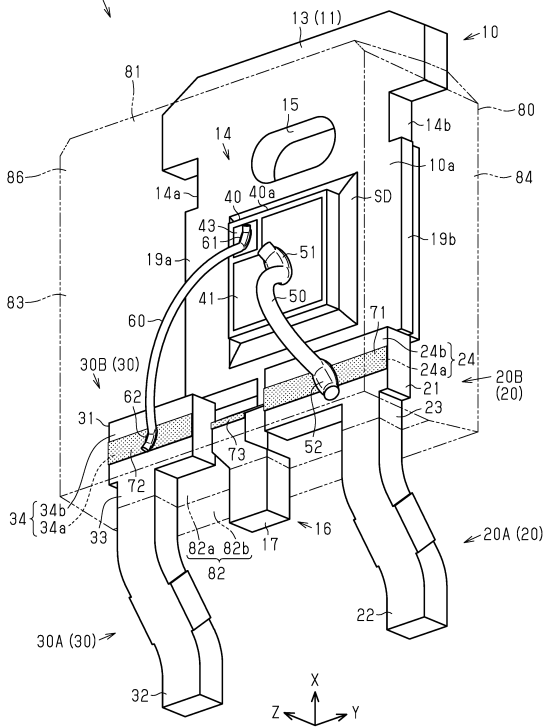
1 4 0 b	裏面	
1 4 0 c	側面	
1 4 0 d	側面	
1 4 0 e	側面	
1 4 0 f	側面	
1 4 1	主面側駆動電極	
1 4 2	裏面側駆動電極	
1 4 3	制御電極	
1 5 0	駆動ワイヤ	
1 5 1	第 1 端	10
1 5 2	第 2 端	
1 5 4	第 3 封止樹脂側面	
1 6 0	制御ワイヤ	
1 6 1	第 1 端	
1 6 2	第 2 端	
1 8 0	封止樹脂	
1 8 1	第 1 封止樹脂側面	
1 8 2	第 2 封止樹脂側面	
1 8 2 a	第 1 傾斜面	
1 8 3	第 3 封止樹脂側面	20
1 8 4	第 4 封止樹脂側面	
1 8 5	封止樹脂裏面	
1 8 6	封止樹脂天面	
2 0 1	第 1 基材	
2 0 2	第 1 めっき層	
W 7 1 , W 7 2	幅	
X	縦方向	
Y	横方向	
Z	厚さ方向	

30

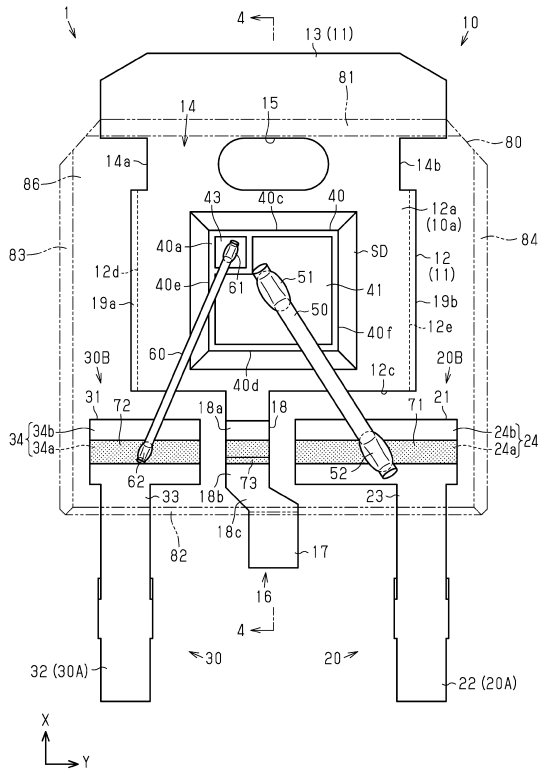
40

50

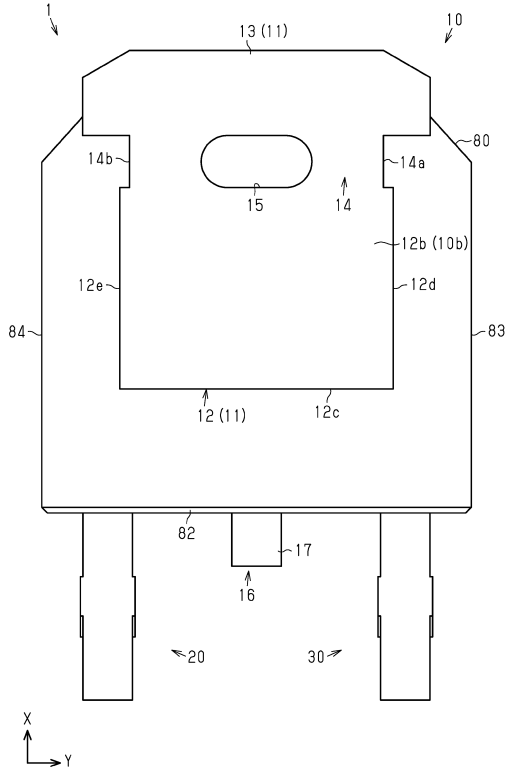
【図面】
【図 1】



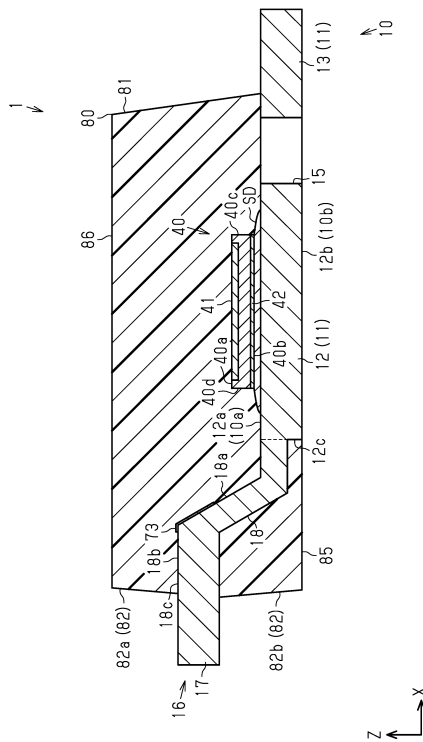
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

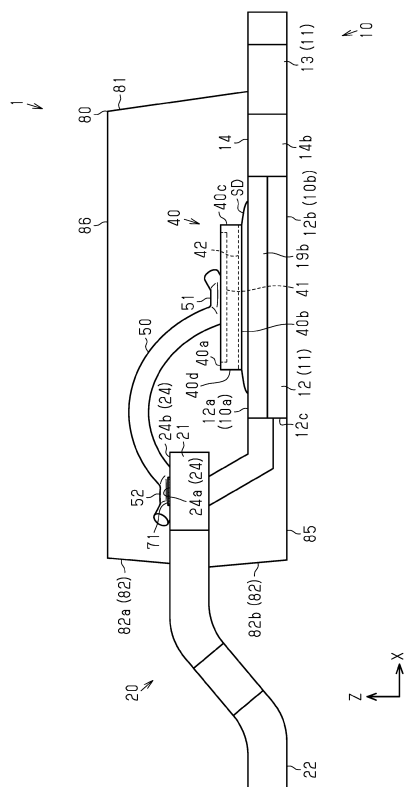
20

30

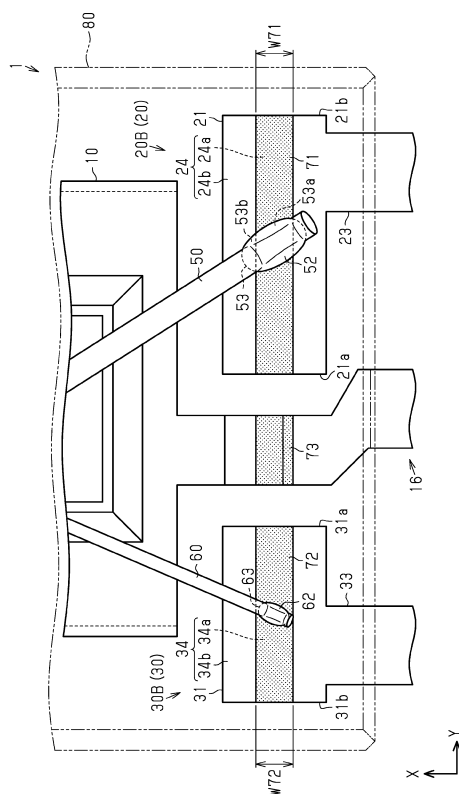
40

50

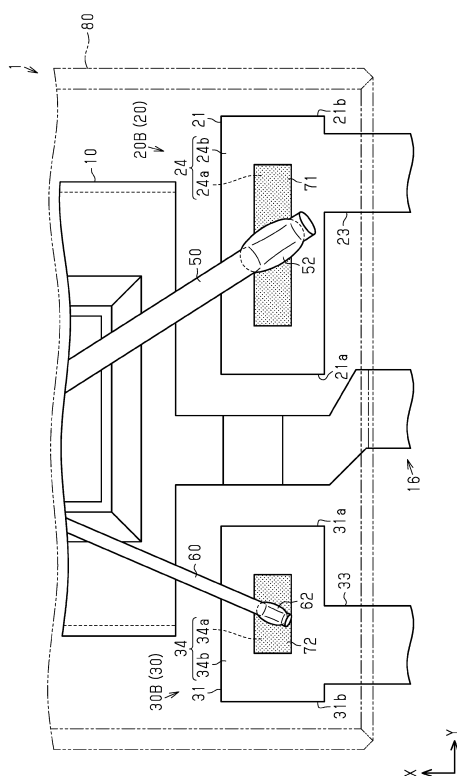
【図 5】



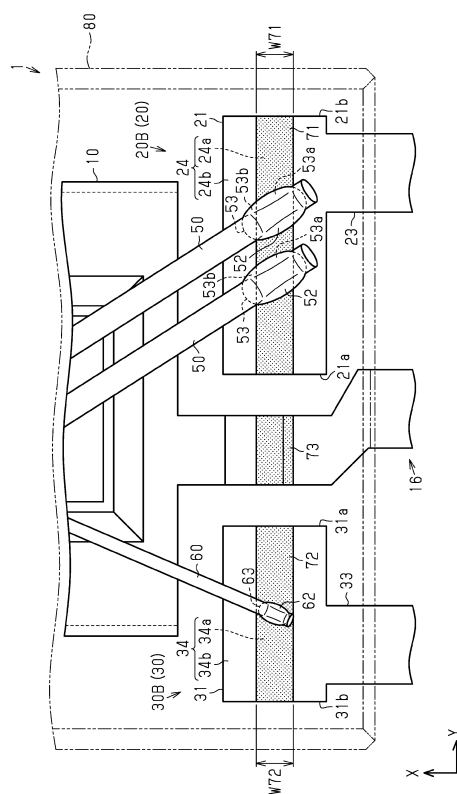
【圖 6】



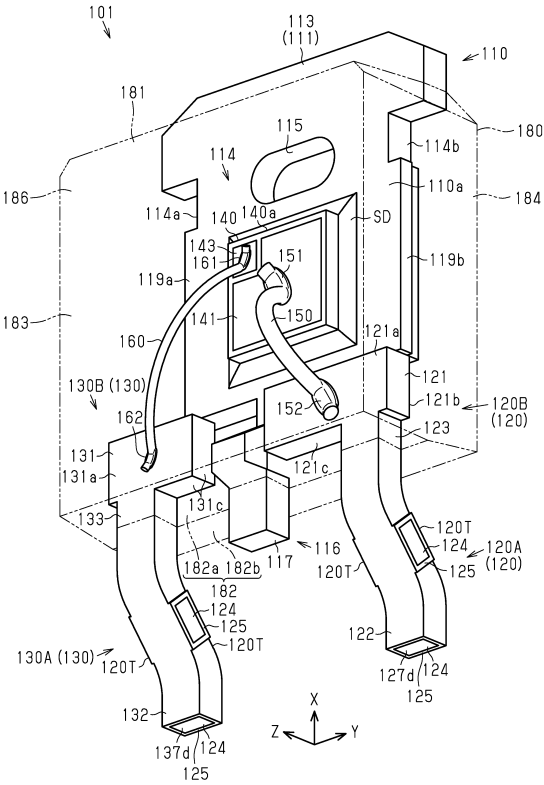
【圖 7】



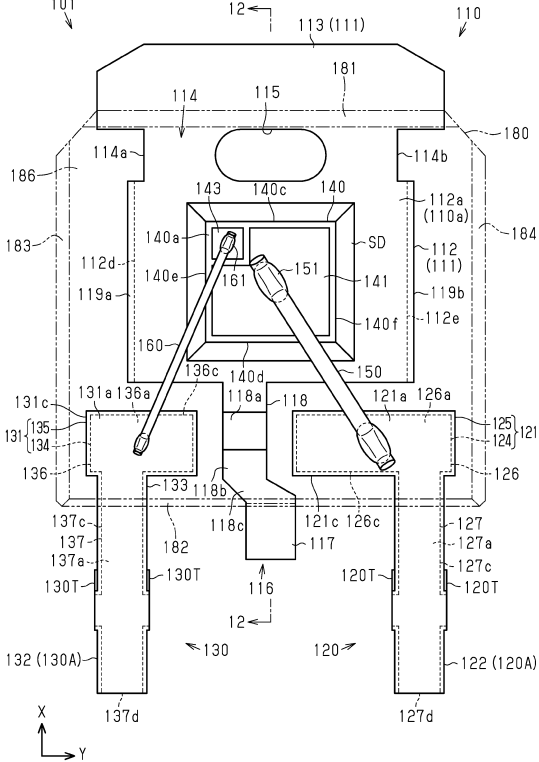
【図 8】



【図 9】



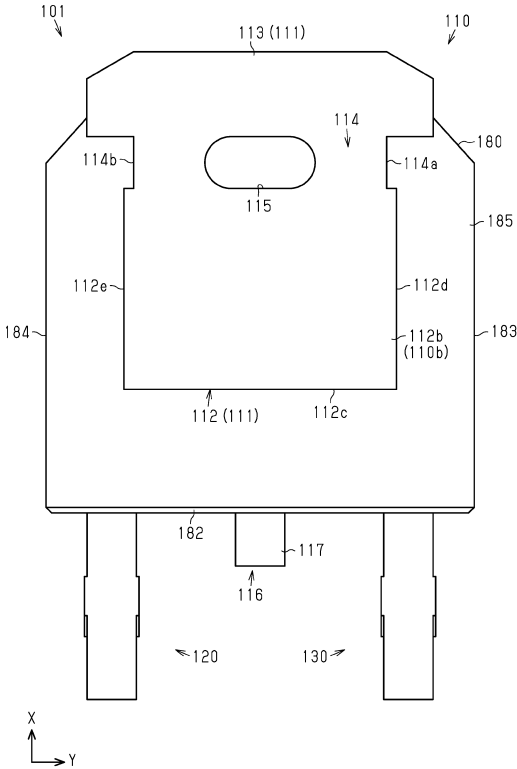
【図 10】



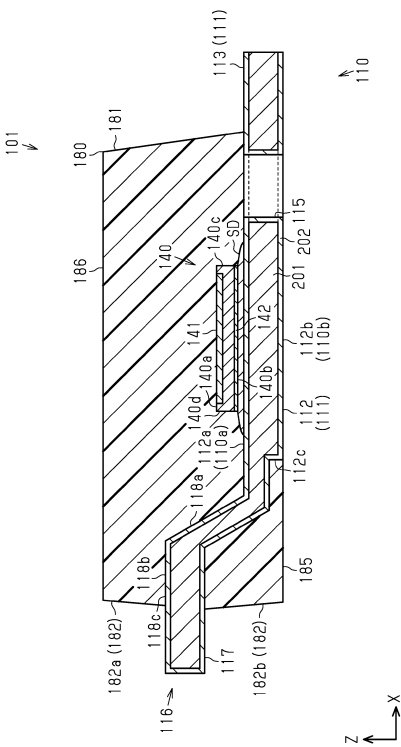
10

20

【図 11】



【図 12】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 08-264697 (JP, A)
 特開 2017-208434 (JP, A)
 国際公開第 2015/151273 (WO, A1)
 国際公開第 2014/128899 (WO, A1)
 特開 2016-056451 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 H01L 23/48