

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2023-134143

(P2023-134143A)

(43)公開日 令和5年9月27日(2023.9.27)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 25/07 (2006.01)	H 0 1 L 25/04 C	5 F 1 3 6
H 0 1 L 23/12 (2006.01)	H 0 1 L 23/12 F	
H 0 1 L 23/473 (2006.01)	H 0 1 L 23/46 Z	
H 0 1 L 23/36 (2006.01)	H 0 1 L 23/36 C	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全17頁)

(21)出願番号	特願2022-39505(P2022-39505)	(71)出願人	000005234 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号
(22)出願日	令和4年3月14日(2022.3.14)	(74)代理人	100121083 弁理士 青木 宏義
		(74)代理人	100138391 弁理士 天田 昌行
		(74)代理人	100132067 弁理士 岡田 喜雅
		(72)発明者	脇山 智之 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
		F ターム(参考)	5F136 BB04 BC03 CB06 DA27 FA02 FA03 FA13 FA14 FA16 FA18

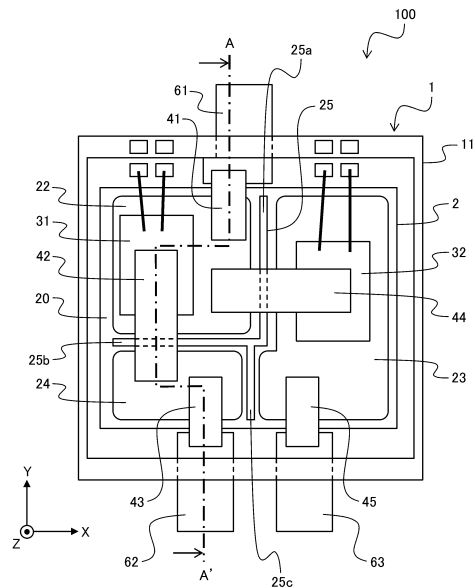
(54)【発明の名称】 半導体モジュール、半導体装置、及び車両

(57)【要約】

【課題】セラミックス基板の表面上で隣接する導体パターン間の絶縁を担保する

【解決手段】半導体モジュール(1)は、セラミックス基板(20)の第1の表面(20a)に導体パターン(22~24)が設けられた配線板(2)と、配線板におけるセラミックス基板の第1の表面上に配置された半導体素子(31、32)と、配線板及び半導体素子を封止する封止絶縁体(5)と、を含み、配線板は、セラミックス基板の第1の表面のうちの隣接する導体パターンの間隙(G)の部分に、間隙の延伸方向に沿って延伸し、間隙の部分におけるセラミックス基板と封止絶縁体とが接触した領域を分離する絶縁部材(25)を備える。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

セラミックス基板の第 1 の表面に導体パターンが設けられた配線板と、
前記配線板における前記セラミックス基板の前記第 1 の表面上に配置された半導体素子と、

前記配線板及び前記半導体素子を封止する封止絶縁体と、
を含み、

前記配線板は、前記セラミックス基板の前記第 1 の表面のうちの隣接する導体パターンの間隙の部分に、前記間隙の延伸方向に沿って延伸し、前記間隙の部分における前記セラミックス基板と前記封止絶縁体とが接触した領域を分離する絶縁部材を備える、
半導体モジュール。 10

【請求項 2】

前記絶縁部材は、絶縁性の接着剤により前記セラミックス基板に接着されている、請求項 1 に記載の半導体モジュール。

【請求項 3】

前記絶縁部材は、前記セラミックス基板の前記第 1 の表面から遠方側の端部に、前記導体パターンに向けて突出したヒレ部を有する、請求項 1 又は請求項 2 に記載の半導体モジュール。

【請求項 4】

前記絶縁部材は、前記セラミックス基板の前記第 1 の表面と対向する端部側に、前記導体パターンに向けて突出したヒレ部を有する、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の半導体モジュール。 20

【請求項 5】

前記絶縁部材は、単一の部材である、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の半導体モジュール。

【請求項 6】

前記絶縁部材は、別個に設けられた複数の分離部材を組み合わせて形成されている、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の半導体モジュール。

【請求項 7】

前記絶縁部材は、第 1 の方向に延伸する第 1 の分離部材と、前記第 1 の分離部材から前記第 1 の方向とは異なる第 2 の方向に延伸する第 2 の分離部材とを含み、 30

前記第 1 の分離部材と前記第 2 の分離部材との結合部における前記第 1 の分離部材と前記第 2 の分離部材との接触面の、前記セラミックス基板の前記第 1 の表面内での経路の長さが、前記経路の両端の直線距離よりも長い、
請求項 6 に記載の半導体モジュール。

【請求項 8】

前記第 1 の分離部材と前記第 2 の分離部材との結合部における前記第 1 の分離部材と前記第 2 の分離部材との接触面の、前記セラミックス基板の前記第 1 の表面内での経路は、前記第 1 の方向に延伸する区間と、前記第 2 の方向に延伸する区間とを含む階段状である、
請求項 7 に記載の半導体モジュール。 40

【請求項 9】

前記絶縁部材は、前記セラミックス基板の前記第 1 の表面からの高さに対応する距離が、前記導体パターンの厚さに対応する距離以下である、請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の半導体モジュール。

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の半導体モジュールと、
前記セラミックス基板の前記第 1 の表面とは反対側の第 2 の表面に配置された冷却器と、
を備える半導体装置。

【請求項 11】 50

請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の半導体モジュール、又は請求項 10 に記載の半導体装置を備える車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体モジュール、半導体装置、及び車両に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体モジュールには、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)、パワー MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)、FWD (Free Wheeling Diode) 等の半導体素子が設けられた基板を有し、インバータ装置等に利用されているものがある。

【0003】

この種の半導体モジュールには、セラミックス基板の表面に銅等を用いた導体パターンを設けた配線板に半導体素子を実装し、半導体素子が実装された配線板を、外部端子を設けた樹脂ケース内に収容したものがある。樹脂ケース内に収容された半導体素子の電極は、リードやボンディングワイヤ等の配線用の導体材料により、配線板の導体パターンや樹脂ケースの外部端子と接続されている。樹脂ケース内の半導体素子及び配線板の導体パターンは、例えば、エポキシ樹脂等の絶縁樹脂で封止されている。このような半導体モジュールでは、セラミックス基板の表面に設けられた導体パターン間の絶縁を封止用の絶縁樹脂により担保することで導体パターン間の距離（間隙）を狭くし、半導体モジュールの小型化を実現している。

【0004】

セラミックス基板を用いた半導体モジュールでは、動作時の半導体素子の発熱に起因する熱的な応力により、例えば、セラミックス基板に曲げ変形が生じてクラック等が発生することがある。このような熱的な応力による半導体モジュールの信頼性の低下を防ぐ技術として、特許文献 1 には、セラミックス基板の表面内で隣接する導体パターン間に沿って絶縁材料により補強をしたセラミックス回路基板が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2000 - 036550 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述した半導体モジュールにおける、セラミックス基板の表面に設けられた導体パターン間の絶縁は、セラミックス基板の表面のうちの導体パターン間の露出した部分（間隙部分）と単一の絶縁樹脂とが密着することにより担保されている。このような半導体モジュールでは、動作時の半導体素子の発熱に起因する熱的な応力によりセラミックス基板と絶縁樹脂との界面に剥離が生じた場合、剥離が導体パターン間の間隙部分全体に広がり、導体パターン間の絶縁が担保されなくなるおそれがある。このため、導体パターン間の距離（間隙）を更に狭くすることによる半導体モジュールの更なる小型化が難しくなっている。

【0007】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、セラミックス基板の表面上で隣接する導体パターン間の絶縁を担保することが可能な半導体モジュール、半導体装置、及び車両を提供することを目的の 1 つとする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一態様の半導体モジュールは、セラミックス基板の第 1 の表面に導体パターン

が設けられた配線板と、前記配線板における前記セラミックス基板の前記第 1 の表面上に配置された半導体素子と、前記配線板及び前記半導体素子を封止する封止絶縁体と、を含み、前記配線板は、前記セラミックス基板の前記第 1 の表面のうちの隣接する導体パターン間の部分に、前記配線板の延伸方向に沿って延伸し、前記配線板の部分における前記セラミックス基板と前記封止絶縁体とが接触した領域を分離する絶縁部材を備える。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、セラミックス基板の表面上で隣接する導体パターン間の絶縁を担保することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0010】

【図 1】一実施の形態に係る半導体装置の構成例を示す上面図である。

【図 2】図 1 の半導体装置を A - A' 線に沿って切断した断面図である。

【図 3】図 2 の断面図における主要部分を拡大した部分断面図である。

【図 4】従来の半導体モジュールで起こり得る剥離の例を説明する部分断面図である。

【図 5】一実施の形態に係る半導体モジュールで起こり得る剥離の第 1 の例を説明する部分断面図である。

【図 6】一実施の形態に係る半導体モジュールで起こり得る剥離の第 2 の例を説明する部分断面図である。

【図 7】分離絶縁部材の第 1 の変形例を説明する部分上面図である。

20

【図 8 A】分離絶縁部材の第 2 の変形例を説明する部分断面図である。

【図 8 B】分離絶縁部材の第 3 の変形例を説明する部分断面図である。

【図 8 C】分離絶縁部材の第 4 の変形例を説明する部分断面図である。

【図 9】本発明に係る半導体装置を適用した車両の一例を示す平面模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を参照しながら、本発明に係る半導体装置の実施の形態を詳細に説明する。なお、参照する各図における X、Y、Z の各軸は、例示する半導体装置等における平面や方向を定義する目的で示されており、X、Y、Z の各軸は互いに直交し、右手系を成している。以下の説明では、X 方向を左右方向、Y 方向を前後方向、Z 方向を上下方向と呼ぶことがある。また、X 軸及び Y 軸を含む面を XY 面と呼び、Y 軸及び Z 軸を含む面を YZ 面と呼び、Z 軸及び X 軸を含む面を ZX 面と呼ぶことがある。これらの方向（前後左右上下方向）や面は、説明の便宜上用いる文言であり、半導体装置の取付姿勢によっては、XYZ 方向のそれぞれとの対応関係が変わることがある。例えば、半導体装置の放熱面側（冷却器側）を下面側とし、その反対側を上面側と呼ぶことにする。また、本明細書において、平面視は、半導体装置等の上面又は下面（XY 面）を Z 方向からみた場合を意味する。また、各図における縦横比や各部材同士の大小関係は、あくまで模式的に表されており、実際に製造される半導体装置等における関係とは必ずしも一致しない。説明の便宜上、各部材同士の大小関係を誇張して表現している場合も想定される。

30

【0012】

また、以下の説明で例示する半導体装置は、例えば、産業用又は車載用モータのインバータ等の電力変換装置に適用されるものである。このため、以下の説明では、既知の半導体装置と同一の、又は類似した構成、機能、及び動作等についての詳細な説明を省略する。

40

【0013】

図 1 は、一実施の形態に係る半導体装置の構成例を示す上面図である。図 2 は、図 1 の半導体装置を A - A' 線に沿って切断した断面図である。図 3 は、図 2 の断面図における主要部分を拡大した部分断面図である。なお、図 3 では、物体（固体）の断面であることを示すハッチングを省略している。

【0014】

50

図 1 及び図 2 に例示したように、本実施の形態に係る半導体装置 100 は、冷却器 10 の上面に半導体モジュール 1 を配置して構成される。なお、半導体モジュール 1 に対して、冷却器 10 は任意の構成である。

【0015】

冷却器 10 は、半導体モジュール 1 の熱を外部に放出するものであり、全体として直方体形状を有している。特に図示はしないが、冷却器 10 は、ベース板の下面側に複数のフィンを設け、これらのフィンをウォータジャケットに収容して構成される。なお、冷却器 10 は、これに限らず適宜変更が可能である。

【0016】

半導体モジュール 1 は、ケース 11 内に積層基板 2、半導体素子 3、及び金属配線板 4 等を配置して構成される。 10

【0017】

積層基板 2 は、例えば、DCB (Direct Copper Bonding) 基板やAMB (Active Metal Brazing) 基板であり得る。積層基板 2 は、セラミックス基板 20 に放熱板 21 と複数の導体板 (図 1 では、第 1 の導体板 22、第 2 の導体板 23、及び第 3 の導体板 24 の 3 個) とを積層して構成され、全体として平面視矩形形状に形成されている。積層基板 2 は、セラミックス基板の第 1 の表面に導体パターンが設けられた配線板の一例である。

【0018】

セラミックス基板 20 は、上面 (第 1 の表面) 20a と下面を有する、平面視矩形形状の絶縁部材である。セラミックス基板 20 は、例えば、酸化アルミニウム (Al_2O_3)、窒化アルミニウム (AlN)、窒化珪素 (Si_3N_4)、酸化アルミニウム (Al_2O_3) と酸化ジルコニウム (ZrO_2) 等のセラミックス材料によって形成される。 20

【0019】

セラミックス基板 20 の下面には、放熱板 21 が配置されている。放熱板 21 は、セラミックス基板 20 と略同一の平面視矩形形状を有している。放熱板 21 は、例えば、銅やアルミニウム等の熱伝導性の良好な金属板によって形成される。放熱板 21 の下面は、半導体モジュール 1 の取付先である冷却器 10 に対する被取付面であると共に、半導体モジュール 1 の熱を放出するための放熱面 (放熱領域) としても機能する。放熱板 21 は、半田等の接合材 (不図示) を介して冷却器 10 の上面に接合される。放熱板 21 は、サーマルグリスやサーマルコンパウンドなどの熱伝導材を介して冷却器 10 の上面に配置されてもよい。 30

【0020】

セラミックス基板 20 の上面には、複数の導体板が配置されている。図 1 に例示した積層基板 2 では、セラミックス基板 20 の上面 20a に、第 1 の導体板 22、第 2 の導体板 23、及び第 3 の導体板 24 が、互いに重ならないように、所定の間隙で配置されている。複数の導体板は、それぞれが所定の厚みを有し、電氣的に独立した島状に形成されている。第 1 の導体板 22 及び第 3 の導体板 24 は、それぞれ平面視略矩形形状であり、セラミックス基板 20 の上面に Y 方向に並んで配置されている。第 2 の導体板 23 は、平面視略逆 L 字形状であり、セラミックス基板 20 の上面における、第 1 の導体板 22 及び第 3 の導体板 24 の右方 (X 方向正側) に配置されている。 40

【0021】

なお、導体板の数は、3 個に限らず、適宜変更が可能である。また、導体板の形状、配置箇所等も、これらに限定することなく適宜変更が可能である。これらの導体板は、例えば銅やアルミニウム等の熱伝導性の良好な金属板によって形成される。導体板は、導体層又は導体パターンと呼ばれてもよい。

【0022】

更に、本実施の形態に係る半導体モジュール 1 では、セラミックス基板 20 の上面 20a のうちの隣接する導体板の間隙の部分に、間隙の延伸方向に沿って延伸する分離絶縁部材 25 が設けられている。間隙の延伸方向は、互いに向かい合う導体板の側面間の距離と 50

対応する間隙の方向に対して直交する方向である。分離絶縁部材 25 は、例えば、図 3 に例示したように、横断面が長方形の絶縁部材であり、接着剤 26 によりセラミックス基板 20 に接着されている。横断面は、分離絶縁部材 25 の延伸方向を法線とする平面で切断した断面である。分離絶縁部材 25 の詳細は、図 3 を参照して後述する。

【0023】

第 1 の導体板 22 の上面には、接合材 S を介して第 1 の半導体素子 31 が配置されている。第 2 の導体板 23 の上面には、接合材 S を介して第 2 の半導体素子 32 が配置されている。接合材 S は、導電性を有する材料であればよく、例えば、半田、または金属焼結材であってよい。第 1 の半導体素子 31 及び第 2 の半導体素子 32 は、例えば、シリコン (Si) 等の半導体基板によって平面視矩形状に形成される。

10

【0024】

また、第 1 の半導体素子 31 及び第 2 の半導体素子 32 は、上記のシリコンの他、炭化けい素 (SiC)、窒化ガリウム (GaN)、及びダイヤモンド等のワイドバンドギャップ半導体基板によって形成されたワイドバンドギャップ半導体素子 (ワイドギャップ半導体素子と呼ばれてもよい) で構成されてもよい。

【0025】

第 1 の半導体素子 31 及び第 2 の半導体素子 32 には、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)、パワー MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) 等のスイッチング素子、FWD (Free Wheeling Diode) 等のダイオードが用いられてもよい。

20

【0026】

本実施の形態では、第 1 の半導体素子 31 及び第 2 の半導体素子 32 は、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 素子と FWD (Free Wheeling Diode) 素子の機能を一体化した RC (Reverse Conducting) - IGBT 素子で構成される。例えば、第 1 の半導体素子 31 は低圧側の半導体素子であり、第 2 の半導体素子 32 は高圧側の半導体素子である。

【0027】

なお、積層基板 2 の上面に配置する半導体素子は、これに限定されず、上記したスイッチング素子、ダイオード等を組み合わせて構成されてもよい。例えば、IGBT 素子と FWD 素子とが別体で構成されてもよい。また、半導体素子として逆バイアスに対して十分な耐圧を有する RB (Reverse Blocking) - IGBT 等を用いてもよい。また、半導体素子の形状、配置数、配置箇所等は適宜変更が可能である。

30

【0028】

第 1 の半導体素子 31 及び第 2 の半導体素子 32 は、XY 面に上面及び下面を有し、それぞれの面に電極 (不図示) が形成されている。例えば、第 1 の半導体素子 31 及び第 2 の半導体素子 32 は、それぞれ、上面に主電極及びゲート電極が形成され、下面にも主電極が形成されている。

【0029】

第 1 の半導体素子 31 が MOSFET 素子の場合、上面側の主電極はソース電極と呼ばれてもよく、下面側の主電極はドレイン電極と呼ばれてもよい。また、第 1 の半導体素子 31 が IGBT 素子の場合、上面側の主電極はエミッタ電極と呼ばれてもよく、下面側の主電極はコレクタ電極と呼ばれてもよい。また、素子の種類に限らず、ゲート電極は、そのままゲート電極と呼ばれてよい。また、第 1 の半導体素子 31 の上面には、主電極とは別に補助電極が設けられてもよい。例えば、補助電極は、上面側の主電極と電氣的に接続され、ゲート電位に対する基準電位となる補助ソース電極あるいは補助エミッタ電極であってよい。また、補助電極は、後述する温度センス部と電氣的に接続され、半導体素子の温度を測定する温度センス電極であってよい。このような、第 1 の半導体素子 31 の上面に形成された電極 (主電極、ゲート電極及び補助電極) は、総じて上面電極と呼ばれてもよく、第 2 の半導体素子 32 の下面に形成された電極は、下面電極と呼ばれてもよい。また、上面電極のうち、ゲート電極及び補助電極は、制御電極と呼ばれてもよい。

40

50

【0030】

本実施の形態において、主電極は、主電流が流れる電極であり、ゲート電極は、主電流をオンオフするためのゲートを制御するための電極である。なお、第1の半導体素子31について上述した各電極の構成は、第2の半導体素子32にも適用され得る。

【0031】

また、本実施の形態における第1の半導体素子31及び第2の半導体素子32は、半導体基板にトランジスタのような機能素子を厚み方向に形成した、いわゆる縦型のスイッチング素子であってもよく、また、これらの機能素子を面方向に形成した横型のスイッチング素子であってもよい。

【0032】

第1の半導体素子31の下面側の主電極は、接合材5により第1の導体板22と電氣的に接続されている。第1の導体板22は、第1の金属配線板41により、ケース11に設けられた第1の端子(入力電極)61と電氣的に接続されている。第1の半導体素子31の上面側の主電極は、第2の金属配線板42により第3の導体板24と電氣的に接続されている。第3の導体板24は、第3の金属配線板43により、ケース11に設けられた第2の端子(低電位側電極)62と電氣的に接続されている。また、第1の半導体素子31の上面側に設けられている不図示の制御電極(ゲート電極及び補助電極)は、例えば、ボンディングワイヤ(不図示)により、ケース11に設けられた制御端子(不図示)と電氣的に接続される。

【0033】

第2の半導体素子32の下面側の主電極は、接合材(不図示)により第2の導体板23と電氣的に接続されている。第2の導体板23は、第5の金属配線板45により、ケース11に設けられた第3の端子(高電位側電極)63と電氣的に接続されている。第2の半導体素子32の上面側の主電極は、第4の金属配線板44により第1の導体板22と電氣的に接続されている。また、第2の半導体素子32の上面側に設けられた不図示の制御電極(ゲート電極及び補助電極)は、例えば、ボンディングワイヤ(不図示)により、ケース11に設けられた制御端子(不図示)と電氣的に接続される。

【0034】

第1の金属配線板41～第5の金属配線板45は、主電流配線部材を構成し、半導体モジュール1内を流れる主電流の経路(主電流経路)の一部として機能する。これらの金属配線板は、上面と下面を有する板状体で構成される。各金属配線板の厚さは、例えば、0.1mm以上、2.5mm以下であってよい。各金属配線板は、例えば、銅、銅合金、アルミニウム合金、鉄合金等の金属により形成される。各金属配線板は、例えば、プレス加工により、所定の形状に形成される。各金属配線板は、例えば、リードフレームにおける複数のリード部をプレス加工により所定の形状に成形し、各リード部をフレーム部から切り離すことにより、電氣的に独立した配線部材となる。

【0035】

ケース11により規定された内部空間には、封止樹脂5が充填される。封止樹脂5は、上面がケース11の上端に至るまで充填されてよい。封止樹脂5は、積層基板2の導体板22～24、半導体素子31及び32、並びに金属配線板41～45及びボンディングワイヤ(不図示)を封止する。

【0036】

封止樹脂5は、例えば、熱硬化性の樹脂により構成されてよい。封止樹脂5は、エポキシ、シリコン、ウレタン、ポリイミド、ポリアミド、及びポリアミドイミドのいずれかを少なくとも含むことが好ましい。封止樹脂5には、例えば、フィラーを混入したエポキシ樹脂が、絶縁性、耐熱性及び放熱性の点から好適である。

【0037】

ケース11に設けられた主電流用の複数の主端子(図1では、第1の端子61、第2の端子62、及び第3の端子63)は、それぞれが、板状の長尺体で形成されている。各主端子は、ケース11の側壁に埋め込まれ、一端がケース11の側壁から内部空間へ延伸し

10

20

30

40

50

、他端がケース 11 の側壁から外部へ延伸している。各主端子の一端は、半導体素子 31 及び 32 の所定の主電極に電氣的に接続される。

【0038】

また、制御端子（不図示）は、Y 方向正側に位置するケース 11 の側壁に埋め込まれている。図 1 に例示した制御端子は、一端がケース 11 の内部空間における上方（Z 方向正側）を向いた面内で露出しており、他端がケース 11 の上面で露出している。各制御端子の一端は、半導体素子 31 及び 32 の所定の制御電極にボンディングワイヤ（不図示）等の配線部材を介して電氣的に接続される。

【0039】

ケース 11 に設ける主端子及び制御端子は、銅、銅合金、アルミニウム合金、鉄合金等の金属により形成され、所定の電気伝導度及び所定の機械的強度を有する。主端子及び制御端子の形状、個数、配置箇所等は、これらに限定されず、適宜変更が可能である。

【0040】

本実施の形態の半導体モジュール 1 は、上述のように、セラミックス基板 20 の上面 20a のうちの導体板の間隙の部分に、間隙の延伸方向に沿って延伸する分離絶縁部材 25 が配置されている。図 1 に例示した半導体モジュール 1 における分離絶縁部材 25 は、第 1 の分離部分 25a と、第 2 の分離部分 25b と、第 3 の分離部分 25c とを含む。第 1 の分離部分 25a は、第 1 の導体板 22 と第 2 の導体板 23 との間隙に位置し、その間隙の延伸方向（Y 方向）に延伸している。第 2 の分離部分 25b は、第 1 の導体板 22 と第 3 の導体板 24 との間隙に位置し、その間隙の延伸方向（X 方向）に延伸しており、一端が第 1 の分離部分 25a と結合している。第 3 の分離部分 25c は、第 2 の導体板 23 と第 3 の導体板 24 との間隙に位置し、その間隙の延伸方向（Y 方向）に延伸しており、一端が第 2 の分離部分 25b と結合している。

【0041】

分離絶縁部材 25 は、接着剤 26 によりセラミックス基板 20 の上面 20a に接着されている。接着剤 26 には、セラミックス基板 20 の上面 20a との密着性が、封止樹脂 5 とセラミックス基板 20 の上面 20a との密着性よりも高い絶縁樹脂を用いる。封止樹脂 5 がエポキシ樹脂の場合、接着剤 26 には、例えば、RTV（Room Temperature Vulcanizing）シリコーン接着剤を用いることができる。なお、接着剤 26 は、特定の絶縁樹脂に限定されない。

【0042】

分離絶縁部材 25 における各分離部分は、導体板の間隙の部分におけるセラミックス基板 20 の上面 20a と封止樹脂 5 とが密着した部分を間隙 G の方向（図 3 では Y 方向）で分離するように配置される。一方の導体板から分離部分までの距離（間隙）と、他方の導体板から分離部分までの距離とは、図 3 に例示したように同一又は略同一であってもよいし、異なっても（偏りがあっても）よい。例えば、図 3 に例示した第 1 の導体板 22 と第 3 の導体板 24 との間隙に配置される分離絶縁部材 25 の第 2 の分離部分 25b は、図 3 に例示した位置よりも第 1 の導体板 22 側、又は第 3 の導体板 24 側であってもよい。

【0043】

分離絶縁部材 25 は、例えば、窒化ケイ素、アルミナ、窒化アルミニウム等の絶縁材料によって形成される。分離絶縁部材 25 は、第 1 の分離部分 25a、第 2 の分離部分 25b、及び第 3 の分離部分 25c を含む一体物として形成された部材であってもよい。分離絶縁部材 25 は、例えば、図 7 を参照して後述するように、第 1 の分離部分 25a、第 2 の分離部分 25b、及び第 3 の分離部分 25c がそれぞれ別個に形成された絶縁部材であり、それらを組み合わせて一体化したものであってもよい。また、分離絶縁部材 25 は、図 1 に例示したような平面視形状に限らず、セラミックス基板 20 の上面 20a における導体板の配置に応じて適宜変更される。また、導体板の配置に応じて、例えば、セラミックス基板 20 の上面 20a に 2 個以上の分離絶縁部材 25 が配置されてもよい。

【0044】

分離絶縁部材 25 は、例えば、各分離部分の横断面が長方形状であるように形成される。図 3 には、X 方向に延伸する第 2 の分離部分 25 b の横断面（YZ 面と平行な断面）が例示されている。各分離部分の横断面における幅 W は、特定の幅に限定されるものではなく、その分離部分が配置される導体板間の距離（間隙 G）に応じて適宜設定することができる。例えば、図 3 に例示した第 1 の導体板 22 と第 3 の導体板 24 との間隙 G が約 1 mm ~ 2 mm である場合、第 2 の分離部分の幅 W は約 0.5 mm にすることができる。1 つの分離絶縁部材 25 における各分離部分の幅 W は、同一であってもよいし、各分離部分が配置される導体板間の距離（間隙 G）に応じて 2 通り以上であってもよい。

【0045】

各分離部分の横断面における高さ H は、特定の高さに限定されるものではなく、その分離部分が配置される間隙 G の周囲における半導体素子や金属配線板等の配置に応じて適宜設定することができる。例えば、図 3 では、接着剤 26 によりセラミックス基板 20 に接着されたときのセラミックス基板 20 の上面 20 a から分離絶縁部材 25 の上面までの距離（高さ）が、セラミックス基板 20 の上面 20 a から第 1 の導体板 22 及び第 3 の導体板 24 の上面までの距離（導体板の厚さ T）と略同一になっている。しかしながら、セラミックス基板 20 の上面 20 a から分離絶縁部材 25 の上面までの距離は、導体板の厚さ T と対応する距離よりも長くてもよいし、短くてもよい。積層基板 2 の上面に半導体素子 31 及び 32 を配置して金属配線板 41 ~ 45 及びボンディングワイヤ等による配線接続を行う工程において、各種部品が分離絶縁部材 25 と接触しないように、かつ効率よくハンドリングするためには、セラミックス基板 20 の上面 20 a から分離絶縁部材 25 の上面までの距離は、導体板の厚さ T と対応する距離と略同一、又はそれよりも短いことが好ましい。一方、図 6 を参照して後述する沿面距離を長くするという観点では、セラミックス基板 20 の上面から分離絶縁部材 25 の上面までの距離は、導体板の厚さ T と対応する距離よりも長いことが好ましい。

【0046】

上述した分離絶縁部材 25 を設けることの作用効果を説明する前に、まず、分離絶縁部材 25 を設けていない従来の半導体モジュール（半導体装置）で起こり得る封止樹脂の剥離の例を説明する。

【0047】

図 4 は、従来の半導体モジュールで起こり得る剥離の例を説明する部分断面図である。図 4 には、図 1 ~ 図 3 に例示した半導体モジュール 1 から分離絶縁部材 25 を省略した半導体モジュールにおける、第 1 の導体板 22 と第 3 の導体板 24 との間隙部分の、YZ 面と平行な断面を拡大して示している。

【0048】

従来の半導体モジュールでは、セラミックス基板 20 の上面 20 a のうちの第 1 の導体板 22 と第 3 の導体板 24 との間隙の部分は、その全体が封止樹脂 5 と密着している。一般に、封止樹脂 5 には、絶縁性の高いエポキシ樹脂が用いられる。しかしながら、封止樹脂 5 として用いるエポキシ樹脂は、セラミックス基板 20 の上面 20 a との密着性が必ずしも高いとは限らない。このため、動作時の半導体素子の発熱に起因する熱的な応力により、例えば、セラミックス基板 20 に曲げ変形が生じて、セラミックス基板 20 における導体板の間隙の部分で封止樹脂 5 の剥離が発生することがある。そして、封止樹脂 5 とセラミックス基板 20 との間に十分な密着力がない場合、図 4 に例示したように、封止樹脂 5 の剥離が導体板の間隙の部分全体に広がり、セラミックス基板 20 と封止樹脂 5 との間に、第 1 の導体板 22 から第 3 の導体板 24 に至る空間 90 が生じてしまうことがある。このような空間が生じてしまうと、封止樹脂 5 による導体板間の絶縁が破れて動作不良が生じる原因となる。このため、従来の半導体モジュールでは、第 1 の導体板 22 から第 3 の導体板 24 に至る空間 90 に沿った導体板間の距離（沿面距離）を、半導体モジュールの動作等に応じた所定の値よりも大きくすることで、封止樹脂 5 が剥離した場合にも導体板間の絶縁を担保している。従って、従来の半導体モジュールでは、導体板間の距離（間隙 G）を更に短くし、半導体モジュールを更に小型化することが難しい。

【 0 0 4 9 】

図 5 は、一実施の形態に係る半導体モジュールで起こり得る剥離の第 1 の例を説明する部分断面図である。図 6 は、一実施の形態に係る半導体モジュールで起こり得る剥離の第 2 の例を説明する部分断面図である。図 5 及び図 6 には、図 4 に例示した半導体モジュールにおける第 1 の導体板 2 2 と第 3 の導体板 2 4 との間隙部分に分離絶縁部材 2 5 を設けた場合の断面を示している。

【 0 0 5 0 】

本実施の形態の半導体モジュール 1 では、セラミックス基板 2 0 との密着性（接着強度）が封止樹脂 5 よりも高い接着剤 2 6 により、セラミックス基板 2 0 の上面 2 0 a のうちの導体板間の間隙の部分に分離絶縁部材 2 5 を接着している。このため、例えば、熱的な応力により、図 5 に例示したように、第 1 の導体板 2 2 と分離絶縁部材 2 5 との間隙の部分、及び第 3 の導体板 2 4 と分離絶縁部材 2 5 との間隙の部分で封止樹脂 5 がセラミックス基板 2 0 から剥離した場合、それぞれの部分における剥離の進行は、分離絶縁部材 2 5 及び接着剤 2 6 により遮られる。分離絶縁部材 2 5 は、図 1 に例示したように、第 1 の導体板 2 2 と第 3 の導体板 2 4 との間隙の部分に、間隙の延伸方向（Y 方向）に沿って延伸している。このため、第 1 の導体板 2 2 と分離絶縁部材 2 5 との間隙部分に生じた空間 9 0 a と第 3 の導体板 2 4 と分離絶縁部材 2 5 との間隙部分に生じた空間 9 0 b とが通じて、第 1 の導体板 2 2 から第 3 の導体板 2 4 に至る空間になってしまうことを防げる。従って、本実施の形態の半導体モジュール 1 では、封止樹脂 5 がセラミックス基板 2 0 から剥離した場合の導体板間の絶縁を分離絶縁部材 2 5 により担保することができる。よって、本実施の形態の半導体モジュール 1 は、導体板間の距離を更に短くし、半導体モジュールを更に小型化することが可能になる。

【 0 0 5 1 】

なお、本実施の形態の半導体モジュール 1 においても、例えば、応力が繰り返し印加された場合や、より大きな応力が分離絶縁部材 2 5 の周囲に集中した場合等には、図 6 に例示したように、封止樹脂 5 と分離絶縁部材 2 5 との界面が剥離し、第 1 の導体板 2 2 から第 3 の導体板 2 4 に至る空間 9 0 が生じてしまうことがあり得る。しかしながら、この場合の空間 9 0 に沿った距離（沿面距離）は、第 1 の導体板 2 2 と第 3 の導体板 2 4 との距離（間隙 G）と比べて、分離絶縁部材 2 5 の高さを 2 倍した値と対応する長さと同程度の距離だけ長くなる。このため、封止樹脂 5 の剥離により第 1 の導体板 2 2 から第 3 の導体板 2 4 に至る空間 9 0 が生じてしまったとしても、間隙 G よりも長い沿面距離によって、導体板間の絶縁を担保することができる。

【 0 0 5 2 】

更に、本実施の形態の半導体モジュール 1 では、分離絶縁部材 2 5 と導体板との間に封止樹脂 5 がセラミックス基板 2 0 と密着する区間が設けられる。すなわち、封止樹脂 5 として用いられる絶縁性の高い絶縁材料が導体板の間隙の部分に存在するため、導体板の間隙を狭くしたときの導体板間の絶縁をより確実に担保することができる。

【 0 0 5 3 】

図 7 は、分離絶縁部材の第 1 の変形例を説明する部分上面図である。図 7 では、図 1 に例示した分離絶縁部材 2 5 における第 1 の変形例に関連した部分を拡大して示している。

【 0 0 5 4 】

図 1 を参照して上述した分離絶縁部材 2 5 は、第 1 の分離部分 2 5 a、第 1 の分離部分 2 5 a に結合した第 2 の分離部分 2 5 b、及び第 2 の分離部分 2 5 b に結合した第 3 の分離部分 2 5 c とが一体物として形成されたものであってよい。しかしながら、各分離部分の横断面での幅 W が 1 mm 以下となり、かつ延伸方向の長さが数 mm ~ 数 cm となる場合、枝分かれした複数の分離部分を有する分離絶縁部材 2 5 をハンドリングして各導体板の間隙の部分に接着することが難しいことがある。このため、分離絶縁部材 2 5 は、上述したように、複数の分離部分を組み合わせ（結合して）形成してもよい。

【 0 0 5 5 】

図 7 には、図 1 に例示した分離絶縁部材 2 5 における第 1 の分離部分 2 5 a、第 2 の分

10

20

30

40

50

離部分 2 5 b、及び第 3 の分離部分 2 5 c が、それぞれ別個の分離部材として形成されたものである場合の、分離部材同士の結合部の構成例を示している。第 1 の分離部分 2 5 a と第 2 の分離部分 2 5 b との結合部 2 5 d は、各分離部分における横断面と平行な単一の平面ではなく、第 1 の分離部分 2 5 a の横断面 (X Z 面) と平行な面と、第 2 の分離部分 2 5 b の横断面 (Y Z 面) と平行な面との組み合わせによる平面視階段状になっている。同様に、第 2 の分離部分 2 5 b と第 3 の分離部分 2 5 c との結合部 2 5 e は、各分離部分における横断面と平行な単一の平面ではなく、第 2 の分離部分 2 5 b の横断面 (Y Z 面) と平行な面と、第 3 の分離部分 2 5 c の横断面 (X Z 面) と平行な面との組み合わせによる平面視階段状になっている。

【 0 0 5 6 】

このように、2 個の分離部分の結合部が平面視階段状になるようにすることで、各分離部分を接着するときの他の分離部分との位置合わせを行いやすくなる。また、2 個の分離部分の結合部が平面視階段状になるようにすることで、例えば、封止樹脂 5 の剥離及び分離部分の結合部のずれにより結合部に生じた空間を通じて一方の導体板から他方の導体板に至る空間が生じてしまった場合の沿面距離を、単一の平面で結合したものの (結合面が平面視で直線になるもの) で空間が生じたときの沿面距離よりも長くすることができ、絶縁を担保することが容易になる。

【 0 0 5 7 】

なお、別個に設けられた複数の分離部分を組み合わせる分離絶縁部材 2 5 を形成する場合の分離部分の結合部の構成は、図 7 に例示したような平面視階段状に限らず、他の構成であってもよい。分離部分の結合部は、例えば、木工の分野における既知の継手等を適用又は応用した構成であってもよい。また、別個に設けられた複数の分離部分は、例えば、1 つの間隙における間隙の延伸方向に延伸する 1 つの分離部分を形成するための 2 つ以上の分離部分を含んでもよい。例えば、分離絶縁部材 2 5 における第 1 の分離部分 2 5 a は、単一の絶縁部材に限らず、複数の分離部分を間隙の延伸方向に並べて一体化したものであってもよい。このようにすると、例えば、長さの異なる数種類の分離部分の組み合わせにより、平面視形状や寸法が異なる種々の分離絶縁部材 2 5 を形成することができ、半導体モジュール 1 毎に導体板のレイアウトに基づいて専用の分離絶縁部材 2 5 を形成する場合に比べて、製造効率の向上や製造コストの低減が可能になる。

【 0 0 5 8 】

図 8 A は、分離絶縁部材の第 2 の変形例を説明する部分断面図である。図 8 B は、分離絶縁部材の第 3 の変形例を説明する部分断面図である。図 8 C は、分離絶縁部材の第 4 の変形例を説明する部分断面図である。図 8 A ~ 図 8 C には、それぞれ、図 5 の部分断面図と同じ断面における分離絶縁部材 2 5 の横断面の形状の変形例を示している。なお、図 8 A ~ 図 8 C の断面図は、物体 (固体) の断面であることを示すハッチングを省略している。

【 0 0 5 9 】

図 8 A に例示した分離絶縁部材 2 5 の横断面は、分離絶縁部材 2 5 の上面側に、導体板の間隙の方向 (すなわち横断面内で導体板に向かう方向) に張り出したヒレ部 2 5 f を有する略 T 字型の断面形状になっている。ヒレ部 2 5 f は、セラミックス基板 2 0 の上面 2 0 a と対向する面 2 5 g を有する。このため、封止樹脂 5 がセラミックス基板 2 0 から剥離したときに、セラミックス基板 2 0 の上面 2 0 a から離間する方向への封止樹脂 5 の変位を、分離絶縁部材 2 5 のヒレ部 2 5 f の面 2 5 g により規制 (抑制) することができ、封止樹脂 5 の剥離の進行を阻止することができる。

【 0 0 6 0 】

図 8 B に例示した分離絶縁部材 2 5 の横断面は、分離絶縁部材 2 5 の上面側に導体板の間隙の方向に張り出したヒレ部 2 5 f を有し、下面側にも導体板の間隙の方向に張り出したヒレ部 2 5 h を有する、略 I 字型の断面形状 (又は略 H 型の断面形状を横断面内で 9 0 度回転させた断面形状) になっている。上面側のヒレ部 2 5 f は、セラミックス基板 2 0 の上面 2 0 a の方向 (Z 方向負側) を向いた面 2 5 g を有する。このため、封止樹脂 5 が

10

20

30

40

50

セラミックス基板 20 から剥離したときに、セラミックス基板 20 の上面 20 a から離間する方向への封止樹脂 5 の変位を、上面側のヒレ部 25 f の面 25 g により規制（抑制）することができ、封止樹脂 5 の剥離の進行を阻止することができる。

【0061】

また、図 8 B に例示した分離絶縁部材 25 は、下面側にヒレ部 25 h を設けた分、下面の面積が広がる。このため、図 8 B に例示した分離絶縁部材 25 を用いることにより、分離絶縁部材 25 とセラミックス基板 20 との接着面積が広くなり、密着力（接着強度）が高くなる。このため、セラミックス基板 20 の上面 20 a から離間する方向に変位しようとする封止樹脂 5 から分離絶縁部材 25 のヒレ部 25 f の面 25 g が受ける力に対する耐性が高くなり、分離絶縁部材 25 がセラミックス基板 20 から剥離することを防ぐことができる。

10

【0062】

更に、図 8 B に例示した分離絶縁部材 25 は、上面側のヒレ部 25 f と下面側のヒレ部 25 h との間にある幅が狭くなっている区間に封止樹脂 5 が充填される。このため、例えば、図 8 B に例示した略 I 字型の断面形状を有する分離絶縁部材 25 を用いることにより、長方形の断面形状における幅を広くした分離絶縁部材 25 を用いた場合と比べて、導体板間に存在する封止樹脂 5 の量が多くなり、導体板間の絶縁性を高くしやすくなる。

【0063】

図 8 C に例示した分離絶縁部材 25 の横断面は、図 8 A に例示した略 T 字型の横断面と類似しているが、分離絶縁部材 25 の上面側に導体板の間隙の方向に張り出したヒレ部 25 f の側面は、テーパ 25 i によって下面側の側面と連結している。このような分離絶縁部材 25 を用いた場合にも、封止樹脂 5 の剥離の進行を阻止することができる。

20

【0064】

また、本実施の形態に係る半導体モジュール 1 の製造方法における封止樹脂 5 でケース 11 内を封止する工程は、一般的に、減圧環境下で行われるが、図 8 A 及び図 8 B に例示した分離絶縁部材 25 のヒレ部 25 f のような、セラミックス基板 20 と対向する面 25 g がある場合、面 25 g とその下方の側面とが接続する角部において封止樹脂 5 の充填不良が起こる可能性がある。図 8 C に例示したように、セラミックス基板 20 と対向する面 25 g が生じないようにすることで、封止絶縁体の充填不良が起こる可能性を低減することができる。

30

【0065】

更に、図を参照した説明は省略するが、本実施の形態に係る半導体モジュール 1 では、例えば、分離絶縁部材 25 における下面側にのみヒレ部 25 h を設け、分離絶縁部材 25 とセラミックス基板 20 との密着力（接着強度）を高くしてもよい。また、分離絶縁部材 25 に設けるヒレ部 25 f 及び 25 h は、それぞれ、延伸方向の全体に渡って設けられていてもよいし、間欠的に設けられていてもよい。更に、本実施の形態に係る半導体モジュール 1 では、分離絶縁部材 25 を接着剤 26 でセラミックス基板 20 に接着する代わりに、例えば、セラミックス基板の上面に接着剤 26 として利用可能な絶縁樹脂を塗布又は印刷し、接着剤 26 と一体の分離絶縁部材 25 を形成してもよい。

【0066】

本実施の形態の半導体モジュール 1 を含む半導体装置 100 は、上述したように、車載用モータのインバータ等の電力変換装置に適用され得る。図 9 を参照して、本発明の半導体装置 100 が適用された車両について説明する。

40

【0067】

図 9 は、本発明に係る半導体装置を適用した車両の一例を示す平面模式図である。図 9 に示す車両 101 は、例えば、4 つの車輪 102 を備えた四輪車で構成される。車両 101 は、例えば、モータ等によって車輪を駆動させる電気自動車、モータの他に内燃機関の動力を用いたハイブリッド車であってもよい。

【0068】

車両 101 は、車輪 102 に動力を付与する駆動部 103 と、駆動部 103 を制御する

50

制御装置 104 と、を備える。駆動部 103 は、例えば、エンジン、モータ、エンジンとモータのハイブリッドの少なくとも 1 つで構成されてよい。

【0069】

制御装置 104 は、上記した駆動部 103 の制御（例えば電力制御）を実施する。制御装置 104 は、上記した半導体装置 100 を備えている。半導体装置 100 は、駆動部 103 に対する電力制御を実施するように構成されてよい。

【0070】

また、上記実施の形態において、半導体素子の個数及び配置箇所は、上記構成に限定されず、適宜変更が可能である。

【0071】

また、上記実施の形態において、回路板の個数及びレイアウトは、上記構成に限定されず、適宜変更が可能である。

【0072】

また、上記実施の形態では、積層基板 2、半導体素子が平面視矩形状又は方形状に形成される構成としたが、この構成に限定されない。これらの構成は、上記以外の多角形状に形成されてもよい。

【0073】

また、本実施の形態及び変形例を説明したが、他の実施の形態として、上記実施の形態及び変形例を全体的又は部分的に組み合わせたものでもよい。

【0074】

また、本実施の形態は上記の実施の形態及び変形例に限定されるものではなく、技術的思想の趣旨を逸脱しない範囲において様々に変更、置換、変形されてもよい。さらに、技術の進歩又は派生する別技術によって、技術的思想を別の仕方で実現することができれば、その方法を用いて実施されてもよい。したがって、特許請求の範囲は、技術的思想の範囲内に含まれ得る全ての実施態様をカバーしている。

【0075】

以下、上記の実施の形態における特徴点を整理する。

【0076】

上記実施の形態に係る半導体モジュールは、セラミックス基板の第 1 の表面に導体パターンが設けられた配線板と、前記配線板における前記セラミックス基板の前記第 1 の表面上に配置された半導体素子と、前記配線板及び前記半導体素子を封止する封止絶縁体と、を含み、前記配線板は、前記セラミックス基板の前記第 1 の表面のうちの隣接する導体パターンの間隙の部分に、前記間隙の延伸方向に沿って延伸し、前記間隙の部分における前記セラミックス基板と前記封止絶縁体とが接触した領域を分離する絶縁部材を備える。

【0077】

上記実施の態様に係る半導体モジュールにおいて、前記絶縁部材は、絶縁性の接着剤により前記セラミックス基板に接着されている。

【0078】

上記実施の態様に係る半導体モジュールにおいて、前記絶縁部材は、前記セラミックス基板の前記第 1 の表面から遠方側の端部に、前記導体パターンに向けて突出したヒレ部を有する。

【0079】

上記実施の態様に係る半導体モジュールにおいて、前記絶縁部材は、前記セラミックス基板の前記第 1 の表面と対向する端部側に、前記導体パターンに向けて突出したヒレ部を有する。

【0080】

上記実施の態様に係る半導体モジュールにおいて、前記絶縁部材は、単一の部材である。

【0081】

上記実施の態様に係る半導体モジュールにおいて、前記絶縁部材は、別個に設けられた

10

20

30

40

50

複数の分離部材を組み合わせて形成されている。

【0082】

上記実施の態様に係る半導体モジュールにおいて、前記絶縁部材は、第1の方向に延伸する第1の分離部材と、前記第1の分離部材から前記第1の方向とは異なる第2の方向に延伸する第2の分離部材とを含み、前記第1の分離部材と前記第2の分離部材との結合部における前記第1の分離部材と前記第2の分離部材との接触面の、前記セラミックス基板の前記第1の表面内での経路の長さが、前記経路の両端の直線距離よりも長い。

【0083】

上記実施の態様に係る半導体モジュールにおいて、前記第1の分離部材と前記第2の分離部材との結合部における前記第1の分離部材と前記第2の分離部材との接触面の、前記セラミックス基板の前記第1の表面内での経路は、前記第1の方向に延伸する区間と、前記第2の方向に延伸する区間とを含む階段状である。

10

【0084】

上記実施の態様に係る半導体モジュールにおいて、前記絶縁部材は、前記セラミックス基板の前記第1の表面からの高さに対応する距離が、前記導体パターンの厚さに対応する距離以下である。

【0085】

上記実施の態様に係る半導体装置は、上記の半導体モジュールと、前記セラミックス基板の前記第1の表面とは反対側の第2の表面に配置された冷却器と、を備える。

【0086】

上記実施の態様に係る車両は、上記の半導体モジュール、又は半導体装置を備える。

20

【産業上の利用可能性】

【0087】

以上説明したように、本発明は、セラミックス基板の表面内で隣接する導体パターン間の絶縁を担保することができるという効果を有し、特に、産業用又は電装用の半導体モジュール、半導体装置、及び車両に有用である。

【符号の説明】

【0088】

- 100 半導体装置
- 1 半導体モジュール
- 10 冷却器
- 11 ケース
- 2 積層基板
- 20 セラミックス基板
- 21 放熱板
- 22、23、24 導体板
- 25 分離絶縁部材
- 25a、25b、25c 分離部分
- 25d、25e 結合部
- 25f、25h ヒレ部
- 26 接着剤
- 31、32 半導体素子
- 41、42、43、44、45 金属配線板
- 5 封止樹脂
- 61、62、63 端子
- 90、90a、90b 空間
- 101 車両
- 102 車輪
- 103 駆動部
- 104 制御装置

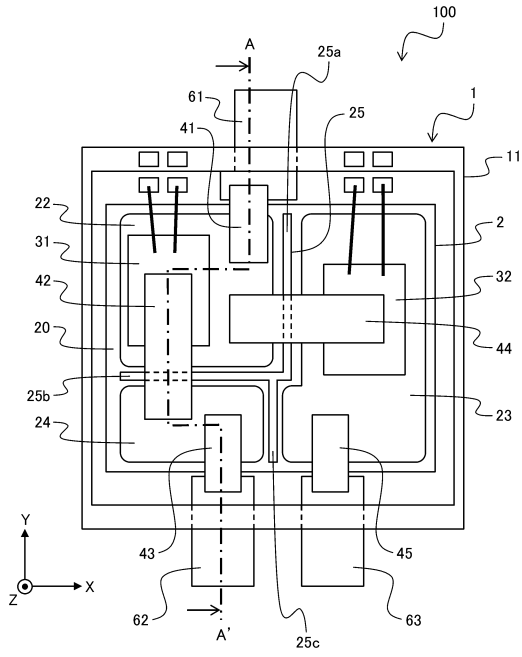
30

40

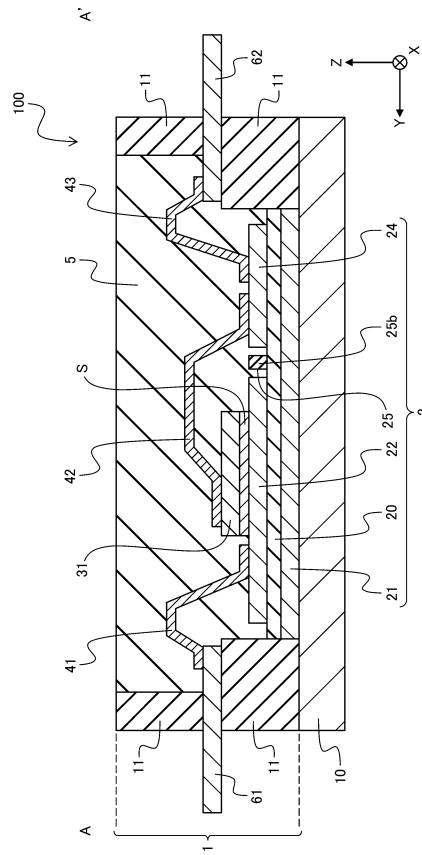
50

【 図面 】

【 図 1 】



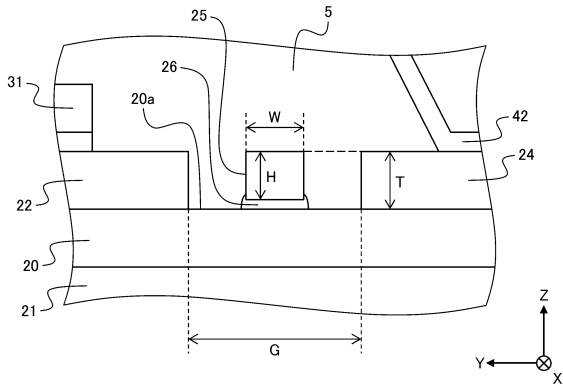
【 図 2 】



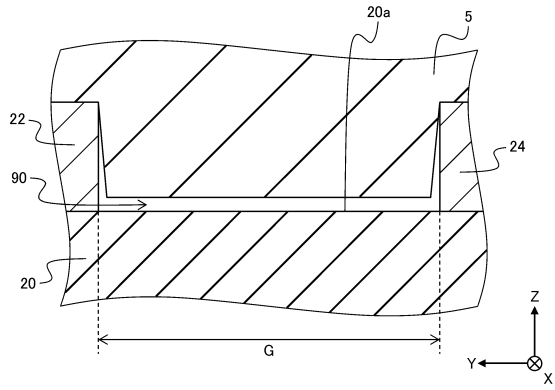
10

20

【 図 3 】



【 図 4 】

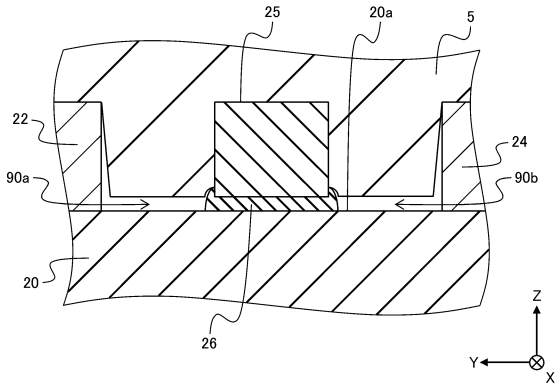


30

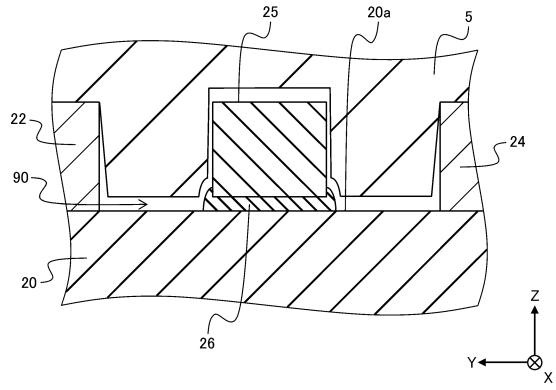
40

50

【図 5】

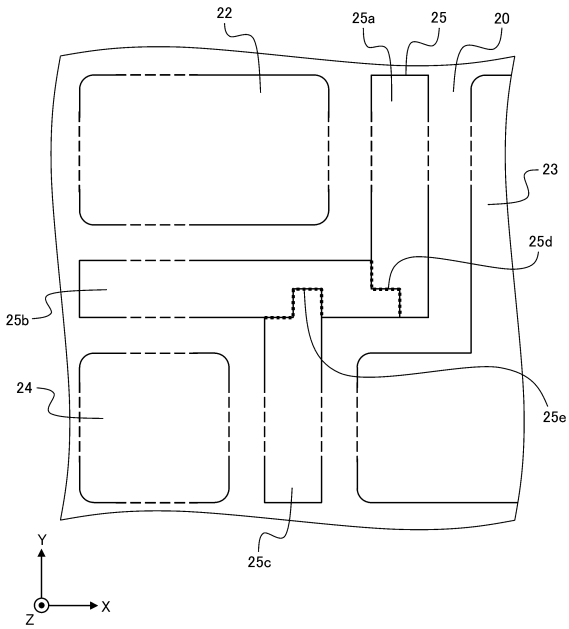


【図 6】

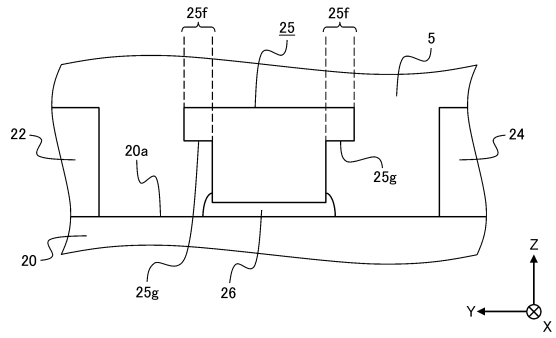


10

【図 7】



【図 8 A】



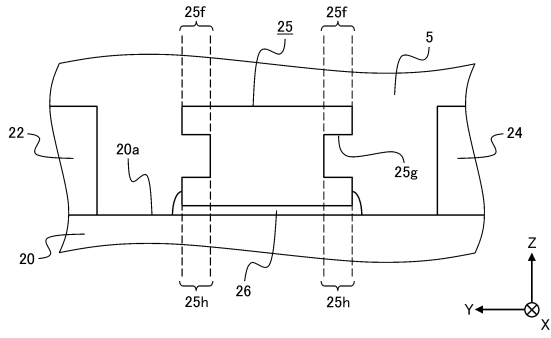
20

30

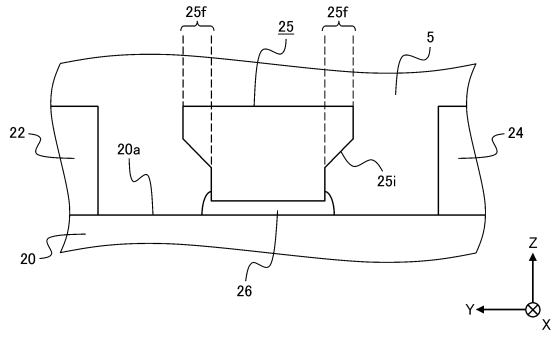
40

50

【 図 8 B 】

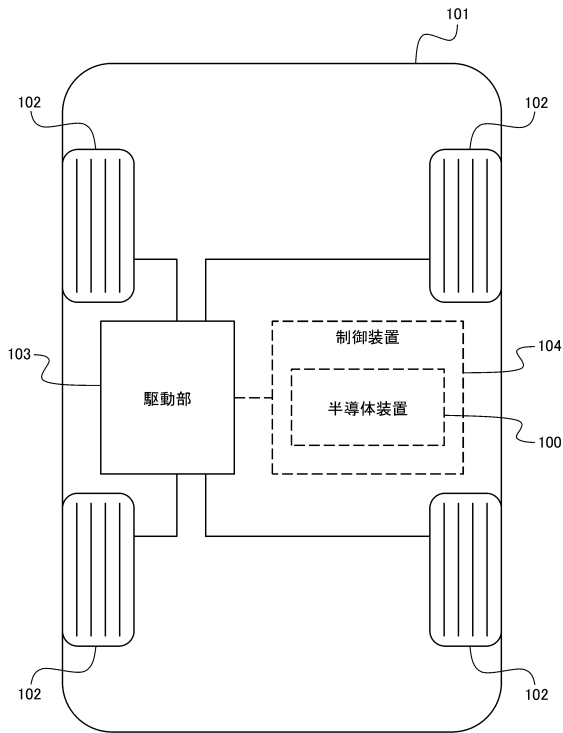


【 図 8 C 】



10

【 図 9 】



20

30

40

50