

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7622410号
(P7622410)

(45)発行日 令和7年1月28日(2025.1.28)

(24)登録日 令和7年1月20日(2025.1.20)

(51)国際特許分類 F I
H 0 1 L 23/473 (2006.01) H 0 1 L 23/46 Z
H 0 5 K 7/20 (2006.01) H 0 5 K 7/20 N

請求項の数 17 (全18頁)

(21)出願番号	特願2020-199467(P2020-199467)	(73)特許権者	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2年12月1日(2020.12.1)	(74)代理人	110004185 インフォート弁理士法人
(65)公開番号	特開2022-87498(P2022-87498A)	(74)代理人	100121083 弁理士 青木 宏義
(43)公開日	令和4年6月13日(2022.6.13)	(74)代理人	100138391 弁理士 天田 昌行
審査請求日	令和5年11月13日(2023.11.13)	(74)代理人	100132067 弁理士 岡田 喜雅
		(72)発明者	松澤 憲亮 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	小山 貴裕

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 冷却器及び半導体装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

一方の面に放熱面が形成された天板と、
前記天板に対向配置され、前記天板より厚みの大きい底板と、
前記底板に設けられた複数のフィンと、
前記底板の外周縁に沿って前記複数のフィンの外周を囲うように形成された周壁部と、
前記複数のフィン及び前記周壁部を前記天板に接合する接合材と、
を備え、

前記複数のフィン及び前記周壁部は、前記天板の前記放熱面に接合され、前記天板、前記底板、前記複数のフィン、及び前記周壁部によって囲まれた空間により冷媒の流路が形成され、

前記天板側の電位が前記底板側の電位よりも高く、
前記接合材は、アルミニウムを主成分とし、少なくとも組成比率が7.5%以上のシリコン、組成比率が0.25%以下の亜鉛、及びマグネシウムを有し、
前記底板は、

アルミニウムを主成分とし、少なくとも組成比率が0.2%以上1.5%以下のシリコン、組成比率が0.35%以上1.5%以下のマグネシウム、組成比率が0%以上0.7%以下の銅、及び組成比率が0%以上0.7%以下の亜鉛を有し、または、
アルミニウムを主成分とし、少なくとも組成比率が4.5%以上13.5%以下のシリコン、組成比率が0%以上1.3%以下のマグネシウム、組成比率が0%以上1.3%以下

の銅、及び組成比率が0%以上0.25%以下の亜鉛を有する、冷却器。

【請求項2】

前記接合材は、前記底板側よりも高電位である、請求項1に記載の冷却器。

【請求項3】

前記接合材は、冷媒の流路における前記放熱面を全面にわたって覆っている、請求項2に記載の冷却器。

【請求項4】

前記接合材は、シート状のろう材で構成されている、請求項2又は請求項3に記載の冷却器。

【請求項5】

前記底板側と前記接合材との電位差は、50mV以上である、請求項2から請求項4のいずれかに記載の冷却器。

10

【請求項6】

前記底板は、母材が冷媒の流路に露出している、請求項2から請求項5のいずれかに記載の冷却器。

【請求項7】

前記接合材及び前記底板の母材は、アルミニウムを主成分とし、
前記接合材は、前記底板の母材より、シリコンの比率が高く、マグネシウムの比率が低い、請求項2から請求項6のいずれかに記載の冷却器。

【請求項8】

前記接合材の組成は、アルミニウムを主成分とし、少なくともシリコンが7.5%以上、亜鉛が0.25%以下の比率で構成されている、請求項2から請求項7のいずれかに記載の冷却器。

20

【請求項9】

前記底板の母材の組成は、アルミニウムを主成分とし、少なくとも銅が2.0%以下の比率で構成されている、請求項8に記載の冷却器。

【請求項10】

前記底板の上面に第1の腐食孔が形成されている、請求項2から請求項9のいずれかに記載の冷却器。

【請求項11】

前記天板の前記放熱面に前記接合材を貫通した第2の腐食孔が形成され、
前記第2の腐食孔は、前記第1の腐食孔よりも小さい、請求項10に記載の冷却器。

30

【請求項12】

前記接合材の厚みは、50μm以上、500μm以下である、請求項2から請求項11のいずれかに記載の冷却器。

【請求項13】

前記天板の厚みは、0.25mm以上、5.0mm以下である、請求項2から請求項12のいずれかに記載の冷却器。

【請求項14】

前記底板の厚みは、2.0mm以上、10.0mm以下である、請求項2から請求項13のいずれかに記載の冷却器。

40

【請求項15】

前記天板の母材と、前記底板の母材は、組成の異なる材料で形成され、前記天板の母材の電位が、前記底板の母材の電位よりも高い、請求項2から請求項14のいずれかに記載の冷却器。

【請求項16】

請求項2から請求項15のいずれかに記載の冷却器と、
前記天板の他方の面に絶縁基板を介して配置された半導体素子と、を備え、
前記複数のフィン、前記半導体素子の直下に配置されている、半導体装置。

【請求項17】

50

前記底板は、冷媒の導入口及び排出口を有し、
前記導入口及び前記排出口は、前記複数のフィンを挟んで対向するように配置されており、

前記導入口及び／又は前記排出口に対向する前記接合材の厚みは、その周囲よりも大きい、請求項 16 に記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、冷却器及び半導体装置に関する。

【背景技術】

【0002】

汎用の熱交換器（冷却器）は、アルミニウム合金等、熱伝導性の良好な金属材料によって形成される（特許文献 1 - 2 参照）。例えば特許文献 1 では、いわゆるフィンチューブ式の熱交換器の製造方法について記載されている。特許文献 1 では、アルミニウム合金製の押出扁平管とフィンとをろう材で接合している。また、特許文献 2 では、一对のプレート部材の間にコルゲート板を配置し、プレート部材とコルゲート板をろう材で接合する。

【0003】

また、冷却器の冷却対象として、半導体装置が挙げられる。半導体装置は、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。

【0004】

この種の半導体装置では、冷却器が一体となったものが提案されている（例えば、特許文献 3 - 4 参照）。半導体素子は、所定の回路基板（絶縁基板と呼ばれてもよい）上に配置され、半田等の接合材を介して冷却器上に搭載される。例えば冷却器は、半導体素子等が搭載される天板、放熱フィン、底板、冷媒の流入口及び流出口等を備えている。天板、放熱フィン及び底板は、ろう材等によって接合される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開平 9 - 070658 号公報

【文献】特開 2009 - 293888 号公報

【文献】特開 2013 - 036098 号公報

【文献】特開 2017 - 005181 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、冷却器の内部には、冷媒（冷却水）が流れる。冷媒が流れることにより、冷却器の内面には、腐食が発生し得る。腐食が進行することにより、冷却器に穴が開いて冷媒が外に漏れてしまうおそれがある。

【0007】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、冷媒通路の所定箇所における局所的な腐食を抑制することが可能な冷却器及び半導体装置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】

本発明の一態様の冷却器は、一方の面に放熱面が形成された天板と、前記天板に対向配置され、前記天板より厚みの大きい底板と、前記底板に設けられた複数のフィンと、前記底板の外周縁に沿って前記複数のフィンの外周を囲うように形成された周壁部と、を備え、前記複数のフィン及び前記周壁部は、前記天板の前記放熱面に接合され、前記天板、前記底板、前記複数のフィン、及び前記周壁部によって囲まれた空間により冷媒の流路が形

10

20

30

40

50

成され、前記天板側の電位が前記底板側の電位よりも高い。

【0009】

また、本発明の一態様の半導体装置は、上記の冷却器と、前記天板の他方の面に絶縁基板を介して配置された半導体素子と、を備え、前記複数のフィンは、前記半導体素子の直下に配置されている。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、冷媒通路の所定箇所における局所的な腐食を抑制することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本実施の形態に係る半導体装置の断面図である。

【図2】本実施の形態に係る冷却器から天板を省略して上面からみた平面図である。

【図3】比較例に係る半導体装置の断面図である。

【図4】変形例に係る冷却器から底板を省略して下側からみた平面図である。

【図5】図1の部分拡大図である。

【図6】変形例に係る半導体装置の断面図である。

【図7】他の変形例に係る半導体装置の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明を適用可能な半導体装置について説明する。図1は、本実施の形態に係る半導体装置の断面図である。図2は、本実施の形態に係る冷却器から天板を省略して上面からみた平面図である。なお、以下に示す半導体装置はあくまで一例にすぎず、これに限定されることなく適宜変更が可能である。

【0013】

また、以下の図において、半導体装置（冷却器）の長手方向（複数の相が並ぶ方向）をX方向、半導体装置（冷却器）の短手方向をY方向、高さ方向（基板の厚み方向）をZ方向と定義することにする。図示されたX、Y、Zの各軸は互いに直交し、右手系を成している。また、場合によっては、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。これらの方向（前後左右上下方向）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、半導体装置の上面又は下面をZ方向からみた場合を意味する。

【0014】

本実施の形態に係る半導体装置1は、例えばパワーコントロールユニット等の電力変換装置に適用されるものであり、インバータ回路を構成するパワー半導体モジュールである。図1及び図2に示すように、半導体装置1は、天板20の上面に複数の絶縁基板3を配置し、各絶縁基板3の上面に半導体素子4を配置して構成される。複数の絶縁基板3及び半導体素子4は、枠状のケース部材5によって囲われる。ケース部材5の内側空間には、封止樹脂6が充填されている。

【0015】

図1では、絶縁基板3及び半導体素子4がY方向に並んで2つ配置されているが、この構成に限定されない。例えば、絶縁基板3及び半導体素子4は、Y方向だけでなくX方向にも複数並んで配置されてもよい。この場合、複数の絶縁基板3及び半導体素子4によって、インバータ回路が形成される。

【0016】

天板20は、冷却器2の一部を構成し、平面視矩形で所定厚みを有する板状体で形成される。冷却器2は、例えば天板20と、底板21と、底板21に設けられる複数のフィン22及び周壁部23と、を含んで構成される。冷却器2の構成については後述する。

10

20

30

40

50

【0017】

天板20の一方の面である下面には、放熱面20aが形成されている。放熱面20aは、半導体素子の熱を放熱する面であり、当該放熱面20aには、後述する複数のフィン22の先端が接合される。放熱面20aは、冷媒が直接接触する面でもある。

【0018】

天板20の他方の面である上面には、はんだSを介して絶縁基板3が配置される。はんだSは、焼結材等、他の結合剤で代用することも可能である。絶縁基板3は、例えば、DCB(Direct Copper Bonding)基板やAMB(Active Metal Brazing)基板、あるいは金属ベース基板で構成される。具体的に絶縁基板3は、絶縁板30と、絶縁板30の下面に配置された放熱板31と、絶縁板30の上面に配置された回路板32と、を有する。絶縁基板3は、例えば平面視矩形形状に形成される。

10

【0019】

絶縁板30は、例えば、アルミナ(Al_2O_3)、窒化アルミニウム(AlN)、窒化珪素(Si_3N_4)等のセラミックス材料、エポキシ等の樹脂材料、又はセラミックス材料をフィラーとして用いたエポキシ樹脂材料等の絶縁材料によって形成される。なお、絶縁板30は、絶縁層又は絶縁フィルムと呼ばれてもよい。

【0020】

放熱板31は、Z方向に所定の厚みを有し、絶縁板30の下面全体を覆うように形成される。放熱板31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。

20

【0021】

絶縁板30の上面には、回路板32が形成される。なお、図1では、便宜上、1つの絶縁板30につき1つの回路板32を示すが、絶縁板30の上面には、より多くの回路板32が形成されてもよい。これらの回路板32は、銅箔等で形成された所定厚みの金属層であり、絶縁板30上に電氣的に互いに絶縁された状態で島状に形成される。

【0022】

回路板32の上面には、はんだSを介して半導体素子4が配置されている。はんだSは、焼結材等、他の結合剤で代用することも可能である。半導体素子4は、例えば平面視方形形状に形成される。詳細は後述するが、半導体素子4は、複数のフィン22に対応する箇所配置されている。

30

【0023】

半導体素子4は、回路板32の上面にはんだSを介して配置され、電氣的に接続される。図1では、便宜上、1つの回路板32につき1つの半導体素子4を示すが、より多くの半導体素子4が回路板32に配置されてもよい。半導体素子4は、例えば炭化けい素(SiC)、窒化ガリウム(GaN)、及びダイヤモンド等の半導体基板によって平面視方形形状(矩形形状)に形成される。

【0024】

なお、半導体素子4としては、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る。また、半導体素子4として、IGBTとFWDを一体化したRC(Reverse Conducting)-IGBT素子、又はパワーMOSFET素子、逆バイアスに対して十分な耐圧を有するRB(Reverse Blocking)-IGBT等が用いられてもよい。

40

【0025】

また、半導体素子4の形状、配置数、配置箇所等は適宜変更が可能である。なお、本実施の形態における半導体素子4は、半導体基板にトランジスタなどの機能素子を形成した、縦型のスイッチング素子であるが、これに限らず、横型のスイッチング素子であってもよい。

【0026】

ケース部材5は、天板20の上面に例えば接着剤(不図示)を介して接合される。ケー

50

ス部材 5 は、天板 2 0 の外形に沿った形状を有している。また、ケース部材 5 は、中央が開口された矩形枠状に形成される。中央開口には、上記した絶縁基板 3 及び半導体素子 4 が収容される。すなわち、絶縁基板 3 及び半導体素子 4 は、枠状のケース部材 5 によって囲われる。

【 0 0 2 7 】

また、詳細は後述するが、ケース部材 5 の内側空間には、封止樹脂 6 が充填される。すなわち、ケース部材 5 は、複数の絶縁基板 3、半導体素子 4 や封止樹脂 6 を収容する空間を画定する。このようなケース部材 5 は、例えば熱可塑性樹脂によって形成されている。ケース部材 5 は、例えば、PPS 樹脂（ポリフェニレンサルファイド樹脂）、PBT 樹脂（ポリブチレンテレフタレート樹脂）等により形成される。

10

【 0 0 2 8 】

また、図示はしないが、ケース部材 5 には、外部接続用の主端子（P 端子、N 端子、M 端子等）と、制御用の制御端子が設けられている。これらの端子は、例えばケース部材 5 と一体成型される。

【 0 0 2 9 】

上記したように、封止樹脂 6 は、枠状のケース部材 5 により規定された空間内に充填される。これにより、絶縁基板 3、及びこれに実装された半導体素子 4 が上記の空間内に封止される。封止樹脂 6 は、例えば熱硬化性の樹脂により構成される。具体的に封止樹脂 6 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 6 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。

20

【 0 0 3 0 】

次に冷却器 2 の詳細構成について説明する。図 1 及び図 2 に示すように、冷却器 2 は、天板 2 0 と底板 2 1 とを接合して一体化された箱型に形成される。冷却器 2 は、放熱性のよい、例えばアルミニウム合金によって形成される。

【 0 0 3 1 】

上記したように、天板 2 0 は、平面視矩形形状を有し、所定厚みの板状体で形成される。天板 2 0 の外形は、ケース部材 5 の外形に対応している。すなわち、天板 2 0 は、その長手方向が半導体装置 1 の左右方向（X 方向）に伸び、その短手方向が半導体装置 1 の前後方向（Y 方向）に伸びている。天板 2 0 は、一方の面（下面）と他方の面（上面）とを有している。一方の面は、半導体素子 4 の熱を放出する放熱面を形成している。他方の面は、絶縁基板 3 に対する接合面を形成している。

30

【 0 0 3 2 】

本実施の形態では、複数の絶縁基板 3 及び半導体素子 4 が、天板 2 0 の上面の中央領域に配置されている。例えば複数の絶縁基板 3 及び半導体素子 4 は、X 方向又は Y 方向に並んで配置されている。図 1 では、絶縁基板 3 及び半導体素子 4 が Y 方向に 2 つずつ並んで配置されているが、この構成に限定されない。絶縁基板 3 及び半導体素子 4 は、X 方向にも複数並んで配置されてもよい。なお、本実施の形態において、上記した複数の絶縁基板 3 及び半導体素子 4 が配置された天板 2 0 の下面側（放熱面側）の中央領域を放熱領域と呼ぶことがある。

40

【 0 0 3 3 】

底板 2 1 は、天板 2 0 と同形状の平面視矩形形状を有し、所定隙間を空けて天板 2 0 の直下に対向配置されている。底板 2 1 は、天板 2 0 より厚みの大きい板状体で形成される。底板 2 1 は、天板 2 0 と同素材のアルミニウム合金で形成されることが好ましい。

【 0 0 3 4 】

底板 2 1 の上面には、複数のフィン 2 2 が設けられている。フィン 2 2 は、例えば Z 方向に伸びる角柱形状のピンフィンを用いることが可能である。複数のフィン 2 2 は、X 方向又は Y 方向、もしくは X Y 方向に交差する方向で所定ピッチの間隔を空けて配列されてよい。複数のフィン 2 2 は、底板 2 1 と同一の金属材料で構成され、底板 2 1 と一体的に設けられてよい。また、フィン 2 2 は、言い換えると、ヒートシンク（heat sink）とし

50

て用いられる。

【0035】

フィン22は、より具体的には、平面視ひし形に形成され、対角線上で対向する一对の角部の対向方向が、X方向又はY方向と一致している。また、フィン22は、Z方向正側に向かって所定長さで突出している。フィン22の一方の端部は底板21の上面と接続され、他方の端部は天板20の下面（放熱面）と接続されている。また、フィン22は、後述する接合材Bを介して天板20又は底板21と接続されていてもよい。なお、底板21に設けられるフィン22の構成については、これに限定されるものではなく適宜変更が可能である。例えば、円柱形状のピンを複数設ける構成や、前後方向又は左右方向に延在するブレード形状の複数のフィン22を互いに平行に配列する構成としてもよい。フィン22は、底板21に口ウ付け、植設、切削加工あるいは塑性加工により設けられてよい。

10

【0036】

複数のフィン22は、全体として略直方体形状のフィン集合体24を形成する。フィン集合体24の長手方向は、底板21の長手方向と合致している。なお、フィン集合体24の外形形状は、これに限定されるものではなく、面取りや変形された形状であってもよい。

【0037】

また、底板21の上面には、複数のフィン22（フィン集合体24）の外周を囲う周壁部23が設けられている。周壁部23は、底板21の上面からZ方向正側に所定高さで突出している。また、周壁部23は、底板21の外周縁に沿って矩形枠状に形成されている。なお、周壁部23の突出高さは、フィン22の突出高さと同じことが好ましい。

20

【0038】

底板21と周壁部23は、一体的に形成されてもよい。すなわち、底板21と周壁部23は、上方が開口された箱型の冷却器ケースを構成する。そして、天板20は、冷却器ケースの開口を塞ぐ蓋部を構成する。

【0039】

天板20は、上記した周壁部23及び複数のフィン22の先端（上端）にろう付け等することで接合される。これにより、冷却ケースの上方開口が塞がれる。このように、天板20、底板21、複数のフィン22、及び周壁部23によって囲まれた空間により、冷媒の流路が形成される。冷媒には、例えば冷却水が用いられ、その物性は適宜変更が可能である。また、天板20と冷却器ケースの接合構成については後述する。

30

【0040】

なお、天板20、底板21、及び周壁部23によって囲まれた空間は、3つの空間（第1ヘッド部R1、フィン収容部R2、第2ヘッド部R3）に分けられる。具体的に第1ヘッド部R1は、後述する冷媒の導入口25に連なる空間を形成する。フィン収容部R2は、上記した複数のフィン22が収容される空間を形成する。第2ヘッド部R3は、後述する冷媒の排出口26に連なる空間を形成する。

【0041】

第1ヘッド部R1及び第2ヘッド部R3は、フィン収容部R2をY方向で挟んで対向するように配置されている。すなわち、第1ヘッド部R1は、フィン収容部R2よりも上流側の冷媒流路を形成し、第2ヘッド部R3は、フィン収容部R2よりも下流側の冷媒流路を形成する。冷媒には液体を用いている。なお、冷媒には種々の液体を用いることが可能である。

40

【0042】

また、図2に示すように、底板21の所定箇所には、冷却器2に対する冷媒の導入口25及び排出口26が形成されている。導入口25及び排出口26は、底板21を厚み方向に貫通する貫通穴で形成される。具体的に導入口25及び排出口26は、複数のフィン22をY方向で挟んで斜めに対向するように配置されている。例えば、第1ヘッド部R1において、導入口25は、X方向負側に偏って配置されている。これに対し、第2ヘッド部R3において、排出口26は、X方向正側に偏って配置されている。

【0043】

50

また、導入口 2 5 及び排出口 2 6 は、平面視で X 方向に長い長穴形状を有している。例えば、導入口 2 5 及び排出口 2 6 の形状は、冷却器 2 の短手方向側は短く、長手方向側が長い楕円形状となっている。なお、導入口 2 5 及び排出口 2 6 の形状及び配置箇所は、これに限定することなく、適宜変更が可能である。

【 0 0 4 4 】

このように構成される半導体装置 1 は、ホース（不図示）の接続口を有するフランジ 7 0 の平坦な取付面 7 1 に、リング 7 2 等のパッキンを介して取り付けられる。このとき、底板 2 1 の下面が取付面 7 1 に接触される。図 1 では、例えば、フランジ 7 0 側にリング 7 2 用の溝 7 3 が形成されている。リング 7 2 によって取付面 7 1 と底板 2 1 の下面とのシール性が確保される。

10

【 0 0 4 5 】

ところで、水冷式の冷却器においては、内部に形成された空間（冷媒の流路）内を冷媒が流れることになる。冷媒には例えば、各種冷却水が用いられる。そのため、冷却器の内面には、冷媒が長期にわたって接触することで腐食が発生してしまうことが想定される。ここで、図 1 及び図 3 の比較例を参照して本実施の形態に係る冷却器について説明する。図 3 は、比較例に係る半導体装置の断面図である。なお、比較例においては、複数のフィン及び周壁部が天板に設けられている点のみ、本実施の形態と相違する。このため、本実施の形態と同一名称の構成については同一の符号を付しており、適宜説明を省略する。

【 0 0 4 6 】

本実施に係る冷却器 2 は、図 1 に示すように、底板 2 1 の上面に、複数のフィン 2 2 が設けられている。また、底板 2 1 の上面に、複数のフィン 2 2 と複数のフィン 2 2 の外周を囲うように周壁部 2 3 とが設けられている。底板 2 1、複数のフィン 2 2、及び周壁部 2 3 は、一体的に形成されてもよい。

20

【 0 0 4 7 】

図 1 では、底板 2 1 と周壁部 2 3 により、上方が開口された箱型の冷却器ケースが構成される。そして、天板 2 0 は、冷却器ケースの開口を塞ぐ蓋部を構成する。天板 2 0 は、上記した周壁部 2 3 及び複数のフィン 2 2 の先端（上端）にろう付け等することで接合される。より具体的に天板 2 0 は、接合材 B を介して周壁部 2 3 及び複数のフィン 2 2 に接合される。

【 0 0 4 8 】

一方、比較例に係る冷却器 2 は、図 3 に示すように、天板 2 0 の下面に、複数のフィン 2 2 が設けられている。また、天板 2 0 の下面に、複数のフィン 2 2 の外周を囲うように周壁部 2 3 が設けられている。天板 2 0、複数のフィン 2 2、及び周壁部 2 3 は、一体的に形成されてもよい。

30

【 0 0 4 9 】

図 3 では、天板 2 0 と周壁部 2 3 により、下方が開口された箱型の冷却器ケースが構成される。そして、底板 2 1 は、冷却器ケースの開口を塞ぐ蓋部を構成する。底板 2 1 は、上記した周壁部 2 3 及び複数のフィン 2 2 の先端（下端）にろう付け等することで接合される。より具体的には、底板 2 1 は、接合材 B を介して周壁部 2 3 及び複数のフィン 2 2 に接合される。

40

【 0 0 5 0 】

本実施の形態及び比較例では、接合材 B は、例えばシート状のろう材で構成される。接合材 B は、所定厚みを有し、底板 2 1 の所定範囲に配置されている。接合材 B は、天板 2 0 や底板 2 1 と同等のアルミニウム合金系の金属材料によって構成される。また、天板 2 0 の上面には、冷却対象である半導体素子 4 及び絶縁基板 3 が配置されている。天板 2 0 の厚みは、熱伝導性の観点から底板 2 1 の厚みに比べて小さく設定されている。また、半導体素子 4 は、装置の駆動に伴って発熱する熱源である。そのため、一般的には冷却器 2 では、底板 2 1 及び周壁部 2 3 よりも天板 2 0 の温度が上がりやすく、底板 2 1 側及び周壁部 2 3 側よりも天板 2 0 側の腐食が進行しやすい。

【 0 0 5 1 】

50

比較例では、冷却器 2 の内部空間において、接合材 B が配置された底板 2 1 側よりも金属の母材が露出した天板 2 0 の放熱面 2 0 a 側の方が、腐食しやすい傾向にある。上記したように、底板 2 1 よりも天板 2 0 の方が薄いため、腐食が進行してしまうと、天板 2 0 に穴が開いて冷媒が外に漏れ出てしまうおそれがある。

【 0 0 5 2 】

一方、本実施の形態では、冷却器 2 の内部空間において、接合材 B が配置された天板 2 0 側よりも金属の母材が露出した底板 2 1 側の方が、腐食しやすい傾向にある。そして、天板 2 0 側の腐食の進行を抑制する。上記したように、底板 2 1 は天板 2 0 よりも厚いため、腐食が進行しても、穴が開いて冷媒が外に漏れ出てしまうおそれを抑制することができる。

10

【 0 0 5 3 】

本実施の形態及び比較例で用いた接合材 B は、天板 2 0 や底板 2 1 の母材よりも電位が高い材料で構成される。そこで、本件発明者等は、冷媒の流路内における腐食の傾向として、電位の低い箇所がより腐食しやすく、電位の高い箇所が腐食の進行を抑制することを見出した。より具体的には、天板 2 0 や底板 2 1 の金属の母材よりも電位の高い接合材 B を用いることで、接合材 B を配置していない側の腐食の進行がより進み、接合材 B を配置した側の腐食の進行が抑えられる。したがって、本件発明者等は、冷却器 2 の内部の冷媒流路において、電位の高低による腐食の傾向、天板 2 0 及び底板 2 1 の厚みに着目し、本発明に想到した。

【 0 0 5 4 】

すなわち、本発明の骨子は、冷媒流路からみて放熱面 2 0 a を有する天板 2 0 側の電位を底板 2 1 側よりも高くすることである。具体的に本実施の形態において、冷却器 2 は、一方の面に放熱面 2 0 a が形成された天板 2 0 と、天板 2 0 に対向配置され、天板 2 0 より厚みの大きい底板 2 1 と、底板 2 1 に設けられた複数のフィン 2 2 と、底板 2 1 の外周縁に沿って複数のフィン 2 2 の外周を囲うように形成された周壁部 2 3 と、を備える。複数のフィン 2 2 及び周壁部 2 3 は、天板 2 0 の放熱面 2 0 a に接合され、天板 2 0 、底板 2 1 、複数のフィン 2 2 、及び周壁部 2 3 によって囲まれた空間により冷媒の流路が形成される。そして、冷媒の流路において天板 2 0 側の電位が底板 2 1 側の電位よりも高くなっている。

20

【 0 0 5 5 】

この構成によれば、底板 2 1 に複数のフィン 2 2 及び周壁部 2 3 を設け、底板 2 1 側で冷却器ケースを構成している。また、冷却器 2 内の空間（冷媒の流路）において、比較的厚みの小さい天板 2 0 側が底板 2 1 側よりも高電位である。このため、底板 2 1 側よりも天板 2 0 側が腐食し難くなっている。すなわち、比較的厚みの大きい底板 2 1 側は、ある程度の腐食を許容しつつも、底板 2 1 よりも厚みの小さい天板 2 0 側は、電位を高くして腐食を極力進行し難くするという意図である。これにより、冷媒通路の所定箇所における局所的な腐食を抑制して冷却器 2 の長寿命化を図ることが可能である。

30

【 0 0 5 6 】

また、本実施の形態では、複数のフィン 2 2 及び周壁部 2 3 を天板 2 0 に接合するに際し、底板 2 1 よりも高電位である接合材 B を用いる。この構成によれば、複数のフィン 2 2 及び周壁部 2 3 の先端と天板 2 0 との間に接合材 B が介在することになる。冷媒の流路において、天板 2 0 側に接合材 B が配置され、底板 2 1 側には接合材 B が配置されず、底板 2 1 が露出されている。したがって、接合材 B によって天板 2 0 側と底板 2 1 側との間に電位差を生じさせることが可能である。

40

【 0 0 5 7 】

なお、天板 2 0 側と底板 2 1 側との電位差、すなわち接合材 B と底板 2 1 との電位差は、50 mV 以上であることが好ましい。この場合、天板 2 0 側での腐食を極力抑制することが可能である。

【 0 0 5 8 】

また、本実施の形態では、接合材 B が天板 2 0 の下面（放熱面）を全面にわたって覆っ

50

ている。本来的には、接合材 B は接合箇所のみ配置されれば十分である。しかしながら、本実施の形態では、放熱面 20 a 全体が接合材 B によって覆われることで、天板 20 側と底板 21 側との間の電位差を確保しつつも、天板 20 の母材が冷媒の流路内に露出することがない。この結果、天板 20 の腐食を接合材 B で防止することが可能である。すなわち、本発明における接合材 B は、部材間の接合という本来的な機能のみならず、天板 20 の腐食を防止するための保護被膜としての機能も兼ね備えている。

【0059】

また、本実施の形態では、接合材 B がシート状のろう材で構成されている。この構成によれば、シート状の接合材 B を予め天板 20 の大きさに合わせてカットしておき、その接合材 B を複数のフィン 22 及び周壁部 23 と天板 20 との間に配置した状態で炉に入れることが可能である。炉内で接合材 B が溶融することで、複数のフィン 22 及び周壁部 23 と天板 20 とが接合されると共に天板 20 の下面（放熱面 20 a）全体がろう材で覆われる。このように、接合材 B としてシート状のろう材を用いることで冷却器 2 の製造工程（主に接合工程及び保護被膜形成工程）を簡略化することが可能である。なお、接合材 B は、シート状に限らず、ペースト状のろう材を天板 20 の下面全体に塗布する構成としてもよい。

10

【0060】

また、本実施の形態において、冷却器 2 は、アルミニウムを主成分とするアルミニウム合金で形成されることが好ましい。例えば、天板 20 や底板 21 の母材は、A6063 等、6000 系のアルミニウム合金で形成されることが好ましい。6000 系のアルミニウム合金は、主にマグネシウムとシリコンを添加し、純アルミニウムの強度を増加させたものであり、強度や耐食性に優れている。例えば、冷却器 2 は、アルミニウムを主成分とし、シリコンが 0.2% 以上 1.5% 以下、マグネシウムが 0.35% 以上 1.5% 以下、銅が 0% 以上 0.7% 以下の比率で構成されてよい。より具体的に天板 20 及び底板 21 の母材の組成は、少なくとも銅が 2.0% 以下の比率で構成されていることが好ましい。より好ましくは、銅が 0.2% 以下である。なお、組成の比率は重量パーセントである。主成分とは 80% 以上の比率で構成されていることを指す。

20

【0061】

天板 20 と底板 21 は、同じ組成のアルミニウム合金であることが好ましい。または、天板 20 と底板 21 は、同じ組成のアルミニウム合金に限らず、互いに組成の異なる材料で形成されてもよい。この場合、底板 21 と天板 20 と同じ電位、または、底板 21 よりも天板 20 の方が高電位となるように組成比率を調整することが好ましい。

30

【0062】

接合材 B としてのろう材は、A4047 等、4000 系のアルミニウム合金で形成されることが好ましい。4000 系のアルミニウム合金は、アルミニウムを主成分とし、主にシリコンを添加し、耐熱性、耐摩耗性に優れている。なお、冷却器 2 の構成部材の材質は、アルミニウム合金に限らず、例えば銅合金であってもよい。例えば、冷却器 2 は、アルミニウムを主成分とし、シリコンが 4.5% 以上 13.5% 以下、マグネシウムが 0% 以上 1.3% 以下、銅が 0% 以上 1.3% 以下、亜鉛が 0% 以上 0.25% 以下の比率で構成されてよい。接合材 B の組成は、天板 20 や底板 21 の母材より、シリコンの組成比率が大きい。また、電位を下げる効果があるマグネシウムの組成比率が小さい。更には、電位を上げる効果がある銅の組成比率が大きくてよい。また、電位を下げる効果があるマンガンの組成比率が小さくてよい。より具体的に接合材 B の組成は、少なくともシリコンが 7.5% 以上、亜鉛が 0.25% 以下の比率で構成されていることが好ましい。なお、組成の比率は重量パーセントである。主成分とは 80% 以上の比率で構成されていることを指す。

40

【0063】

また、本実施の形態では、天板 20 の上面（他方の面）に絶縁基板 3 を介して半導体素子 4 が配置されている。複数のフィン 22 は、半導体素子 4 の直下に配置されている。こ

50

のように、本実施の形態では、冷却器 2 の冷却対象が半導体素子 4 及び絶縁基板 3 である。半導体素子 4 は、装置の駆動に伴って発熱する熱源であるためである。

【0064】

半導体装置 1 においては、その熱伝導性を向上するため、天板 20 の厚みを極力小さくしている。より具体的に天板 20 の厚みは、250 μm 以上、5.0 mm 以下であることが好ましい。天板 20 の厚みをこの範囲に設定することで、熱伝導性を損なうことなく、半導体素子 4 の熱を放熱面から効果的に排出することが可能である。

【0065】

一方で、底板 21 は、据付先に固定される側であるため、ある程度の剛性が必要である。そのため、底板 21 は、天板 20 よりも厚く形成されており、その剛性が確保されている。より具体的には、底板 21 の厚みは、2.0 mm 以上、10.0 mm 以下であることが好ましい。

10

【0066】

また、上記した天板 20 及び底板 21 の厚みに加え、接合材 B の厚みは、50 μm 以上、500 μm 以下であることが好ましい。接合材 B の厚みをこの範囲に設定することで、熱伝導性を損なうことなく、天板 20 の放熱面を保護する保護被膜としての機能を両立することが可能である。

【0067】

また、上記の実施の形態では、天板 20 の下面に一樣の厚さで接合材 B が配置されている場合について説明したが、この構成に限定されない。接合材 B は、部分的に厚く形成されてもよい。図 4 は、変形例に係る冷却器から底板を省略して下側からみた平面図である。より具体的に本実施の形態では、図 2 及び図 4 に示すように、底板 21 が冷媒の導入口 25 及び排出口 26 を有している。導入口 25 及び排出口 26 は、平面視で複数のフィン 22 を挟んで斜めに対向するように配置されている。この場合、導入口 25 及び / 又は排出口 26 に Z 方向で対向する天板 20 の領域 25a、26b における接合材 B の厚みは、その周囲よりも大きいことが好ましい。この構成によれば、冷媒の導入口 25 及び排出口 26 の近傍は、冷媒の流速が速い。このため、冷媒の流路からすれば、導入口 25 及び排出口 26 に対向する天板 20 は、腐食しやすい環境にあるといえる。したがって、導入口 25 及び排出口 26 に対向する接合材 B の厚みをその周囲の厚みよりも大きくすることで、天板 20 を腐食から効果的に防止することが可能である。なお、接合材 B の厚みの調整

20

30

【0068】

上記したように、本実施の形態では、冷却器 2 において、天板 20 側と底板 21 側との間に電位差を設けることで、比較的厚みの小さい天板 20 側の腐食を極力抑制するものである。しかしながら、本発明は、冷媒による冷却器 2 の内壁面の腐食を完全に防止するものではない。上記したように、本実施の形態では、冷却器 2 の冷却対象（半導体素子 4 等）の配置の関係上、冷却効率（熱伝導性）や剛性を考慮して天板 20 及び底板 21 の厚みが異なっている。このため、比較的厚みの小さい天板 20 側の電位を底板 21 側の電位よりも高くすることで、天板 20 側の腐食を極力抑えようというものである。すなわち、比較的厚みの大きい底板 21 側であれば、ある程度の腐食は許容しても、底板 21 には冷媒が漏れる程の腐食孔は形成されないという意味である。

40

【0069】

ここで、図 5 を参照して、本実施の形態に係る冷却器 2 で腐食が発生した場合の一例について説明する。図 5 は、図 1 の部分拡大図である。なお、図 5 に示す腐食はあくまで一例を示すものであり、これに限定されるものではない。例えば図 5 では、天板 20 側にも僅かながら比較的小さな腐食孔が形成された場合を示している。

【0070】

図 5 に示すように、底板 21 の上面には、所定の大きさの腐食孔 27（第 1 の腐食孔）が複数形成されている。腐食孔 27 の深さは、例えば 400 μm 以上、1100 μm 以下

50

である。一方で、天板 20 の放熱面 20 a には、所定の大きさの腐食孔 28 (第 2 の腐食孔) が複数形成されている。腐食孔 28 は、接合材 B を貫通して天板 20 の下面 (放熱面 20 a) にも一部侵食している。腐食孔 28 の深さは、腐食孔 27 よりも浅く、例えば 100 μm 以上、550 μm 以下である。より具体的には、腐食孔 28 は、腐食孔 27 の半分程度の深さである。また、腐食孔 28 の数は、腐食孔 27 の数よりも少なくなっている。

【0071】

このように、本実施の形態では、比較的厚みの小さい天板 20 側の電位を高くしたことで、底板 21 側よりも天板 20 側を腐食し難くしている。逆を言えば、比較的厚みの大きい底板 21 側を天板 20 側よりも先に腐食しやすくしている。このため、天板 20 側の腐食孔 28 よりも底板 21 側の腐食孔 27 方が比較的大きく形成され、その数も多くなっている。上記したように、底板 21 は、剛性確保のために十分な厚みを有しているため、多少の腐食は許容できるという趣旨である。したがって、底板 21 側が腐食孔 27 によって液漏れを起こすような事態は生じない。

10

【0072】

一方で、天板 20 側は、上面に半導体素子 4 が配置され底板 21 側よりも高温になりやすいものの、底板 21 側よりも高電位であるためにそもそも腐食し難い。仮に腐食が生じたとしても、ろう材で構成される接合材 B から先に腐食されるため、天板 20 の母材にその腐食が進行したとしても、腐食孔 28 自体の大きさは底板 21 側の腐食孔 27 に比べて十分に小さい。このため、天板 20 側においても、腐食孔 28 によって液漏れを起こすような事態は生じない。

20

【0073】

次に、図 3、図 6、及び図 7 を参照して、変形例について説明する。図 6 は、変形例に係る半導体装置の断面図である。図 7 は、他の変形例に係る半導体装置の断面図である。

【0074】

上記したように、図 3 に示す比較例では、底板 21 側に接合材 B が配置され、底板 21 側よりも天板 20 側が低電位となる構成とした。一方で、図 3 のレイアウトを同じにしたまま、接合材 B の組成を調整して天板 20 側の電位が底板 21 側の電位よりも高くしてもよい。すなわち、図 3 において、底板 21 側の接合材 B が天板 20 よりも低電位であってもよい。この場合、接合材 B の方が低電位となるため、接合材 B が犠牲層となって天板 20 よりも先に腐食が進行する。そして、接合材 B が腐食されて無くなるまでの間、天板 20 側の腐食を遅らせることができ、天板 20 側での液漏れを抑制することが可能である。但し、この場合、接合材 B を十分に厚くする必要があるため、天板 20 と底板 21 の接合部分における剥離対策等の課題がある。したがって、図 1 のように、接合材 B が高電位である方が好適である。

30

【0075】

また、図 6 に示すように、天板 20 と底板 21 とが接合材 B を介して接合されているものの、天板 20 の下面 (放熱面 20 a) 及び底板 21 の上面が共に接合材 B で覆われていない構成も可能である。この場合、接合材 B は、周壁部 23 の形状に沿った四角棒状に形成されてよい。またこの場合、天板 20 側が底板 21 側よりも高電位であることが好ましい。この構成によっても、天板 20 側より底板 21 側が先に腐食されるため、天板 20 側の腐食を遅らせて、天板 20 側での液漏れを抑制することが可能である。但し、この場合、天板 20 及び底板 21 の加工性・剛性・放熱性が劣るため、図 1 のように、より高電位な接合材 B があった方が好適である。

40

【0076】

更に、図 7 に示すように、天板 20 の下面 (放熱面 20 a) 及び底板 21 の上面の両方が接合材 B で覆われる構成であってもよい。この場合、天板 20 側が底板 21 側よりも高電位であることが好ましい。この構成によっても天板 20 側より底板 21 側が先に腐食されるため、天板 20 側の腐食を遅らせて、天板 20 側での液漏れを抑制することが可能である。但し、この場合、接合材 B を十分に厚くする必要があるため、天板 20 と底板 21 の接合部分における剥離対策等の課題がある。したがって、図 1 のように、天板 20 側の

50

接合材 B が高電位である方が好適である。

【 0 0 7 7 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、冷却器 2 の天板 2 0 と底板 2 1 との間に電位差を設けたことで、天板 2 0 側における局所的な腐食を抑制することが可能となる。

【 0 0 7 8 】

なお、上記実施の形態では、導入口 2 5 と排出口 2 6 が斜めに対向するように配置される場合について説明したが、この構成に限定されない。例えば、導入口 2 5 及び排出口 2 6 は、冷却器 2 の長手方向に直交する方向（Y 方向）で対向してもよい。

【 0 0 7 9 】

また、上記実施の形態において、導入口 2 5 及び排出口 2 6 は、長手方向（X 方向）に長い長穴形状を有する場合について説明したが、この構成に限定されない。導入口 2 5 及び排出口 2 6 の形状、配置箇所等は、適宜変更が可能である。

10

【 0 0 8 0 】

また、上記実施の形態において、半導体素子 4 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。

【 0 0 8 1 】

また、上記実施の形態において、回路板 3 2 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。

【 0 0 8 2 】

また、上記実施の形態では、絶縁基板 3、半導体素子 4 が平面視矩形形状又は方形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。

20

【 0 0 8 3 】

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。

【 0 0 8 4 】

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を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。

30

【 0 0 8 5 】

下記に、上記の実施の形態における特徴点を整理する。

上記実施の形態に係る冷却器は、一方の面に放熱面が形成された天板と、前記天板に対向配置され、前記天板より厚みの大きい底板と、前記底板に設けられた複数のフィンと、前記底板の外周縁に沿って前記複数のフィンの外周を囲うように形成された周壁部と、を備え、前記複数のフィン及び前記周壁部は、前記天板の前記放熱面に接合され、前記天板、前記底板、前記複数のフィン、及び前記周壁部によって囲まれた空間により冷媒の流路が形成され、前記天板側の電位が前記底板側の電位よりも高い。

【 0 0 8 6 】

また、上記実施の形態に係る冷却器は、前記複数のフィン及び前記周壁部を前記天板に接合する接合材を更に備え、前記接合材は、前記底板側よりも高電位である。

40

【 0 0 8 7 】

また、上記実施の形態に係る冷却器において、前記接合材は、冷媒の流路における前記放熱面を全面にわたって覆っている。

【 0 0 8 8 】

また、上記実施の形態に係る冷却器において、前記接合材は、シート状のろう材で構成されている。

【 0 0 8 9 】

また、上記実施の形態に係る冷却器において、前記底板側と前記接合材との電位差は、

50

50 mV 以上である。

【0090】

また、上記実施の形態に係る冷却器において、前記底板は、母材が冷媒の流路に露出している。

【0091】

また、上記実施の形態に係る冷却器において、前記接合材及び前記底板の母材は、アルミニウムを主成分とし、前記接合材は、前記底板の母材より、シリコンの比率が高く、マグネシウムの比率が低い。

【0092】

また、上記実施の形態に係る冷却器において、前記接合材の組成は、アルミニウムを主成分とし、少なくともシリコンが7.5%以上、亜鉛が0.25%以下の比率で構成されている。

10

【0093】

また、上記実施の形態に係る冷却器において、前記底板の母材の組成は、アルミニウムを主成分とし、少なくとも銅が2.0%以下の比率で構成されている。

【0094】

また、上記実施の形態に係る冷却器において、前記底板の上面に第1の腐食孔が形成されている。

【0095】

また、上記実施の形態に係る冷却器において、前記天板の前記放熱面に前記接合材を貫通した第2の腐食孔が形成され、前記第2の腐食孔は、前記第1の腐食孔よりも小さい。

20

【0096】

また、上記実施の形態に係る冷却器において、前記接合材の厚みは、50 μm 以上、500 μm 以下である。

【0097】

また、上記実施の形態に係る冷却器において、前記天板の厚みは、0.25 mm 以上、5.0 mm 以下である。

【0098】

また、上記実施の形態に係る冷却器において、前記底板の厚みは、2.0 mm 以上、10.0 mm 以下である。

30

【0099】

また、上記実施の形態に係る冷却器において、前記天板の母材と、前記底板の母材は、組成の異なる材料で形成され、前記天板の母材の電位が、前記底板の母材の電位よりも高い。

【0100】

また、上記実施の形態に係る半導体装置は、上記の冷却器と、前記天板の他方の面に絶縁基板を介して配置された半導体素子と、を備え、前記複数のフィンは、前記半導体素子の直下に配置されている。

【0101】

また、上記実施の形態に係る半導体装置において、前記底板は、冷媒の導入口及び排出口を有し、前記導入口及び前記排出口は、前記複数のフィンを挟んで対向するように配置されており、前記導入口及び/又は前記排出口に対向する前記接合材の厚みは、その周囲よりも大きい。

40

【産業上の利用可能性】

【0102】

以上説明したように、本発明は、冷媒通路の所定箇所における局所的な腐食を抑制することができるという効果を有し、特に、水冷式の冷却器及びこれを備える半導体装置に有用である。

【符号の説明】

【0103】

50

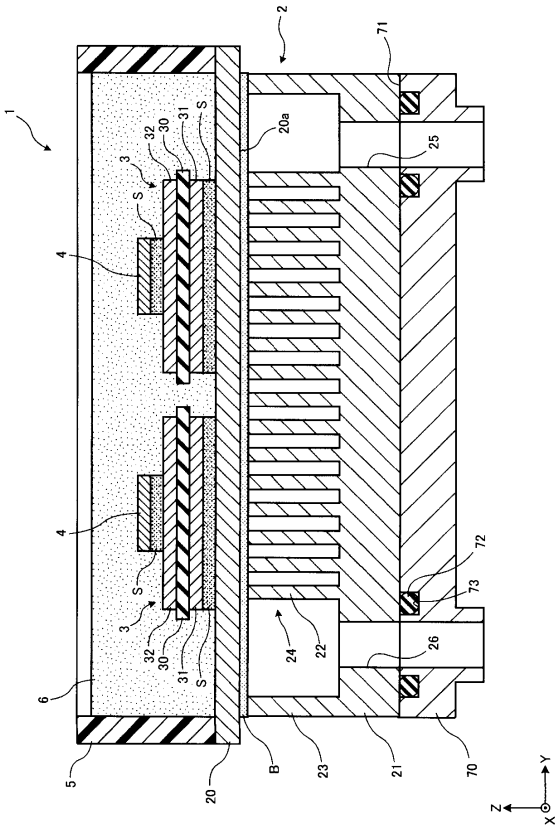
1	半導体装置	
2	冷却器	
3	絶縁基板	
4	半導体素子	
5	ケース部材	
6	封止樹脂	
2 0	天板	
2 1	底板	
2 2	フィン	
2 3	周壁部	10
2 4	フィン集合体	
2 5	導入口	
2 6	排出口	
2 7	腐食孔 (第 1 の腐食孔)	
2 8	腐食孔 (第 2 の腐食孔)	
3 0	絶縁板	
3 1	放熱板	
3 2	回路板	
7 0	フランジ	
7 1	取付面	20
7 2	リング	
7 3	溝	
S	はんだ	
B	接合材	
R 1	第 1 ヘッド部	
R 2	第 2 ヘッド部	
R 3	フィン収容部	

30

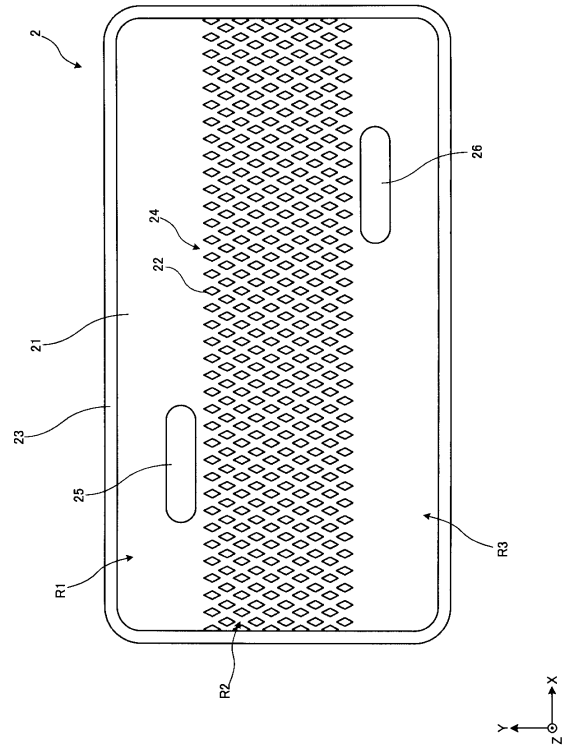
40

50

【図面】
【図 1】



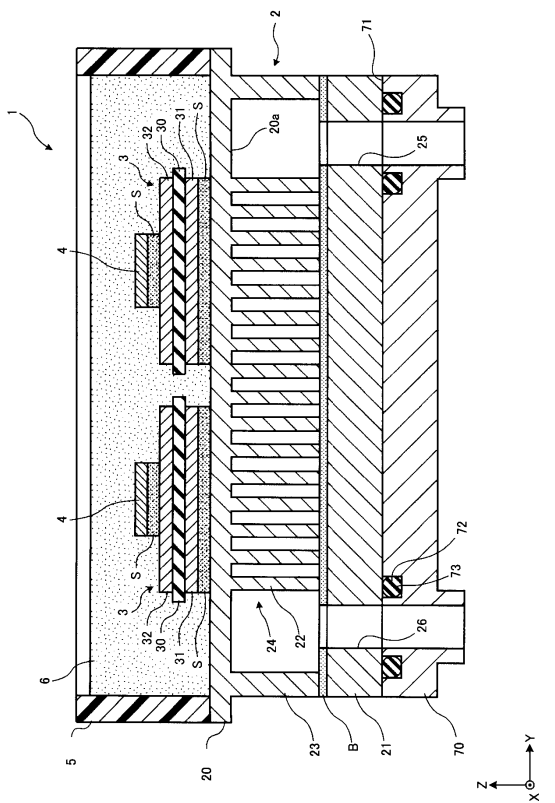
【図 2】



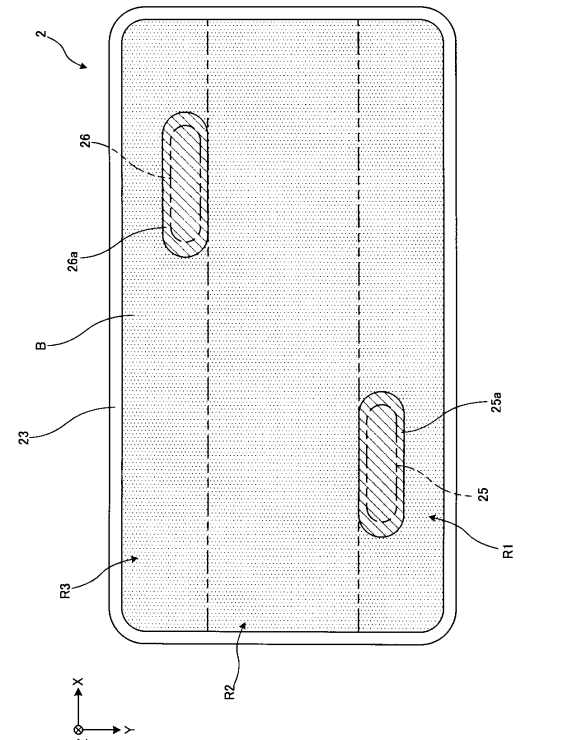
10

20

【図 3】



【図 4】

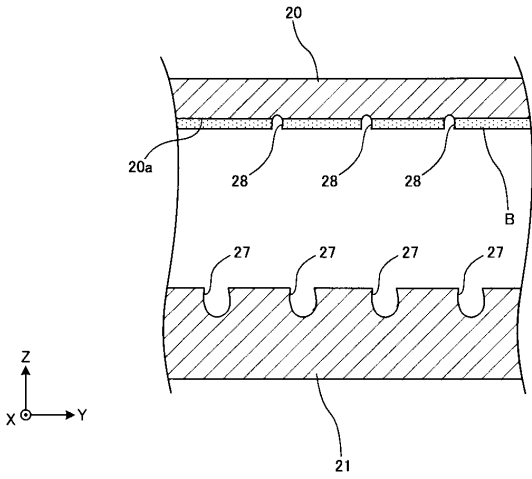


30

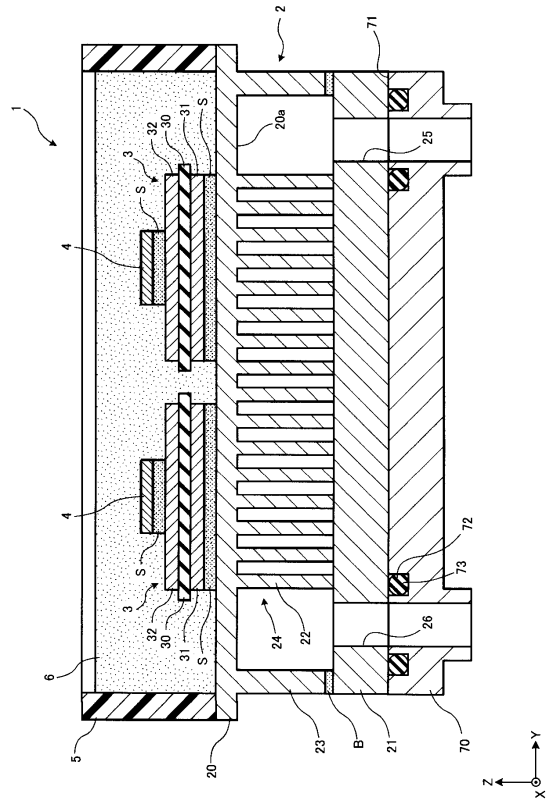
40

50

【図 5】



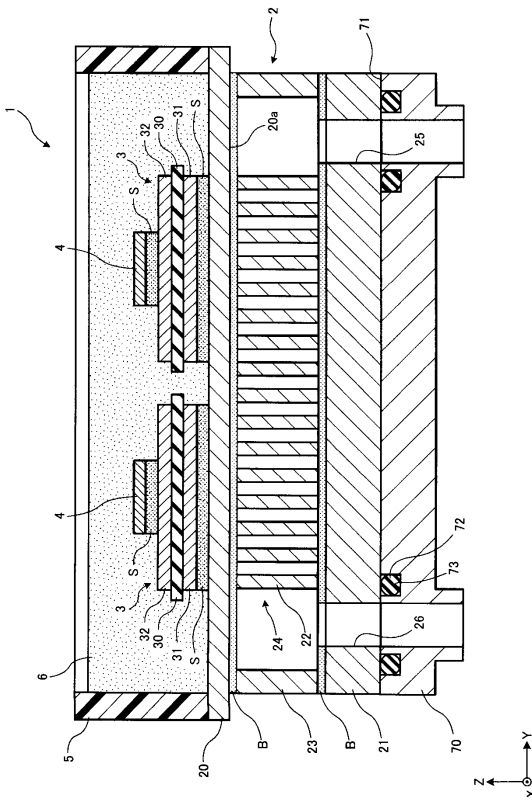
【図 6】



10

20

【図 7】



30

40

50

フロントページの続き

- 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 郷原 広道
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 栗栖 正和
(56)参考文献 特開 2 0 1 3 - 0 3 6 0 9 7 (J P , A)
特開 2 0 1 9 - 1 8 6 2 3 7 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 0 8 6 8 0 5 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 0 3 6 0 9 8 (J P , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 L 2 3 / 4 7 3
H 0 5 K 7 / 2 0