

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5891616号  
(P5891616)

(45) 発行日 平成28年3月23日 (2016. 3. 23)

(24) 登録日 平成28年3月4日 (2016. 3. 4)

(51) Int. Cl. F I  
 HO 1 L 23/29 (2006. 01) HO 1 L 23/36 A  
 HO 1 L 23/473 (2006. 01) HO 1 L 23/46 Z

請求項の数 4 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2011-142738 (P2011-142738)	(73) 特許権者	000003997
(22) 出願日	平成23年6月28日 (2011. 6. 28)		日産自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2013-12520 (P2013-12520A)		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(43) 公開日	平成25年1月17日 (2013. 1. 17)	(74) 代理人	110000486
審査請求日	平成26年4月23日 (2014. 4. 23)		とこしえ特許業務法人
		(72) 発明者	早川 和宏
			神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
		(72) 発明者	渋谷 彰弘
			神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
		(72) 発明者	上野 大悟
			神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

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】

半導体モジュールと、  
 前記半導体モジュールの表面に設けられ、前記半導体モジュールを冷却する冷却器と、  
 前記半導体モジュールと前記冷却器との間に設けられ、熱伝導性を有する放熱グリースとを備えた半導体装置であって、  
 前記放熱グリースが設けられた領域の外側で、前記冷却器と対向する前記半導体モジュールの表面、又は、前記半導体モジュールと対向する前記冷却器の表面の少なくとも一方の表面に、凹部が形成されており、  
 前記凹部は、  
前記半導体装置の製造後の初期状態において、前記放熱グリースが設けられた所定の領域の外周に前記放熱グリースと当接しないよう形成されており、かつ、  
前記放熱グリースを前記所定の領域内に留めることで、前記初期状態より後に発生する前記放熱グリースのポンプアウト現象を抑制する  
 ことを特徴とする半導体装置。

【請求項2】

前記半導体モジュールは、  
 半導体素子と、前記半導体素子の表面に設けられた金属体と、前記金属体の外周に、かつ、前記冷却器の表面と対向する位置に設けられた樹脂部とを有し、  
 前記凹部は、前記冷却器と対向する前記樹脂部の表面に形成されている

ことを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置。

【請求項 3】

前記半導体モジュールは、

半導体素子と、前記半導体素子の表面に設けられた金属体と、前記金属体の外周に、かつ、前記冷却器の表面と対向する位置に設けられた樹脂部とを有し、

前記凹部は、前記冷却器の表面のうち前記樹脂部と対向する部分に形成されている

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

前記凹部は、前記所定の領域の外周を囲う、少なくとも一本の溝により形成されている

ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の半導体装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

半導体素子と、半導体素子の表面側、裏面側にそれぞれ電気的および熱的に接合された金属板と、各金属板における半導体素子とは反対側の面である放熱面に熱的に接合された冷却器とを備える半導体装置において、互いに対向する金属板の放熱面と冷却器の接合面とは、それぞれ凹凸が形成されるとともに、両面の接合状態では当該両面の凹凸が噛み合っており、互いに対向する金属板の放熱面と冷却器の接合面との間には、電気的に絶縁性を有する絶縁膜が介在しており、この絶縁膜を介して当該両面の凹凸が噛み合っている半導体装置が知られている（特許文献 1）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2010 - 062490 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、接合面に充填されるグリースが膨張及び収縮を繰り返し、グリースが金属板と冷却器との間の隙間に掃き出されてしまい、冷却性能が下がるという問題があった。

30

【0005】

本発明が解決しようとする課題は、冷却性能を維持する半導体装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、伝熱部材が設けられた領域の外側で、冷却器と対向する半導体モジュールの表面、又は、半導体モジュールと対向する冷却器の表面の少なくとも一方の表面に、凹部を形成することによって上記課題を解決する。

40

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、凹部によって、半導体モジュールと冷却器との間の隙間が拡張されているため、伝熱部材が半導体モジュールと冷却器との間の冷却領域の外側に掃き出されにくくなり、その結果として、冷却性能を維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】本発明の実施形態に係る半導体装置に含まれる半導体モジュールの断面図である。

50

【図 2】図 1 の半導体モジュールの断面図である。

【図 3 a】比較例の半導体装置の断面図である。

【図 3 b】図 3 の X 部分の拡大図である。

【図 3 c】ポンプアウト後の様子を説明するための図であり、図 3 の X 部分の拡大図に相当する図である。

【図 4】本発明の変形例に係る半導体モジュールの断面図である。

【図 5】本発明の変形例に係る半導体装置の断面図である。

【図 6】本発明の他の実施形態に係る半導体装置の断面図である。

【図 7】本発明の変形例に係る半導体装置の断面図である。

【図 8】本発明の他の実施形態に係る半導体装置の断面図である。

10

【図 9】本発明の他の実施形態に係る半導体装置の断面図である。

【図 10】本発明の変形例に係る半導体装置の断面図である。

【図 11】本発明の他の実施形態に係る半導体装置の断面図である。

【図 12 a】本発明の実施形態に係る半導体装置に含まれる半導体モジュールの斜視図である。

【図 12 b】図 12 a の A - A 線に沿う断面図である。

【図 12 c】図 12 a の半導体モジュールの平面図である。

【図 13 a】本発明の変形例に係る半導体装置に含まれる冷却器の斜視図である。

【図 13 b】図 13 a の B - B 線に沿う断面図である。

【図 13 c】図 13 a の冷却器の平面図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0010】

《第 1 実施形態》

図 1 は本発明の実施形態に係る半導体装置 100 に含まれる半導体モジュール 1 の断面図である。本実施形態における半導体装置 100 は、例えば、自動車に搭載される三相圧型 PWM ( Pulse Width Modulation ) インバータ等の電力変換装置 ( 電力制御装置 ) に組み込まれる装置である。

【0011】

30

図 1 に示すように、半導体モジュール 1 は、半導体素子 11 と、第 1 のはんだ接続部 12 と、第 2 のはんだ接続部 13 と、第 1 の導電板 14 と、第 2 の導電板 15 と、モールド部 16 と、を備えている。半導体素子 11 には、整流ダイオード、サイリスタ、バイポーラトランジスタ、MOSFET ( Metal - Oxide - Semiconductor Field - Effect Transistor )、IGBT ( Insulated Gate Bipolar Transistor ) 等のパワーデバイスが用いられ、以下、IGBT を例として、説明する。

【0012】

半導体素子 11 の上面にはコレクタ電極が形成され、下面にはエミッタ電極が形成されている。また半導体素子 11 のベース電極は、図示しないボンディングワイヤを介して駆動基板 ( 図示しない ) に接続されている。半導体素子 11 の上面には、板状の第 1 の導電板 14 が設けられ、半導体素子 11 の上面と第 1 の導電板 14 は、第 1 のはんだ接続部 12 を介して接続されている。第 1 の導電板 14 は、第 1 の接続部 141 と第 1 の導出部 142 とを有しており、第 1 の接続部 141 及び第 1 の導出部 142 は一体に形成されている。第 1 の接続部 141 は、後述するモールド部 16 に収容され、第 1 のはんだ接続部 12 を介して、半導体素子 11 の上面に接続されている。第 1 の導出部 142 は第 1 の接続部 141 から外方に導出し、第 1 の導出部 142 の一部はモールド部 16 から露出している。当該露出部分が半導体モジュール 1 の端子部となる。

40

【0013】

第 2 の導電板 15 は、第 2 の接続部 151 と第 2 の導出部 152 とを有しており、第 2

50

の接続部 151 及び第 2 の導出部 152 は一体に形成されている。第 2 の接続部 151 は、後述するモールド部 16 に收容され、第 2 のはんだ接続部 13 を介して、半導体素子 11 の下面に接続されている。第 2 の導出部 152 は第 2 の接続部 151 から外方に導出し、第 2 の導出部 152 の一部はモールド部 16 から露出している。当該露出部分が半導体モジュール 1 の端子部となる。第 1 の導電板 14 及び第 2 の導電板 15 は、例えば銅により形成される。

【0014】

第 1 のはんだ接続部 12 及び第 2 のはんだ接続部 13 は、半導体素子 11 の表面と第 1 の導電板 14 との間、及び、半導体素子 11 の表面と第 2 の導電板 15 との間にそれぞれ介在して、半導体素子 11 と第 1 の導電板 14 及び第 2 の導電板 15 との間を、それぞれ電氣的に接続しつつ熱伝達するよう設けられている。

10

【0015】

モールド部 16 は、エポキシ系樹脂や P P C 樹脂等の塑性変形可能な絶縁体で構成されており、半導体素子 11 と、第 1 のはんだ接続部 12 及び第 2 のはんだ接続部 13 と、第 1 の導電板 14 及び第 2 の導電板 15 とを封止している。第 1 の接続部 141 の上面は、モールド部 16 により覆われているが、第 2 の接続部 151 の下面は、モールド部 16 に覆われておらず、露出している。第 2 の接続部 151 の下面は、冷却器 2 の冷却面と対向し、半導体素子 11 の熱を冷却器 2 に放熱するための放熱面となる。

【0016】

モールド部 16 の底面は、第 2 の接続部 151 の下面と面一になるよう形成されており、当該底面において、第 2 の接続部 151 の下面の外側の位置に、凹部 161 が形成されている。凹部 161 は、第 2 の接続部 151 の下面に沿った方向において、第 2 の接続部 151 を挟持する位置に形成されている。凹部 161 は、モールド部 16 の底面から、モールド部 16 の上面、言い換えると、モールド部 16 の内側に向けて凹んだ形状であり、複数の凹んだ部分を有している。これにより、モールド部 16 の底面及び凹部 161 の表面により覆われる空間内には、隙間が形成される。

20

【0017】

次に、図 2 を用いて、本例の半導体装置 100 を説明する。図 2 は半導体装置 100 の断面図である。なお、図 2 は、半導体モジュール 1 のうち、第 2 の接続部 151 及びモールド部 16 を図示しており、他の構成の図示は省略されている。

30

【0018】

図 2 に示すように、冷却器 2 は、アルミニウム等の材料により形成され、半導体モジュール 1 と当接する当接面 21 と、收容部 22 とを備えている。当接面 21 は、半導体モジュール 1 の下面と対向し、放熱グリース 3 及び図示しない絶縁シートを介して、半導体モジュール 1 に押圧され、接続されている。收容部 22 内には、水などの冷却冷媒を通すための流路が設けられている。そして、流路内を水が循環することで、半導体モジュール 1 の熱を奪い、半導体モジュール 1 を冷却する。なお、收容部 22 に冷却ファンを設けてもよい。

【0019】

放熱グリース 3 は、第 2 の導電板 15 と冷却器 2 との間に介在し、第 2 の導電板 15 の熱を冷却器 2 に熱伝達させている。放熱グリース 3 は、第 2 導電板 15 の下面と当接面 21 との間に形成される隙間を充填するための充填材であり、シリコングリース等により形成されている。放熱グリース 3 は、熱伝導により、半導体素子 11 の熱を逃がす部分に設けられ、半導体モジュール 1 の放熱面と冷却器 2 の冷却面との間に設けられる。また、放熱グリース 3 は、第 2 の接続部 151 の底面に設けられるため、凹部 161 は、放熱グリース 3 が設けられた領域の外側で、当該領域の外周に形成され、放熱グリース 3 と当接しない領域に設けられることになる。

40

【0020】

当接面 21、及び、半導体モジュール 1 の底面である、第 2 の接続部 151 の下面及びモールド部 16 の底面は平行になっており、第 2 の接続部 151 の下面と当接面 21 との

50

間には、絶縁シート（図示しない）及び放熱グリース3が介在しているため、第2の接続部151の外側の、モールド部16の底面と当接面21との間に隙間が形成される。また、第2の接続部151の外側の、モールド部16の底面には、凹部161が形成される。凹部161との表面と当接面21との距離は、凹部161を有さない半導体モジュール1の底面と当接部21との距離より長くなっている。言い換えると、半導体モジュール1の底面と当接面21により形成される隙間は、凹部161の部分で、凹部161を有さない部分より大きくなっている。

#### 【0021】

半導体モジュール1が駆動すると、半導体素子11で熱が発生する。当該熱は、第2の導電板15を伝わり、半導体モジュール1の放熱面から、放熱グリース3を伝わって、冷却器2の冷却面に伝わる。これにより、半導体モジュール1が冷却される。すなわち、半導体モジュール1の放熱面と冷却器2の冷却面とで形成される空間が、半導体モジュール1を冷却するための冷却領域となる。

10

#### 【0022】

ここで、図3を用いて、放熱グリース3のポンプアウトについて説明する。図3aは、本例とは異なり、凹部161を設けていない、比較例に係る半導体装置の断面図である。図3bはポンプアウトする前の状態の半導体装置であり、図3aのX部分の拡大図である。図3cはポンプアウトした後の状態の半導体装置であり、図3aのX部分に相当する拡大図である。

#### 【0023】

図3a及び図3bに示すように、初期状態（半導体装置の製造後、半導体モジュール1を通电していない状態）では、放熱グリース3が、第2の接続部151と冷却器2との間の隙間を埋めるように充填されている。図3aの半導体モジュール1を備えたインバータを駆動させると、インバータの使用環境に応じて、放熱グリース3は熱により膨張したり、収縮したりする。そのため、放熱グリース3は経時的に変化し、図3cの矢印に示すように、冷却器2の表面に沿って外側に掃き出されてしまう。そして、このような放熱グリース3が掃き出される現象をポンプアウトという。またポンプアウトは、熱によるものだけでなく、機械的な力が放熱グリース3に加わることによっても発生する。

20

#### 【0024】

ポンプアウトが発生すると、第2の導電板15の下面と冷却器2の表面との間の隙間体積が大きくなるため、半導体モジュール1の放熱面と冷却器2の冷却面との間の熱伝導性が悪くなり、冷却器2による冷却効果が落ちてしまう。

30

#### 【0025】

図2に戻り、本例の半導体装置100に設けられる凹部161の作用について、説明する。本例では、放熱グリース3が設けられる領域の外側で、半導体モジュール1の底面に、凹部161を設けている。半導体モジュール1の底面と冷却器2の当接面21との間の断面積について、凹部161を有する部分における当該断面積は、凹部161を有さない部分における当該断面積より拡張されている。そのため、放熱グリース3が熱膨張及び収縮を繰り返した場合でも、放熱グリース3を、第2の接続部151の底面と冷却器2の当接面21との間の領域内に留めることができ、ポンプアウト現象を抑制することができる。また、凹部161を形成することで、半導体モジュール1の底面と冷却器2の当接面21との間の隙間の間隔が、凹部161の部分で大きくなっているため、放熱グリース3の表面張力により、放熱グリース3が、第2の接続部151の底面と冷却器2の当接面21との間の領域内に引き戻されるように作用する。そのため、本例は、ポンプアウト現象を抑制することができる。

40

#### 【0026】

上記のように、本例は、放熱グリース3が設けられた領域の外側で、冷却器2と対向する半導体モジュール1の表面に凹部161を有する。これにより、凹部161の部分において、半導体モジュール1の表面と冷却器2の表面との間の隙間断面積が拡張されるため、放熱グリース3を、半導体モジュール1の放熱面と冷却器2の冷却面との間の空間に留

50

めることができ、ポンプアウトを抑制することができる。また、凹部 161 の部分において、放熱グリース 3 の表面張力により、放熱グリース 3 を当該空間に引き戻すことができる。また放熱グリース 3 中のオイル成分が冷却器 2 の表面に染み出ること（オイル成分のブリードアウト現象）を防ぐことができる。その結果として、本例の半導体装置 100 は冷却性能を維持することができる。

【0027】

また本例は、凹部 161 において、凹みを複数形成しているため、隙間の断面積が連続的に変化させ、隙間断面積の変化量を確保することができる。そのため、半導体モジュール 1 の表面に深い凹みを設けなくてもよく、半導体モジュール 1 の薄型化を図ることができる。

10

【0028】

なお、本例は、片面冷却方式の半導体装置 100 において、半導体モジュール 1 の底面に凹部 161 を形成したが、図 4 及び図 5 に示すように、半導体モジュール 1 の上面に凹部 161 を形成し、両面冷却式の半導体装置 100 としてもよい。図 4 は本例の変形に係る半導体装置 100 に含まれる半導体モジュール 1 の断面図であり、図 5 は本例の変形に係る半導体装置 100 の断面図である。

【0029】

図 4 に示すように、第 1 の接続部 141 の上面は、モールド部 16 に覆われておらず、露出している。第 1 の接続部 141 の上面は、冷却器 2 a の冷却面と対向し、半導体素子 11 の熱を冷却器 2 a に放熱するための放熱面となる。モールド部 16 の上面は、第 1 の接続部 141 の上面と面一になるよう形成されており、当該上面において、第 1 の接続部 141 の上面の外側の位置に、凹部 162 が形成されている。凹部 162 は、第 1 の接続部 141 の上面に沿った方向において、第 1 の接続部 141 を狭持する位置に形成されている。凹部 162 は、モールド部 16 の上面から、モールド部 16 の底面、言い換えると、モールド部 16 の内側に向けて凹んだ形状であり、複数の凹んだ部分を有している。これにより、モールド部 16 の上面及び凹部 162 の表面により覆われる空間内には、隙間が形成される。

20

【0030】

図 5 に示すように、冷却器 2 は、上側の冷却器 2 a と下側の冷却器 2 b とを備えている。冷却器 2 a の下面は、半導体モジュール 1 の上面と対向し、放熱グリース 3 及び図示しない絶縁シートを介して、半導体モジュール 1 に押圧し、接続されている。放熱グリース 3 a は、第 1 の接続部 141 と冷却器 2 a との間に介在し、第 1 の導電板 14 の熱を冷却器 2 に熱伝導させている。放熱グリース 3 a は、第 1 の接続部 141 の上面に設けられるため、凹部 162 は、放熱グリース 3 a が設けられた領域の外側で、放熱グリース 3 a と当接しない領域に設けられることになる。なお、冷却器 2 b、放熱グリース 3 b 及び半導体モジュール 1 のうち下側の構成は、片面冷却方式の半導体装置 100 の構成と同様であるため、説明を省略する。これにより、本例は、両面冷却方式の半導体装置 100 において、片面冷却方式の半導体装置 100 と同様に、放熱グリース 3 a、3 b のポンプアウトを抑制することができ、冷却性能を維持することができる。また放熱グリース 3 a、3 b 中のオイル成分が冷却器 2 a、2 b の表面に染み出ること（オイル成分のブリードアウト現象）を防ぐことができる。

30

40

【0031】

なお、本例において、凹部 161、162 は必ずしも複数設ける必要はなく、1 つであってもよい。また凹部 161、162 は、必ずしも、放熱グリース 3 が設けられた領域の外周を一周に渡って形成する必要はない。

【0032】

上記の放熱グリース 3、3 a、3 b が本発明の「伝熱部材」に相当する。

【0033】

《第 2 実施形態》

図 6 は、発明の他の実施形態に係る半導体装置 100 の断面図である。本例では上述し

50

た第1実施形態に対して、冷却器2の表面に凹部201、202を設ける点異なる。これ以外の構成は上述した第1実施形態と同じであるため、その記載を適宜、援用する。

【0034】

図6に示すように、半導体モジュール1の表面である、上面及び下面には、第1の接続部141及び第2の接続部151がそれぞれ露出している。放熱グリース3a及び放熱グリース3bは、冷却器2aの表面と半導体モジュール1の上面との間、冷却器2aの表面と半導体モジュール1の下面との間に設けられている。また放熱グリース3a及び放熱グリース3bは、第1の接続部141及び第2の接続部151の表面のうち、一部の表面に設けられている。凹部201及び凹部202は、冷却器2aの底面及び冷却器2bの上面に、それぞれ形成されている。また凹部201及び凹部202は、放熱グリース3a、放熱グリース3bが設けられる領域の外側で、放熱グリース3a、放熱グリース3bと当接しない位置に形成されている。

10

【0035】

冷却器2a、2bは、放熱グリース3a及び放熱グリース3bと、図示しない絶縁シートとを介して、半導体モジュール1に押圧され、半導体モジュール1に接続される。冷却器2aの表面と第1の接続部141の上面との間において、凹部201が形成されている部分には、放熱グリース3aが充填されない。そのため、冷却器2aの当接面21と、半導体モジュール1の放熱面となる、第1の接続部141の表面とにより形成される隙間は、凹部201の部分で、凹部201を有さない部分より大きくなっている。また、冷却器2bの表面と第2の接続部151の下面との間において、凹部202が形成されている部分には、放熱グリース3bが充填されない。そのため、冷却器2bの当接面22と、半導体モジュール1の放熱面となる、第2の接続部151の表面とにより形成される隙間は、凹部202の部分で、凹部202を有さない部分より大きくなっている。

20

【0036】

上記のように、本例は、放熱グリース3が設けられた領域の外側で、半導体モジュール1と対向する冷却器2a、2bの表面に凹部201、202を有する。これにより、凹部201、202の部分において、半導体モジュール1の表面と冷却器2a、2bの表面との間の隙間断面積が拡張されるため、放熱グリース3a、3bを、半導体モジュール1の放熱面と冷却器2の冷却面との間の空間に留めることができ、ポンプアウトを抑制することができる。また、凹部201、202の部分において、放熱グリース3a、3bの表面張力により、放熱グリース3a、3bを当該空間に引き戻すことができる。その結果として、本例の半導体装置100は冷却性能を維持することができる。

30

【0037】

また本例は、凹部201、202において、凹みを複数形成しているため、隙間の断面積が連続的に変化し、隙間断面積の変化量を確保することができる。そのため、冷却器2a、2bの表面に深い凹みを設けなくてもよく、冷却器2a、2bの薄型化を図ることができる。

【0038】

なお、本例は、図7に示すように、半導体モジュール1の表面に凹部161、162を形成し、冷却器2a、2bの表面に凹部201、202を形成してもよい。図7は、本例の変形例に係る両面冷却方式の半導体装置100の断面図である。また本例は、両面冷却方式の半導体装置100に限らず、片面冷却方式の半導体装置100に適用してもよい。

40

【0039】

《第3実施形態》

図8は、発明の他の実施形態に係る半導体装置100の断面図である。本例では上述した第1実施形態に対して、樹脂部17に凹部171を設ける点異なる。これ以外の構成は上述した第1実施形態と同じであるため、その記載を適宜、援用する。

【0040】

図8に示すように、半導体モジュール1の表面には、第2の接続部151と樹脂部17とが形成されている。樹脂部17は、絶縁性の樹脂材料により形成され、第2の接続部1

50

51の外周に設けられ、第2の接続部151を側面から覆うように形成されている。また樹脂部17は、冷却器2の表面と対向する位置に形成されている。そして、樹脂部17の下面及び第2の接続部151の下面が、冷却器2の表面との当接面となる。凹部171は、樹脂部17の下面に形成され、冷却器2の表面と対向している。凹部171は、放熱グリース3が設けられた領域の外側で、放熱グリース3と当接しない領域に設けられる。放熱グリース3は、第2の接続部151の下面に充填され、樹脂部17の表面には充填されていない。

【0041】

半導体モジュール1が、放熱グリース3及び絶縁シート(図示しない)を介して、冷却器2に押圧されると、第2の接続部151の下面と冷却器2の表面との間には、放熱グリース3が充填されるが、凹部171の表面と冷却器2の表面との間には、隙間が形成される。そのため、半導体モジュール1の表面と、冷却器2の表面21とにより形成される隙間は、凹部171の部分で、凹部171を有さない部分より大きくなっている。

10

【0042】

上記のように、本例は、第2の接続部151の外周で、冷却器2の表面と対向する位置に樹脂部17を有し、冷却器2の表面と対向する、樹脂部17の表面に凹部171を形成する。凹部171の部分において、半導体モジュール1の表面と冷却器2の表面との間の隙間断面積が拡張されるため、放熱グリース3を、半導体モジュール1の放熱面と冷却器2の冷却面との間の空間に留めることができ、ポンプアウトを抑制することができる。また、凹部171の部分において、放熱グリース3の表面張力により、放熱グリース3を当該空間に引き戻すことができる。その結果として、本例の半導体装置100は冷却性能を維持することができる。

20

【0043】

なお、本例は、片面冷却方式の半導体装置100に限らず、両面冷却方式の半導体装置100に適用してもよい。

【0044】

《第4実施形態》

図9は、発明の他の実施形態に係る半導体装置100の断面図である。本例では上述した第3実施形態に対して、樹脂部17と対向する、冷却器2の表面に凹部202を設ける点が異なる。これ以外の構成は上述した第3実施形態と同じであるため、その記載を適宜、援用する。

30

【0045】

図9に示すように、凹部202は、冷却器2の表面に形成され、樹脂部17と対向している。凹部202は、放熱グリース3が設けられた領域の外側で、放熱グリース3と当接しない領域に設けられる。放熱グリース3は、第2の接続部151の下面に充填され、樹脂部17の表面及び凹部202の表面には充填されていない。

【0046】

半導体モジュール1が、放熱グリース3及び絶縁シート(図示しない)を介して、冷却器2に押圧されると、第2の接続部151の下面と冷却器2の表面との間には、放熱グリース3が充填されるが、凹部202と樹脂部17の表面との間には、隙間が形成される。そのため、半導体モジュール1の表面と、冷却器2の表面21とにより形成される隙間は、凹部202の部分で、凹部202を有さない部分より大きくなっている。

40

【0047】

上記のように、本例は、第2の接続部151の外周で、冷却器2の表面と対向する位置に樹脂部17を有し、樹脂部17と対向する、冷却器2の表面に凹部202を形成する。凹部202の部分において、半導体モジュール1の表面と冷却器2の表面との間の隙間断面積が拡張されるため、放熱グリース3を、半導体モジュール1の放熱面と冷却器2の冷却面との間の空間に留めることができ、ポンプアウトを抑制することができる。また、凹部202の部分において、放熱グリース3の表面張力により、放熱グリース3を当該空間に引き戻すことができる。その結果として、本例の半導体装置100は冷却性能を維持す

50

ることができる。

【0048】

なお、本例は、片面冷却方式の半導体装置100に限らず、両面冷却方式の半導体装置100に適用してもよい。また、図10に示すように、樹脂部17に凹部171を設けてもよい。図10は、本発明の変形例に係る半導体装置100の断面図である。

【0049】

《第5実施形態》

図11は、発明の他の実施形態に係る半導体装置100の断面図である。本例では上述した第2実施形態に対して、第1の接続部141及び第2の接続部151に、凹部143及び凹部153をそれぞれ設ける点が異なる。これ以外の構成は上述した第2実施形態と同じであるため、その記載を適宜、援用する。

10

【0050】

図11に示すように、凹部143は、冷却器2aの表面と対向する、第1の接続部141の表面に形成され、凹部153は、冷却器2bの表面と対向する、第2の接続部151の表面に形成されている。また、凹部143及び凹部153は、放熱グリース3a及び放熱グリース3bが設けられる領域の外側で、放熱グリース3a及び放熱グリース3bと当接しない位置に形成されている。

【0051】

冷却器2a、2bは、放熱グリース3a及び放熱グリース3bと、図示しない絶縁シートとを介して、半導体モジュール1に押圧され、半導体モジュール1に接続される。冷却器2aの表面と第1の接続部141の上面との間において、凹部143が形成されている部分には、放熱グリース3aが充填されない。そのため、冷却器2aの当接面21と、半導体モジュール1の放熱面となる、第1の接続部141の表面とにより形成される隙間は、凹部143の部分で、凹部143を有さない部分より大きくなっている。また、冷却器2bの表面と第2の接続部151の下面との間において、凹部153が形成されている部分には、放熱グリース3bが充填されない。そのため、冷却器2bの当接面22と、半導体モジュール1の放熱面となる、第2の接続部151の表面とにより形成される隙間は、凹部153の部分で、凹部153を有さない部分より大きくなっている。

20

【0052】

上記のように、本例は、放熱グリース3が設けられた領域の外側で、冷却器2a、2bと対向する第1の接続部141及び第2の接続部151の表面に凹部143及び凹部153をそれぞれ有する。これにより、凹部143、153の部分において、半導体モジュール1の表面と冷却器2a、2bの表面との間の隙間断面積が拡張されるため、放熱グリース3a、3bを、半導体モジュール1の放熱面と冷却器2の冷却面との間の空間に留めることができ、ポンプアウトを抑制することができる。また、凹部143、153の部分において、放熱グリース3a、3bの表面張力により、放熱グリース3a、3bを当該空間に引き戻すことができる。

30

【0053】

なお本例は、両面冷却方式の半導体装置100に限らず、片面冷却方式の半導体装置100に適用してもよい。

40

【0054】

《第6実施形態》

図12a～図12cは、発明の他の実施形態に係る半導体装置100に含まれる半導体モジュール1を示す図である。本例では上述した第1実施形態に対して、凹部161を、一本の溝により形成している点が異なる。これ以外の構成は上述した第1実施形態と同じであるため、その記載を適宜、援用する。図12aは半導体モジュールの斜視図を、図12bは図12aのA-A線に沿う断面図を、図12cは半導体モジュールの平面図である。

【0055】

図12a～図12cに示すように、第2の接続部151は直方体形状に形成され、第2

50

の接続部 1 5 1 の側面方向において、第 2 の接続部 1 5 1 の外周を囲うよう、凹部 1 6 1 が形成されている。凹部 1 6 1 は一本の溝で形成され、当該一本の溝は、第 2 の接続部 1 5 1 の外周に沿って繋がっている。これにより、第 2 の接続部 1 5 1 の外周は、凹部 1 6 1 で囲われている。

【 0 0 5 6 】

また第 1 の実施形態と同様に、第 2 の接続部 1 5 1 の表面には、放熱グリース 3 が形成されるため、凹部 1 6 1 は、放熱グリース 3 が設けられる領域の外周を囲うように形成される。

【 0 0 5 7 】

上記のように、本例において、凹部 1 6 1 は、放熱グリース 3 が設けられる領域の外周を囲った一本の溝により形成される。これにより、凹部 1 6 1 の部分において、半導体モジュール 1 の表面と冷却器 2 の表面との間の隙間断面積が拡張されるため、放熱グリース 3 を、半導体モジュール 1 の放熱面と冷却器 2 の冷却面との間の空間に留めることができ、ポンプアウトを抑制することができる。また、凹部 1 6 1 の部分において、放熱グリース 3 の表面張力により、放熱グリース 3 を当該空間に引き戻すことができる。また放熱グリース 3 中のオイル成分が冷却器 2 の表面に染み出ること（オイル成分のブリードアウト現象）を防ぐことができる。その結果として、本例の半導体装置 1 0 0 は冷却性能を維持することができる。

10

【 0 0 5 8 】

なお、本例は、一本の溝により形成される凹部 2 0 2 を、図 1 3 a ~ 1 3 c に示すように、冷却器 2 の表面に形成してもよい。図 1 3 a は本発明の変形例に係る半導体装置 1 0 0 に含まれる冷却器 2 の斜視図を、図 1 3 b は図 1 3 a の B - B 線に沿う断面図を、図 1 3 c は冷却器 2 の平面図である。

20

【 0 0 5 9 】

図 1 3 a ~ 図 1 3 c に示すように、放熱モジュール 3 が設けられる部分の外周に沿って、凹部 2 0 2 が形成されている。凹部 2 0 2 は一本の溝で、冷却器 2 の表面に形成され、当該一本の溝は、放熱グリース 3 が設けられる部分の外周に沿うよう繋がっている。凹部 1 6 1 で囲われている部分には、第 2 の接続部 1 5 1 が、放熱グリース 3 及び図示しない絶縁シートを介して、押圧される。凹部 1 6 1 で囲われている部分が、放熱モジュール 3 が設けられる部分となる。

30

【 0 0 6 0 】

なお、本例は、凹部 1 6 1、凹部 2 0 2 を一本の溝により形成したが、必ずしも一本である必要はなく、複数の溝であってもよい。また、本例は、片面冷却方式の半導体装置 1 0 0 に限らず、両面冷却方式の半導体装置 1 0 0 に適用してもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 1 】

1 0 0 ... 半導体装置

1 ... 半導体モジュール

1 1 ... 半導体素子

1 2 ... 第 1 のはんだ接続部

1 3 ... 第 2 のはんだ接続部

1 4 ... 第 1 の導電板

1 4 1 ... 第 1 の接続部

1 4 2 ... 第 1 の導出部

1 4 3 ... 凹部

1 5 ... 第 2 の導電板

1 5 1 ... 第 2 の接続部

1 5 2 ... 第 2 の導出部

1 5 3 ... 凹部

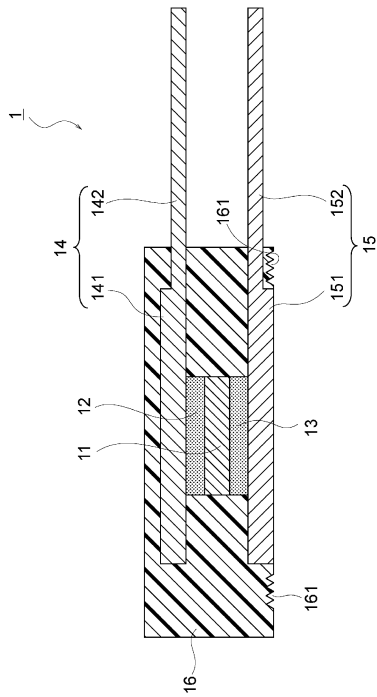
1 6 ... モールド部

40

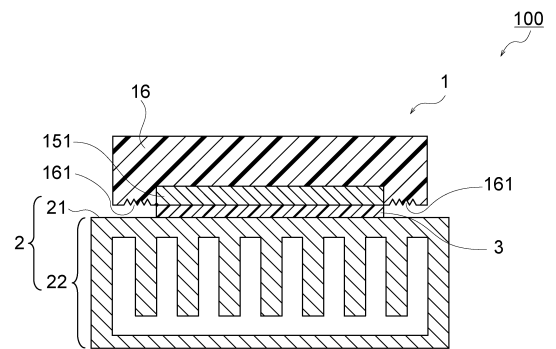
50

- 1 6 1 ... 凹部
- 1 7 ... 樹脂部
- 1 7 1 ... 凹部
- 2 ... 冷却器
- 2 a、2 b ... 冷却器
- 2 1 ... 当接面
- 2 2 ... 收容部
- 2 0 1、2 0 2 ... 凹部
- 3、3 a、3 b ... 放熱グリース

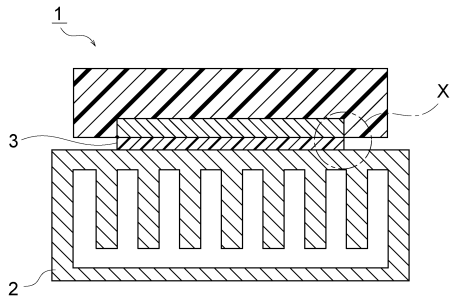
【図 1】



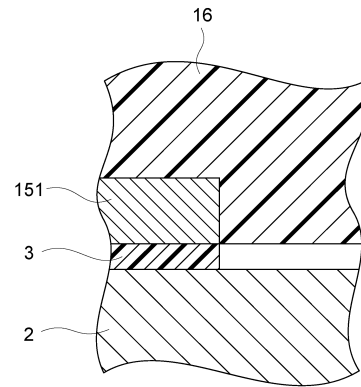
【図 2】



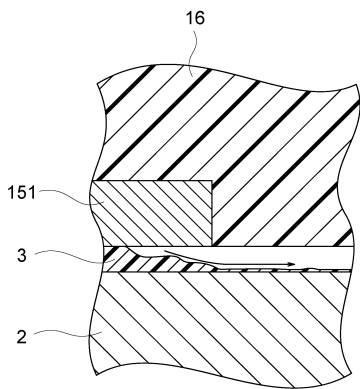
【図 3 a】



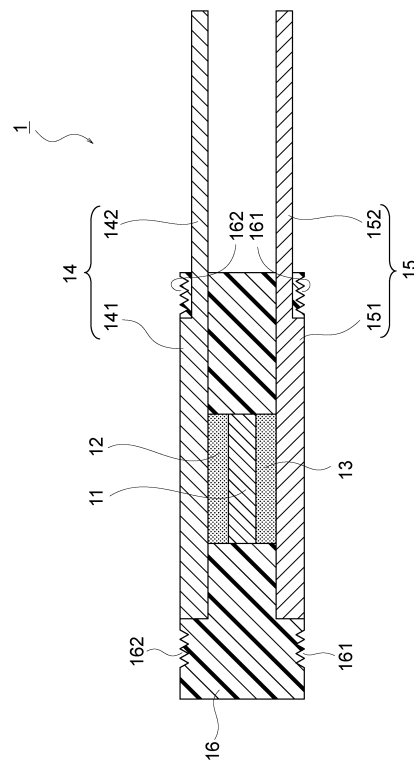
【図 3 b】



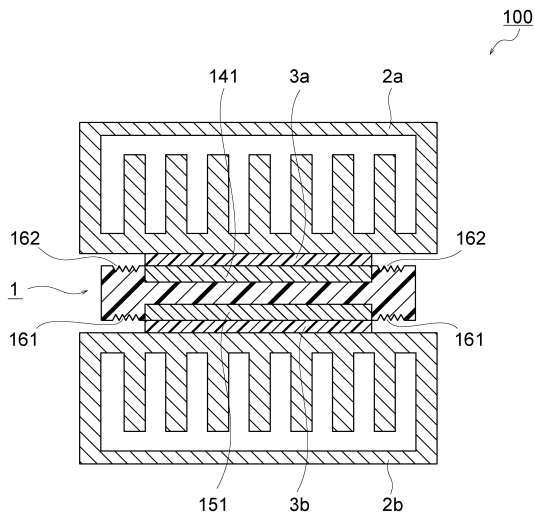
【図 3 c】



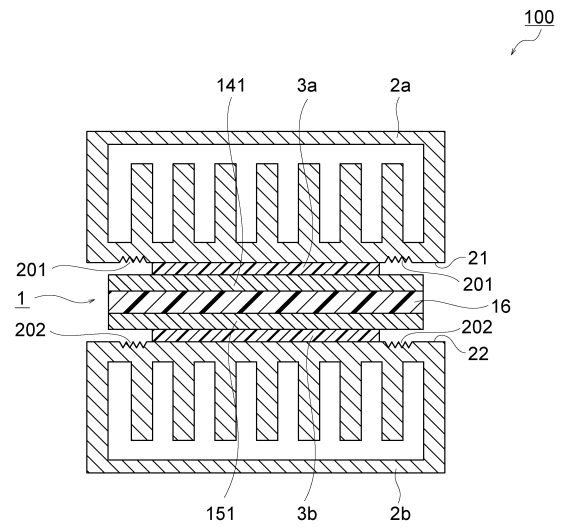
【図 4】



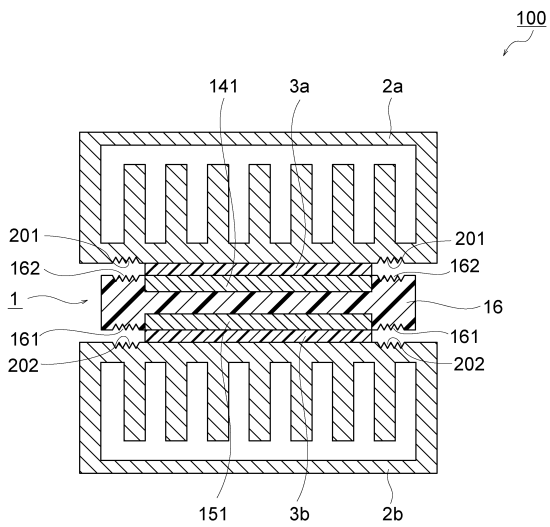
【図5】



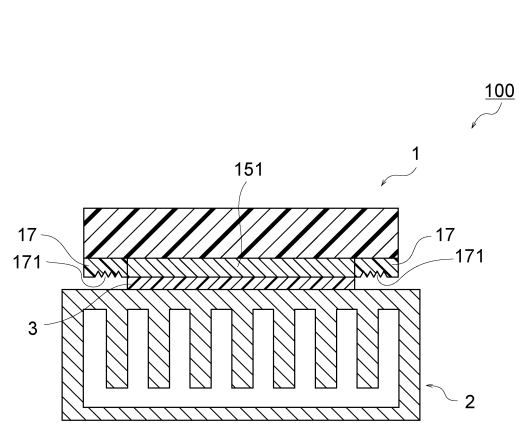
【図6】



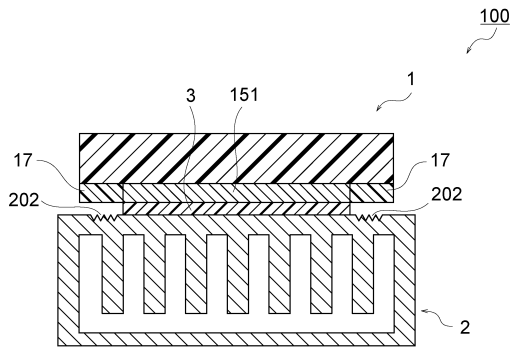
【図7】



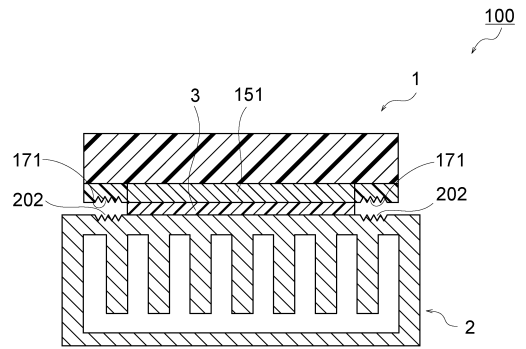
【図8】



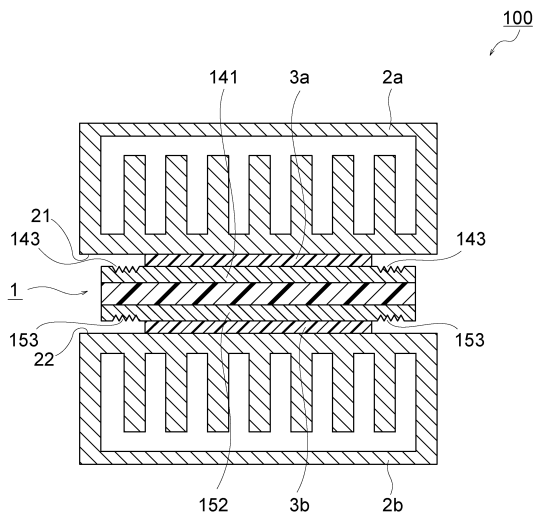
【図 9】



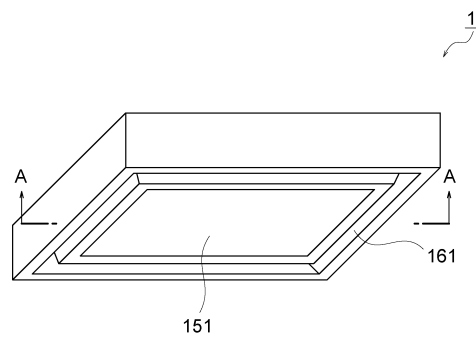
【図 10】



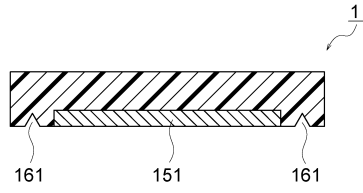
【図 11】



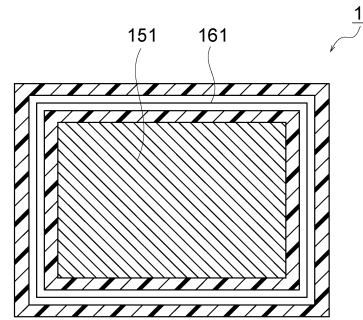
【図 12 a】



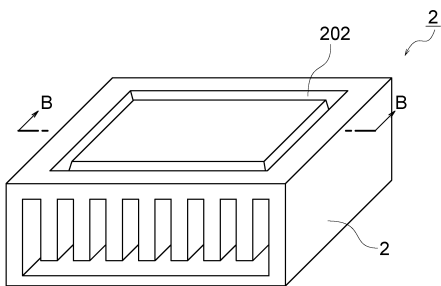
【図 1 2 b】



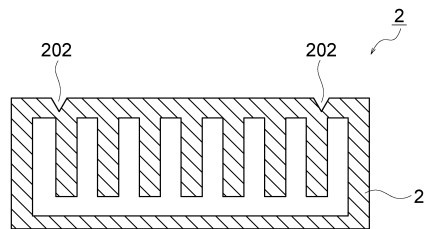
【図 1 2 c】




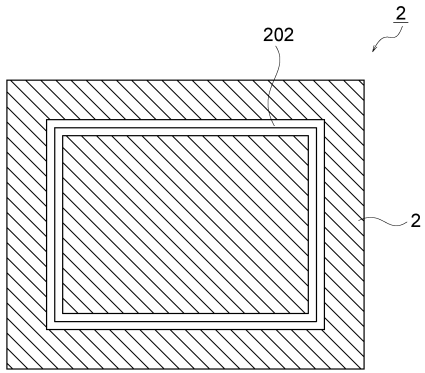
【図 1 3 a】



【図 1 3 b】



【 1 3 c】



---

フロントページの続き

(72)発明者 広田 崇  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

審査官 深沢 正志

(56)参考文献 特開2003-168772(JP,A)  
特開2005-012163(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 23/34 - 23/473