

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2022-162192

(P2022-162192A)

(43)公開日 令和4年10月24日(2022.10.24)

(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 E 3 2 2
H 0 1 L 23/36 (2006.01)	H 0 1 L 23/36	C 5 F 1 3 6
H 0 1 L 23/48 (2006.01)	H 0 1 L 23/48	L
H 0 5 K 7/20 (2006.01)	H 0 1 L 23/48	N
	H 0 5 K 7/20	D

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全20頁)

(21)出願番号 特願2021-66882(P2021-66882)  
 (22)出願日 令和3年4月12日(2021.4.12)  
 (11)特許番号 特許第7118205号(P7118205)  
 (45)特許公報発行日 令和4年8月15日(2022.8.15)

(71)出願人 000006013  
 三菱電機株式会社  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号  
 (74)代理人 110002941弁理士法人ぱるも特許事務所  
 (72)発明者 酒井 将司  
 東京都千代田区九段北一丁目13番5号  
 三菱電機エンジニアリング株式会社内  
 Fターム(参考) 5E322 AA02 AA11 AB08  
 5F136 BB04 BB05 DA27 FA02  
 FA03

(54)【発明の名称】 半導体装置及びそれを用いた半導体モジュール

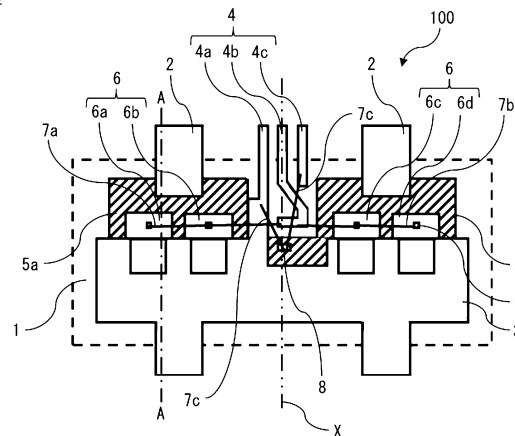
(57)【要約】 (修正有)

【課題】半導体装置が当接する絶縁部材の大型化を抑制した半導体装置を提供する。

【解決手段】半導体装置100は、板状に形成された放熱板5と、放熱板5の一方の面に接合された複数のスイッチング素子6と、放熱板5と離間した状態で、放熱板5から離れる方向に延出し、第一導電体(ボンディング部材)のボンディングワイヤ7a及びボンディングワイヤ7b)を介して、素子実装面5aの側とは反対側の面に接続された第一端子4bと、複数のスイッチング素子6、放熱板5及び第一端子4bを封止するモールド樹脂1と、を備える。放熱板5の外周部には切欠きが設けられ、第一端子4bの放熱板5の側の部分が、放熱板5の一方の面に垂直な方向に見て、切欠きにより切り欠いている領域と重複し、放熱板5の他方の面の外周部に、内側に引っ込んだ引っ込み部が形成されている。

【選択図】図2

図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

板状に形成された放熱板と、  
 前記放熱板の一方の面に接合された複数のスイッチング素子と、  
 前記放熱板と離間した状態で、前記放熱板から離れる方向に延出した端子であって、第一導電体を介して、複数の前記スイッチング素子における前記放熱板の側とは反対側の面と接続された第一端子と、  
 複数の前記スイッチング素子、前記放熱板、及び前記第一端子を封止する封止部材と、  
 を備え、  
 前記放熱板の外周部には、切欠きが設けられ、  
 前記第一端子の前記放熱板の側の部分が、前記放熱板の一方の面に垂直な方向に見て、前記切欠きにより切り欠いている領域と重複し、  
 前記放熱板の他方の面の外周部に、内側に引っ込んだ引っ込み部が形成されている半導体装置。

10

## 【請求項 2】

前記引っ込み部は、面取り部である請求項 1 に記載の半導体装置。

## 【請求項 3】

前記引っ込み部は、前記放熱板の他方の面の外周部が前記放熱板の一方の面の側に引っ込んだ段差により形成されている請求項 1 に記載の半導体装置。

## 【請求項 4】

前記切欠きの部分を除いた前記放熱板の他方の面の外周部に、前記引っ込み部が形成されている請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

20

## 【請求項 5】

前記切欠きの奥側に位置する前記放熱板の部分である奥側部分において、前記奥側部分における前記放熱板の一方の面に、内側に引っ込んだ奥側引っ込み部が形成されている請求項 4 に記載の半導体装置。

## 【請求項 6】

前記奥側引っ込み部は、前記奥側部分における前記切欠きの側の面に形成された傾斜面により形成され、前記傾斜面は、前記放熱板の他方の面から一方の面に向かうに従って、次第に切欠きの側から放熱板の側に傾斜している請求項 5 に記載の半導体装置。

30

## 【請求項 7】

前記奥側引っ込み部は、前記奥側部分における前記放熱板の一方の面が、前記放熱板の他方の面の側に引っ込んだ段差により形成されている請求項 5 または 6 に記載の半導体装置。

## 【請求項 8】

複数の前記スイッチング素子と、前記放熱板と、前記第一端子と、が二組設けられ、  
 第一組の放熱板及び第二組の放熱板は、同一平面上に隣接して配置され、  
 前記第一組の放熱板の前記切欠きは、前記第二組の放熱板とは反対側の前記第一組の放熱板の外周部に設けられ、  
 前記第二組の放熱板の前記切欠きは、前記第一組の放熱板とは反対側の前記第二組の放熱板の外周部に設けられ、  
 第一組の前記第一端子は、前記第二組の放熱板とは反対側に延出し、  
 第二組の前記第一端子は、前記第一組の放熱板とは反対側に延出し、  
 前記第一組の放熱板の一方の面に接合された前記スイッチング素子の前記放熱板の側とは反対側の面に設けられた電極と、前記第二組の放熱板の一方の面とを接続したインナーリードと、  
 前記第二組の放熱板の一方の面に接合された前記スイッチング素子の前記放熱板の側とは反対側の面に設けられた電極と接続され、隙間を空けて前記インナーリードに重ねて配置された負アーム N 端子と、を備え、

40

前記インナーリードと前記負アーム N 端子とは、第一組の放熱板と第二組の放熱板との

50

間の隙間の部分に連通する貫通孔を有している請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 9】

請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の前記半導体装置と、  
前記引込み部を除いた前記放熱板の他方の端面に当接した板状の絶縁部材と、を備えた半導体モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、半導体装置及びそれを用いた半導体モジュールに関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

電気自動車またはプラグインハイブリッド自動車のような電動車両には、高電圧バッテリーの電力を変換するための電力変換装置が設けられる。電力変換装置には、スイッチング動作にて電力を変換する半導体装置が用いられる。

【0003】

半導体装置は、放熱性を有した金属板に接合された半導体スイッチング素子を備える。半導体スイッチング素子は、電力変換用のパワー回路を形成する主端子及びスイッチング制御を行う制御回路と接続される制御端子と、DLB(Direct-Lead-Bonding)もしくはワイヤボンディング等の方法によって接続される。半導体スイッチング素子は樹脂またはゲル等の封止部材によって封止され、半導体スイッチング素子を取り囲んで封止部が形成される。同一の半導体スイッチング素子に対応した主端子及び制御端子が、封止部のひとつの突出面から突出すると共に突出面に沿って並んで配置されている半導体装置が開示されている(例えば、特許文献1参照)。

20

【0004】

開示された半導体装置では、半導体素子の裏面の主電極に接続された放熱板を介して、半導体素子の主電極と主端子とが電氣的に接続されている。一方、半導体素子の制御電極には、ボンディングワイヤを介して制御端子が接続されている。これらの主端子及び制御端子が、封止部のひとつの突出面から突出するとともに、突出面に沿って並んで配置されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2015-185834号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記特許文献1における半導体装置の構造では、放熱板は半導体素子の裏面の主電極に接続されているため、放熱板には電流が流れる。そのため、半導体装置は絶縁板などの絶縁部材を介して、冷却器に取り付けられる。絶縁板を介して半導体装置を冷却器に取り付けた場合、放熱板と冷却器との間に沿面距離を確保する必要があるため、半導体装置が当接する絶縁板が大型化するという課題があった。

40

【0007】

そこで、本願は、半導体装置が当接する絶縁部材の大型化を抑制した半導体装置を得ること、及び大型化を抑制した半導体モジュールを得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本願に開示される半導体装置は、板状に形成された放熱板と、放熱板の一方の面に接合された複数のスイッチング素子と、放熱板と離間した状態で、放熱板から離れる方向に延出した端子であって、第一導電体を介して、複数のスイッチング素子における放熱板の側

50

とは反対側の面と接続された第一端子と、複数のスイッチング素子、放熱板、及び第一端子を封止する封止部材とを備え、放熱板の外周部には、切欠きが設けられ、第一端子の放熱板の側の部分が、放熱板の一方の面に垂直な方向に見て、切欠きにより切り欠いている領域と重複し、放熱板の他方の面の外周部に、内側に引っ込んだ引っ込み部が形成されているものである。

【0009】

本願に開示される半導体モジュールは、本願に開示された半導体装置と、引っ込み部を除いた放熱板の他方の面に当接した板状の絶縁部材と、を備えたものである。

【発明の効果】

【0010】

本願に開示される半導体装置によれば、板状に形成された放熱板と、放熱板の一方の面に接合された複数のスイッチング素子とを備え、放熱板の他方の面の外周部に内側に引っ込んだ引っ込み部が形成されているため、半導体装置が絶縁板を介して冷却器に取り付けられる際の放熱板と冷却器との間の沿面距離における放熱板の側面の部分から絶縁板の側面までの水平距離を引っ込み部が形成されていない場合の水平距離よりも小さくすることができるので、半導体装置が当接する絶縁板の大型化を抑制することができる。

10

【0011】

本願に開示される半導体モジュールによれば、本願に開示された半導体装置と、引っ込み部を除いた放熱板の他方の面に当接した板状の絶縁部材とを備えたため、絶縁板の大型化が抑制されるので、半導体モジュールの大型化を抑制することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施の形態1に係る半導体モジュールの外観を示す上面図である。

【図2】実施の形態1に係る半導体装置の構成の概略を示す平面図である。

【図3】実施の形態1に係る半導体装置の外観を示す側面図である。

【図4】実施の形態1に係る半導体装置の放熱板の概略を示す平面図である。

【図5】図2のA-A断面位置で切断した半導体装置の概略を示す断面図である。

【図6】実施の形態1に係る半導体装置の放熱板の外観を示す斜視図である。

【図7】図2のA-A断面位置で切断した半導体装置の要部の概略を示す断面図である。

【図8】比較例に係る半導体装置の要部を示す断面図である。

30

【図9】実施の形態2に係る半導体装置の放熱板の外観を示す斜視図である。

【図10】実施の形態3に係る半導体装置の放熱板の外観を示す斜視図である。

【図11】実施の形態3に係る半導体装置の放熱板の外観を示す側面図である。

【図12】実施の形態4に係る半導体装置の放熱板の外観を示す側面図である。

【図13】実施の形態4に係る半導体装置の別の放熱板の外観を示す側面図である。

【図14】実施の形態5に係る半導体装置の放熱板の外観を示す側面図である。

【図15】実施の形態6に係る半導体装置の放熱板の外観を示す側面図である。

【図16】実施の形態7に係る半導体装置の外観を示す上面図である。

【図17】実施の形態7に係る半導体装置の構成の概略を示す平面図である。

【図18】実施の形態7に係る半導体装置の構成の概略を示す別の平面図である。

40

【図19】実施の形態7に係る半導体装置の構成の概略を示す別の平面図である。

【図20】実施の形態7に係る半導体装置の外観を示す側面図である。

【図21】実施の形態7に係る半導体装置の要部を示す側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本願の実施の形態による半導体装置を図に基づいて説明する。なお、各図において同一、または相当部材、部位については同一符号を付して説明する。

【0014】

実施の形態1.

図1は実施の形態1に係る半導体モジュール500の外観を示す上面図、図2は半導体

50

装置 100 の構成の概略を示す平面図、図 3 は半導体装置 100 の外観を示す側面図、図 4 は半導体装置 100 の放熱板 5 の概略を示す平面図で、素子実装面 5 a の側から見た図、図 5 は図 2 の A - A 断面位置で切断した半導体装置 100 の概略を示す断面図で、引込み部 5 e を省略して示した図、図 6 は半導体装置 100 の放熱板 5 の外観を示す斜視図で、素子実装面 5 a とは反対側の冷却面 5 f の側から見た図、図 7 は図 2 の A - A 断面位置で切断した半導体装置 100 と周囲の部材の概略を封止部材であるモールド樹脂 1 を取り除いて示す断面図で、特に P 端子 2 と放熱板 5 の近傍を拡大して示した図、図 8 は比較例に係る半導体装置 300 の要部を示す断面図で、図 7 と同等の部分を示す図ある。図 2 はモールド樹脂 1 を取り除いて示した図で、破線はモールド樹脂 1 の外形である。半導体装置 100 は複数のスイッチング素子 6 を有し、スイッチング動作にて電力を変換する装置である。

10

#### 【0015】

< 半導体装置 100 >

半導体装置 100 には、図 1 に示すように、主端子である P 端子 2 及び N 端子 3 と制御端子 4 とがモールド樹脂 1 から外部に露出して設けられる。本実施の形態では、P 端子 2 と制御端子 4 は同じモールド樹脂 1 の側面から外部に露出し、N 端子 3 は P 端子 2 と制御端子 4 が露出する側面とは反対側の側面から露出する。各端子の露出する側面はこれに限るものではない。これらの端子は、外部の機器と接続される端子である。本実施の形態では、半導体装置 100 は 3 つの制御端子 4 を備える。3 つの制御端子 4 は、第一端子であるゲート端子 4 b、第二端子であるセンス端子 4 c、及びセンスソース端子 4 a である。

モールド樹脂 1 は直方体状に設けられるが、モールド樹脂 1 の形状はこれに限るものではない。各端子は、図 3 に示すように、モールド樹脂 1 の側面の同じ高さから露出している。なお、各端子を設ける高さは、接続される外部の機器の端子配置等に応じて異なる高さに設けても構わない。

20

#### 【0016】

半導体装置 100 は、図 2 に示すように、板状に形成された放熱板 5、放熱板 5 の一方の面である素子実装面 5 a に接合された複数のスイッチング素子 6、P 端子 2、N 端子 3、制御端子 4、及び複数のスイッチング素子 6 と放熱板 5 と P 端子 2 と N 端子 3 と制御端子 4 とを封止するモールド樹脂 1 を備える。本実施の形態では、半導体装置 100 はトランスファーマールド成型されたものであるがこれに限るものではなく、ゲル等の封止部材を用いても構わない。ゲルを用いて封止する場合、例えばスイッチング素子 6 等を収めた樹脂ケースにゲルが注入される構成となる。

30

#### 【0017】

図 4 に示した放熱板 5 は、熱伝導性に優れると共に、電気伝導性を備えた銅またはアルミニウム等の金属から矩形状に作製される。放熱板 5 は、例えば銅製のヒートスプレッドである。放熱板 5 の材質及び形状はこれに限るものでない。放熱板 5 は、銅製のベース板に金属箔がロウ付けなどで接合された絶縁材であるセラミクス絶縁基板を接合した DBC (Direct Bonded Copper) 基板等、その他の基板材料で作製されても構わない。放熱板 5 とスイッチング素子 6 とは、例えばはんだにより電気的かつ熱的に接合される。放熱板 5 とスイッチング素子 6 との接合ははんだに限るものではなく、高熱伝導で低電気抵抗な特性を備えた材料であればよく、例えば銀を主成分としたペースト材であっても構わない。スイッチング素子 6 で生じた熱は放熱板 5 を介して外部に拡散されるので、スイッチング素子 6 は効果的に冷却される。放熱板 5 が有した切欠き 5 b 及び引込み部 5 e (図 4 において図示せず) については後述する。

40

#### 【0018】

スイッチング素子 6 は 4 つのスイッチング素子 6 a、6 b、6 c、6 d を備える。スイッチング素子 6 には、MOSFET (金属酸化膜型電界効果トランジスタ、Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)、IGBT (絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ、Insulated Gate Bipolar Transistor) などの電力制御用半導体素子、もしくはは

50

還流ダイオードなどが用いられる。スイッチング素子 6 はこれらに限るものではなく、バイポーラトランジスタなどのその他のスイッチング素子でも構わない。本実施の形態では、MOSFETを用いてMOSFETの寄生ダイオードを還流ダイオードとして使用した構成とするが、IGBT等の寄生ダイオードを有さないスイッチング素子を用いる場合などにおいて還流ダイオードを並列で付与する構成としても構わない。スイッチング素子 6 は、炭化ケイ素、シリコン、もしくは窒化ガリウムなどの材料からなる半導体基板に形成される。

#### 【0019】

半導体装置 100 は、図 2 に示すように、放熱板 5 の素子実装面 5 a おいて切欠き 5 b に隣接して配置されたセンス素子 8 を備える。センス素子 8 は、放熱板 5 を介してスイッチング素子 6 の周辺の温度を測定する素子である。センス素子 8 がスイッチング素子 6 の周辺の温度を測定することで、スイッチング素子 6 の温度上昇を抑制することができる。センス素子 8 は、例えばサーミスタである。センス素子 8 は、センス端子 4 c 及びセンスソース端子 4 a と第二導電体であるボンディング部材のボンディングワイヤ 7 c を介して接続される。

10

#### 【0020】

##### < 端子 >

P 端子 2、N 端子 3、及び制御端子 4 の各端子は、電気伝導性を備えた銅またはアルミニウム等の金属から作製される。P 端子 2 は一方の側が放熱板 5 の素子実装面 5 a に接合され、他方の側がモールド樹脂 1 の外部に露出して外部で他の機器と接続される。N 端子 3 は一方の側がスイッチング素子 6 における放熱板 5 の側とは反対側の面に設けられた電極に接合され、他方の側がモールド樹脂 1 の外部に露出して外部で他の機器と接続される。センスソース端子 4 a は、N 端子 3 の本体部分から N 端子 3 が外部に露出した部分とは反対側に延出した N 端子 3 の延出部分である。センスソース端子 4 a は N 端子 3 と同電位である。本実施の形態ではセンスソース端子 4 a と N 端子 3 とは一体化されているが、センスソース端子 4 a と N 端子 3 とを別に設けてボンディングワイヤ等で双方を接続する構成でも構わない。また、本実施の形態の P 端子 2 及び N 端子 3 のモールド樹脂 1 の外部に露出する部分が同じ高さになるように、P 端子 2 及び N 端子 3 のモールド樹脂 1 の内部で接続される部分は、図 5 に示すように、接続される側にへこませて設けられる。

20

#### 【0021】

ゲート端子 4 b は、放熱板 5 と離間した状態で、放熱板 5 から離れる方向に延出した端子であって、第一導電体であるボンディング部材のボンディングワイヤ 7 a 及びボンディングワイヤ 7 b を介して、複数のスイッチング素子 6 における放熱板 5 の側とは反対側の面と接続される。スイッチング素子 6 の接続される部分は、スイッチング素子 6 のそれぞれが有したゲート電極 9 である。センス端子 4 c は、放熱板 5 と離間した状態で、放熱板 5 から離れる方向に延出した端子であって、ボンディングワイヤ 7 c を介してセンス素子 8 と接続される。ボンディングワイヤ 7 a、7 b、7 c は例えばアルミ製にワイヤであるがこれに限るものではなく、銅製リボンなどその他の導電体でも構わない。第一導電体及び第二導電体の一方または双方にボンディング部材を用いた場合、DLBと比較して導電体の断面積を小さく構成できるため、半導体装置 100 を小型化することができる。

30

40

#### 【0022】

素子実装面 5 a に接合された P 端子 2 は、放熱板 5 を介してスイッチング素子 6 の放熱板 5 の側の面に設けられた電極と接続される。N 端子 3 は上述したようにスイッチング素子 6 の放熱板 5 の側とは反対側の面に設けられた電極と接続される。これらの接続により、スイッチング素子 6 のドレイン電極間とソース電極間は電氣的に並列接続され、一組のアームが構成される。

#### 【0023】

##### < 半導体モジュール 500 >

半導体モジュール 500 は、図 1 に示すように、半導体装置 100 と、後述する引っ込み部 5 e を除いた放熱板 5 の他方の面に当接した板状の絶縁部材である絶縁板 15 とを備

50

える。絶縁板 15 は、例えば樹脂で形成される。絶縁部材は絶縁板 15 に限るものではなく、絶縁シートでも構わない。スイッチング素子 6 の冷却を促進させるために、半導体装置 100 の他方の面である冷却面 5 f (図 1 において図示せず) に冷却器が取り付けられる。放熱板 5 はスイッチング素子 6 の主電極に接続されているため、放熱板 5 には電流が流れる。そのため、半導体装置 100 と絶縁板 15 とから半導体モジュール 500 が形成され、半導体装置 100 は絶縁板 15 を介して冷却器に取り付けられる。半導体装置 100 と冷却器との間には、予め定めた沿面距離が設けられる。

#### 【0024】

< 切欠き 5 b >

放熱板 5 の外周部には、図 4 に示すように、切欠き 5 b が設けられる。切欠き 5 b は、放熱板 5 の外周から内部に向けて切り欠かれた部分である。切欠き 5 b は、放熱板 5 が図 4 に示した放熱板 5 である場合、図 4 において破線で囲まれた領域である。本実施の形態では切欠き 5 b を矩形状に設けているが、切欠き 5 b の形状はこれに限るものではなく、曲線で囲まれた部分であっても構わない。放熱板 5 をプレス加工で作製する場合、プレス加工時に切欠き 5 b を同時に形成することができる。放熱板 5 の作製後に、放熱板 5 の一部を切削加工等で削除して切欠き 5 b を形成しても構わない。

10

#### 【0025】

ゲート端子 4 b の放熱板 5 の側の部分が、図 2 に示すように、放熱板 5 の素子実装面 5 a に垂直な方向に見て、切欠き 5 b により切り欠いている領域と重複している。センス端子 4 c の放熱板 5 の側の部分が、放熱板 5 の素子実装面 5 a に垂直な方向に見て、切欠き 5 b により切り欠いている領域と重複している。

20

#### 【0026】

このように構成することで、切欠き 5 b を有さない放熱板の外周よりも内側にゲート端子 4 b 及びセンス端子 4 c を配置できるため、ゲート端子 4 b 及びセンス端子 4 c の延出する方向における半導体装置 100 の大型化を抑制することができる。ワイヤボンディング工程において、ゲート端子 4 b 及びセンス端子 4 c は切欠き 5 b の領域で治具により支持できるため、放熱板 5 とゲート端子 4 b 及びセンス端子 4 c との間を支持する必要はない。放熱板 5 とゲート端子 4 b 及びセンス端子 4 c との間を支持する新たな支持部材をワイヤボンディング工程に用いる必要がないので、ワイヤボンディング工程を煩雑化させることはない。また、ゲート端子 4 b 及びセンス端子 4 c を素子実装面 5 a と同一平面上に容易に配置することができる。また、切欠き 5 b を有さない放熱板の外周よりも内側にゲート端子 4 b が配置されるため、半導体装置 100 の電流経路長は短縮されるので、半導体装置 100 の回路インダクタンスの増大を抑制することができる。

30

#### 【0027】

また、切欠き 5 b の分だけ放熱板 5 の体積が削減され、切欠き 5 b の部分には放熱板 5 に用いる部材よりも密度の小さいモールド樹脂 1 が充填されるため、半導体装置 100 を軽量化することができる。また、切欠き 5 b を設けることで、部材間の線膨張係数差に起因した反りを抑制することができる。また、モールド樹脂 1 と放熱板 5 との接触する面積が増加するため、モールド樹脂 1 と放熱板 5 との密着性を向上させることができる。

40

#### 【0028】

< 比較例 >

本願の要部である引込み部 5 e の説明に先立ち、図 8 を用いて比較例について説明する。図 8 は、図 2 の A - A 断面位置と同等の位置で切断した半導体装置 300 と周囲の部材の概略を示す断面図で、特に P 端子 2 と放熱板 5 1 の近傍を拡大してモールド樹脂 1 を取り除いて示した図である。放熱板 5 1 の素子実装面 5 1 a に接合されたスイッチング素子 (図 8 において図示せず) で生じた熱は、放熱板 5 1 を介して外部に拡散される。絶縁板 15 を介して半導体装置 300 を冷却器 14 に取り付けた場合、放熱板 5 1 と冷却器 14 との間に沿面距離 16 を確保する必要がある。沿面距離 16 は図 8 に示した矢印の部分の距離であり、絶縁板 15 に当接した放熱板 5 1 の側面の部分から絶縁板 15 の側面までの水平距離 16 a と絶縁板 15 の厚みとを足し合わせた距離である。沿面距離 16 を確保

50

するために、半導体装置 300 が当接する絶縁板 15 が放熱板 51 の側面から離れる方向に大型化すると共に、絶縁板 15 を備えた半導体モジュール 600 は大型化する。

【0029】

< 引っ込み部 5e >

放熱板 5 の冷却面 5f の外周部に、図 6 に示すように、内側に引っ込んだ引っ込み部 5e が形成されている。引っ込み部 5e を形成することで、冷却面 5f の端面は冷却面 5f の内側に面積が縮小される。本実施の形態では、引っ込み部 5e は冷却面 5f の外周部に沿って面取りされた面取り部である。引っ込み部 5e を形成することで、図 7 に示すように、沿面距離 16 における水平距離 16b を、図 8 に示した引っ込み部 5e を形成しない水平距離 16a よりも小さくすることができる。水平距離 16b が小さくなるので、半導体装置 100 が当接する絶縁板 15 が放熱板 5 の側面から離れる方向に大型化することを抑制することができる。絶縁板 15 の大型化が抑制されるので、絶縁板 15 を備えた半導体モジュール 600 の大型化を抑制することができる。

10

【0030】

面取り部は、例えば放熱板 5 の冷却面 5f の外周部を金型で押すことで形成される。本実施の形態では、引っ込み部 5e として面取り部を形成したが引っ込み部 5e の形状はこれに限るものではない。面取り部で引っ込み部 5e を形成することで、引っ込み部 5e を容易に形成することができる。引っ込み部 5e が容易に形成されるので、半導体装置 100 の生産性を向上させることができる。

【0031】

< スイッチング素子 6 の配置 >

複数のスイッチング素子 6 は、図 2 に示すように、放熱板 5 の素子実装面 5a における切欠き 5b を挟んだ両側の領域に、切欠き 5b を挟んで一列に並べられている。本実施の形態では、複数のスイッチング素子 6 は、矩形状の放熱板 5 の長辺に沿って一列に並べられている。また、放熱板 5 の素子実装面 5a における切欠き 5b を挟んだ一方側の領域にスイッチング素子 6a、6b が配置され、他方側の領域にスイッチング素子 6c、6d が配置される。このように構成することで、スイッチング素子 6 は切欠き 5b を挟んだ一方側の領域と他方側の領域に離間して配置されるため、異なる領域に配置されたスイッチング素子 6 からの熱干渉を受けにくくなる。異なる領域に配置されたスイッチング素子 6 からの熱干渉を受けにくくなるため、スイッチング素子 6 の放熱性を向上させることができる。

20

30

【0032】

ゲート端子 4b のボンディングワイヤ 7a 及びボンディングワイヤ 7b と接続された部分とゲート電極 9 とは、放熱板 5 の素子実装面 5a に平行な方向に一列に並べられている。このように構成することで、複数のスイッチング素子 6 を近接して配置でき、ボンディングワイヤ 7a 及びボンディングワイヤ 7b の長さを短縮することができる。ボンディングワイヤ 7a 及びボンディングワイヤ 7b の長さを短縮することができるので、半導体装置 100 の生産性を向上させることができる。

【0033】

放熱板 5 の素子実装面 5a における切欠き 5b を挟んだ一方側の領域及び他方側の領域のそれぞれにおいて、互いに隣接している 2 つのスイッチング素子 6 のそれぞれのゲート電極 9 の間が、ボンディングワイヤ 7a またはボンディングワイヤ 7b により接続される。切欠き 5b に隣接して配置された、一方側の領域の 1 つのスイッチング素子 6b のゲート電極 9 とゲート端子 4b との間が、ボンディングワイヤ 7a により接続されている。切欠き 5b に隣接して配置された、他方側の領域の 1 つのスイッチング素子 6c のゲート電極 9 とゲート端子 4b との間が、ボンディングワイヤ 7b により接続されている。本実施の形態では、このようにステッチボンディングにより各々のゲート電極 9 がゲート端子 4b と並列に接続された例を示している。ボンディングワイヤ 7a は、一方側の領域に配置されたスイッチング素子 6a、6b とゲート端子 4b とを接続するステッチ配線である。ボンディングワイヤ 7b は、他方側の領域に対置されたスイッチング素子 6c、6d とゲート

40

50



ト端子 4 b とを接続するステッチ配線である。

【 0 0 3 4 】

このように構成することで、複数のスイッチング素子 6 と接続されるゲート端子 4 b を切欠き 5 b の領域に複数のスイッチング素子 6 に近接して配置することができる。ゲート端子 4 b を切欠き 5 b の領域に複数のスイッチング素子 6 に近接して配置することができるので、半導体装置 1 0 0 を小型化することができる。また、ボンディングワイヤ 7 a、7 b は、スイッチング素子 6 が並べられた方向に沿ってほぼ直線的に延出し、低ループで短いワイヤの配置となるため、樹脂封止工程においてボンディングワイヤ 7 a、7 b が変形して生じる短絡不良が起きにくく、半導体装置 1 0 0 の生産性を向上させることができる。本実施の形態ではステッチボンディングにより各々のゲート電極 9 がゲート端子 4 b と並列に接続された例を示したがこれに限るものではなく、各々のゲート電極 9 とゲート端子 4 b とを異なるワイヤで接続しても構わない。

10

【 0 0 3 5 】

一方側の領域に配置されたスイッチング素子 6 a、6 b と他方側の領域に配置されたスイッチング素子 6 c、6 d とは、放熱板 5 の素子実装面 5 a に垂直な方向に見て、スイッチング素子 6 が並べられた方向と直行する第一基準線 X に対して線対称に配置される。このように構成することで、ボンディングワイヤ 7 a、7 b が同等の長さになり、配線長に起因した制御信号のばらつきを抑制することができる。

【 0 0 3 6 】

本実施の形態では、一方側の領域と他方側の領域のそれぞれに 2 つのスイッチング素子 6 を配置したがスイッチング素子 6 の配置数はこれに限るものではなく、それぞれに 1 つ、あるいは 3 つ以上配置しても構わない。また、1 アームあたり 4 つのスイッチング素子 6 を並列接続しているが、スイッチング素子 6 の並列数は 4 に限定されるものではない。また、複数のスイッチング素子 6 のそれぞれのゲート電極 9 は一つのゲート端子 4 b と接続されているが、複数のゲート端子 4 b を配置して、それぞれのゲート端子 4 b が何れかのゲート電極 9 と接続された構成でも構わない。

20

【 0 0 3 7 】

以上のように、実施の形態 1 による半導体装置 1 0 0 において、板状に形成された放熱板 5 と離間した状態で、放熱板 5 から離れる方向に延出した端子であって、第一導電体を介して、複数のスイッチング素子 6 における放熱板 5 の側とは反対側の面と接続されたゲート端子 4 b を備え、放熱板 5 の外周部には切欠き 5 b が設けられ、ゲート端子 4 b の放熱板 5 の側の部分が、放熱板 5 の素子実装面 5 a に垂直な方向に見て、切欠き 5 b により切り欠いている領域と重複しているため、新たな支持部材をワイヤボンディング工程に用いずに、切欠き 5 b を有さない放熱板 5 の外周よりも内側にゲート端子 4 b を配置できるので、ワイヤボンディング工程を煩雑化させることなく、ゲート端子 4 b の延出する方向における半導体装置 1 0 0 の大型化を抑制することができる。

30

【 0 0 3 8 】

放熱板 5 の冷却面 5 f の外周部に、内側に引っ込んだ引っ込み部 5 e が形成されているため、沿面距離 1 6 における水平距離 1 6 b を引っ込み部 5 e が形成されていない水平距離 1 6 a よりも小さくすることができるので、半導体装置 1 0 0 が当接する絶縁板 1 5 の大型化を抑制することができる。また、絶縁板 1 5 の大型化が抑制されるので、絶縁板 1 5 を備えた半導体モジュール 6 0 0 の大型化を抑制することができる。引っ込み部 5 e が冷却面 5 f の外周部に沿って面取りされた面取り部である場合、引っ込み部 5 e を容易に形成することができる。引っ込み部 5 e が容易に形成されるので、半導体装置 1 0 0 の生産性を向上させることができる。

40

【 0 0 3 9 】

実施の形態 2 .

実施の形態 2 に係る半導体装置 1 0 0 について説明する。図 9 は実施の形態 2 に係る半導体装置 1 0 0 の放熱板 5 の外観を示す斜視図で、素子実装面 5 a とは反対側の冷却面 5 f の側から見た図である。実施の形態 2 に係る半導体装置 1 0 0 は、引っ込み部 5 e の形

50

成される部分が実施の形態 1 とは異なる構成になっている。

【0040】

切欠き 5 b の部分を除いた放熱板 5 の冷却面 5 f の外周部に、引っ込み部 5 e が形成されている。引っ込み部 5 e は、冷却面 5 f の外周部に沿って面取りされた面取り部である。実施の形態 1 に係る放熱板 5 の形状では、モールド樹脂 1 で封止して半導体装置 100 を形成する際に、特に切欠き 5 b の奥側に位置する部分（図 9 の破線で囲んだ部分）の引っ込み部 5 e 及び引っ込み部 5 e の周囲においてガスが溜まる場合があった。ガスが溜まることで、モールド樹脂 1 の流動性が阻害されるので、半導体装置 100 にモールド樹脂 1 で封止されない箇所が生じる場合があった。

【0041】

以上のように、実施の形態 2 による半導体装置 100 において、切欠き 5 b の部分を除いた放熱板 5 の冷却面 5 f の外周部に引っ込み部 5 e が形成されているため、切欠き 5 b には引っ込み部 5 e が形成されておらず、モールド樹脂 1 で封止して半導体装置 100 を形成する際に切欠き 5 b の引っ込み部 5 e 及び引っ込み部 5 e の周囲にガスが溜まらないので、モールド樹脂 1 の流動性を向上させることができる。モールド樹脂 1 の流動性が向上するので、半導体装置 100 にモールド樹脂 1 で封止されない箇所が生じることを抑制することができる。

【0042】

実施の形態 3 .

実施の形態 3 に係る半導体装置 100 について説明する。図 10 は実施の形態 3 に係る半導体装置 100 の放熱板 5 の外観を示す斜視図で、素子実装面 5 a とは反対側の冷却面 5 f の側から見た図、図 11 は半導体装置 100 の放熱板 5 の外観を示す側面図である。実施の形態 3 に係る半導体装置 100 は、引っ込み部 5 e の形状が実施の形態 2 とは異なる構成になっている。

【0043】

引っ込み部 5 e は、放熱板 5 の冷却面 5 f の外周部が放熱板 5 の素子実装面 5 a の側に引っ込んだ段差により形成されている。切欠き 5 b の部分を除いた放熱板 5 の冷却面 5 f の外周部に、引っ込み部 5 e が形成されている。段差は、例えば放熱板 5 の冷却面 5 f の外周部を金型で押すことで形成される。実施の形態 2 に示した面取り部も、本実施の形態で示す段差も同じ製造方法で形成することができる。段差は金型の平面部分で冷却面 5 f の外周部に対して垂直に押すため、高い寸法精度で形成しやすい。一方、面取り部は金型の斜めの面で冷却面 5 f の外周部を押すため、寸法精度が低くなる傾向がある。

【0044】

以上のように、実施の形態 3 による半導体装置 100 において、引っ込み部 5 e が放熱板 5 の冷却面 5 f の外周部が放熱板 5 の素子実装面 5 a の側に引っ込んだ段差により形成されているため、引っ込み部 5 e を高い寸法精度で形成することができる。引っ込み部 5 e が高い寸法精度で形成されるため、放熱板 5 と冷却器 14 との間の沿面距離 16 を安定して確保することができる。沿面距離 16 が安定して確保されるので、半導体装置 100 の信頼性を向上させることができる。

【0045】

実施の形態 4 .

実施の形態 4 に係る半導体装置 100 について説明する。図 12 は実施の形態 4 に係る半導体装置 100 の放熱板 5 の外観を示す斜視図で、素子実装面 5 a の側から見た図である。実施の形態 4 に係る半導体装置 100 は、切欠き 5 b の奥側に位置する放熱板 5 の部分の形状が実施の形態 3 とは異なる構成になっている。

【0046】

切欠き 5 b の奥側に位置する放熱板 5 の部分である奥側部分において、奥側部分における放熱板 5 の素子実装面 5 a に、内側に引っ込んだ奥側引っ込み部 5 g が形成されている。本実施の形態における奥側引っ込み部 5 g は、奥側部分における切欠き 5 b の側の面に形成された傾斜面により形成される。傾斜面は、放熱板 5 の冷却面 5 f から素子実装面 5

10

20

30

40

50

aに向かうに従って、次第に切欠き5bの側から放熱板5の側に傾斜している。傾斜面の傾斜の角度は図12に示した角度に限るものではなく、例えばさらに浅い角度であっても構わない。また、図13の変形例に示すように、傾斜面が冷却面5fの側から形成されていなくても構わない。図13は実施の形態4に係る半導体装置100の別の放熱板5の外観を示す斜視図で、素子実装面5aの側から見た図である。

【0047】

以上のように、実施の形態4による半導体装置100において、切欠き5bの奥側に位置する放熱板5の部分である奥側部分において、奥側部分における放熱板5の素子実装面5aに、内側に引っ込んだ奥側引っ込み部5gが形成されているため、図12に示す矢印の方向のモールド樹脂1の流動性を向上させることができる。奥側引っ込み部5gが奥側部分における切欠き5bの側の面に形成された傾斜面により形成され、傾斜面が放熱板5の冷却面5fから素子実装面5aに向かうに従って次第に切欠き5bの側から放熱板5の側に傾斜している場合、モールド樹脂1は傾斜面に沿って流動するので図12に示す矢印の方向のモールド樹脂1の流動性を向上させることができる。

10

【0048】

実施の形態5 .

実施の形態5に係る半導体装置100について説明する。図14は実施の形態5に係る半導体装置100の放熱板5の外観を示す斜視図で、素子実装面5aの側から見た図である。実施の形態5に係る半導体装置100は、奥側引っ込み部5gの形状が実施の形態4とは異なる構成になっている。

20

【0049】

奥側引っ込み部5gは、切欠き5bの奥側に位置する奥側部分における放熱板5の素子実装面5aが放熱板5の冷却面5fの側に引っ込んだ段差により形成されている。段差は、放熱板5の切欠き5bの設けられた側面と切欠き5bの設けられた側面の反対側の側面を連通して設けられる。

【0050】

以上のように、実施の形態5による半導体装置100において、奥側引っ込み部5gが奥側部分における放熱板5の素子実装面5aが放熱板5の冷却面5fの側に引っ込んだ段差により形成されているため、図14に示す矢印の方向のモールド樹脂1を流動させる部分が拡大されるので、矢印の方向のモールド樹脂1の流動性をさらに向上させることができる。

30

【0051】

実施の形態6 .

実施の形態6に係る半導体装置100について説明する。図15は実施の形態6に係る半導体装置100の放熱板5の外観を示す斜視図で、素子実装面5aの側から見た図である。実施の形態6に係る半導体装置100は、奥側引っ込み部5gの形状が実施の形態5とは異なる構成になっている。

【0052】

奥側引っ込み部5gは、切欠き5bの奥側に位置する奥側部分における切欠き5bの側の面に形成された傾斜面により形成されると共に、奥側部分における放熱板5の素子実装面5aが放熱板5の冷却面5fの側に引っ込んだ段差により形成されている。段差は、放熱板5の切欠き5bの設けられた側面と切欠き5bの設けられた側面の反対側の側面を連通して設けられる。

40

【0053】

以上のように、実施の形態6による半導体装置100において、奥側引っ込み部5gが傾斜面と段差により形成されているため、モールド樹脂1は傾斜面に沿って流動するので図15に示す矢印の方向のモールド樹脂1の流動性を向上し、段差により図15に示す矢印の方向のモールド樹脂1を流動させる部分が拡大されるので、矢印の方向のモールド樹脂1の流動性をさらに向上させることができる。

【0054】

50

実施の形態 7 .

実施の形態 7 に係る半導体装置 200 について説明する。図 16 は実施の形態 2 に係る半導体装置 200 の外観を示す上面図、図 17 はモールド樹脂 1 を取り除いて半導体装置 200 の構成の概略を示した平面図、図 18 は図 17 から負アーム N 端子 11 を取り除いて示した半導体装置 200 の構成の概略を示す平面図、図 19 は図 18 からインナーリード 13 を取り除いて示した半導体装置 200 の構成の概略を示す平面図、図 20 は半導体装置 200 の外観を示す側面図、図 21 は半導体装置 200 の要部を示す側面図で、モールド樹脂 1 を取り除いて示した図である。図 17 に示した破線は、モールド樹脂 1 の外形である。実施の形態 7 に係る半導体装置 200 は、複数のスイッチング素子 6 と放熱板 5 とゲート端子 4 b とセンス端子 4 c とが二組設けられた構成になっている。

10

【0055】

<半導体装置 200>

半導体装置 200 は、スイッチング素子 6 によって構成される正と負のアームを備える。正のアームと負のアームは、直列接続されている。正のアームと負のアームは、モールド樹脂 1 により一体成形されている。これは一般に 2 in 1 モジュールと呼ばれる形態である。本実施の形態では 2 in 1 の構造について説明するが、半導体装置 200 は 4 in 1 の構造もしくは 6 in 1 の構造であっても構わない。

【0056】

半導体装置 200 には、図 16 に示すように、主端子である正アーム P 端子 10、負アーム N 端子 11 及び交流端子 12 と制御端子 4 とがモールド樹脂 1 から外部に露出して設けられる。本実施の形態では、正アーム P 端子 10 及び負アーム N 端子 11 は同じモールド樹脂 1 の側面から外部に露出し、交流端子 12 は正アーム P 端子 10 及び負アーム N 端子 11 が露出する側面とは反対側の側面から露出する。制御端子 4 はそれぞれの側面に設けられる。各端子の露出する側面はこれに限るものではない。これらの端子は、外部の機器と接続される端子である。各端子は、図 20 に示すように、モールド樹脂 1 の側面の同じ高さから露出している。なお、各端子を設ける高さは、接続される外部の機器の端子配置等に応じて異なる高さに設けても構わない。

20

【0057】

半導体装置 200 は、図 19 に示すように、複数のスイッチング素子 6、放熱板 5、ゲート端子 4 b、及びセンス端子 4 c を二組備える。図 19 において、上側が正アーム側で第一組、下側が負アーム側で第二組とする。第一組の放熱板 5 c 及び第二組の放熱板 5 d は、同一平面上に隣接して配置される。本実施の形態では、第一組の放熱板 5 c 及び第二組の放熱板 5 d は矩形状に形成され、互いの長辺が対向し、長辺に沿った第二基準線 Y に対して第一組の放熱板 5 c、第二組の放熱板 5 d、及び複数のスイッチング素子 6 が線対称に配置される。第一組の放熱板 5 c にはスイッチング素子 6 a、6 b、6 c、6 d が接合され、第二組の放熱板 5 d にはスイッチング素子 6 e、6 f、6 g、6 h が接合される。第一組の放熱板 5 c の切欠き 5 b は、第二組の放熱板 5 d とは反対側の第一組の放熱板 5 c の外周部に設けられる。第二組の放熱板 5 d の切欠き 5 b は、第一組の放熱板 5 c とは反対側の第二組の放熱板 5 d の外周部に設けられる。第一組のゲート端子 4 b 及びセンス端子 4 c は、第二組の放熱板 5 d とは反対側に延出している。第二組のゲート端子 4 b 及びセンス端子 4 c は、第一組の放熱板 5 c とは反対側に延出している。

30

40

【0058】

ゲート端子 4 b のそれぞれの第一組の放熱板 5 c 及び第二組の放熱板 5 d の側の部分が、第一組の放熱板 5 c 及び第二組の放熱板 5 d の素子実装面 5 a に垂直な方向に見て、切欠き 5 b により切り欠いている領域と重複している。センス端子 4 c のそれぞれの第一組の放熱板 5 c 及び第二組の放熱板 5 d の側の部分が、第一組の放熱板 5 c 及び第二組の放熱板 5 d の素子実装面 5 a に垂直な方向に見て、切欠き 5 b により切り欠いている領域と重複している。

【0059】

このように構成することで、同一平面上に隣接して配置された第一組の放熱板 5 c 及び

50

第二組の放熱板 5 d の双方に切欠き 5 b を形成できるので、ゲート端子 4 b 及びセンス端子 4 c の延出する方向における半導体装置 200 の大型化を抑制することができる。また、切欠き 5 b を有さない放熱板の外周よりも内側にゲート端子 4 b が配置されるため、半導体装置 200 の電流経路長は短縮されるので、半導体装置 200 の回路インダクタンスの増大を抑制することができる。

#### 【0060】

##### < インナーリード 13 >

半導体装置 200 は、図 18 に示すように、インナーリード 13 と第三端子であるセンスソース端子 4 a を備える。インナーリード 13 は、第一組の放熱板 5 c の素子実装面 5 a に接合されたスイッチング素子 6 a、6 b、6 c、6 d の第一組の放熱板 5 c の側とは反対側の面に設けられた電極と、第二組の放熱板 5 d の素子実装面 5 a とを接続する。インナーリード 13 は、本体部分から第二組の放熱板 5 d とは反対側に延出した延出部 13 a を有する。センスソース端子 4 a は、第一組の放熱板 5 c と離間した状態で、第一組の放熱板 5 c から離れる方向に延出した端子である。第二組の放熱板 5 d は、素子実装面 5 a がスイッチング素子 6 e、6 f、6 g、6 h の第二組の放熱板 5 d の側の面に設けられた電極と接合される。センスソース端子 4 a の第一組の放熱板 5 c の側の部分と延出部 13 a は、第一組の放熱板 5 c の素子実装面 5 a に垂直な方向に見て、第一組の放熱板 5 c の切欠き 5 b の領域にそれぞれ重なって配置され、延出部 13 a は第三導電体であるボンディング部材のボンディングワイヤ 7 d を介してセンスソース端子 4 a に接続されている。第三導電体にボンディング部材を用いた場合、DLB と比較して導電体の断面積を小さく構成できるため、半導体装置 100 を小型化することができる。

#### 【0061】

このように構成することで、切欠き 5 b を有さない放熱板の外周よりも内側にセンスソース端子 4 a 及び延出部 13 a を配置できるため、センスソース端子 4 a 及び延出部 13 a の延出する方向における半導体装置 200 の大型化を抑制することができる。ワイヤボンディング工程において、センスソース端子 4 a 及び延出部 13 a は切欠き 5 b の領域で治具により支持できるため、放熱板 5 とセンスソース端子 4 a 及び延出部 13 a との間を支持する必要はない。放熱板 5 とセンスソース端子 4 a 及び延出部 13 a との間を支持する新たな支持部材をワイヤボンディング工程に用いる必要がないので、ワイヤボンディング工程を煩雑化させることはない。また、切欠き 5 b を有さない放熱板の外周よりも内側にセンスソース端子 4 a が配置されるため、半導体装置 200 の電流経路長は短縮されるので、半導体装置 200 の回路インダクタンスの増大を抑制することができる。

#### 【0062】

##### < 半導体装置 200 のアーム構成 >

半導体装置 200 の正と負のアームについて説明する。スイッチング素子 6 a、6 b、6 c、6 d は、図 18 に示すように、第一組の放熱板 5 c とインナーリード 13 とで並列接続され、正アームを構成する。スイッチング素子 6 e、6 f、6 g、6 h は、図 17 に示すように、第二組の放熱板 5 d と負アーム N 端子 11 とで並列接続され、負アームを構成する。負アーム N 端子 11 は、第二組の放熱板 5 d の一方の面に接合されたスイッチング素子 6 e、6 f、6 g、6 h の第二組の放熱板 5 d の側とは反対側の面に設けられた電極と接続され、隙間を空けてインナーリード 13 に重ねて配置される。正アーム P 端子 10 は一方の側が正アームの第一組の放熱板 5 c の素子実装面 5 a に接合され、他方の側がモールド樹脂 1 の外部に露出して外部で他の機器と接続される。交流端子 12 は一方の側が負アームの第二組の放熱板 5 d の素子実装面 5 a に接合され、他方の側がモールド樹脂 1 の外部に露出して外部で他の機器と接続される。負アームのドレイン電位となる第二組の放熱板 5 d は、インナーリード 13 と接続されることで、正アームのソース電位と接続される。インナーリード 13 は、正アームと負アームとを接続する。インナーリード 13 と負アーム N 端子 11 は 2 層で構成されている。

#### 【0063】

半導体装置 200 の製造工程において、図 16 に示すモールド樹脂 1 から外部に露出し

た各端子は同じリードフレームに支持されている。リードフレームに各端子が支持された状態でモールド樹脂 1 により封止された後、リードフレームから各端子は分断される。この工程は、半導体装置を製造する一般的な製造工程である。封止工程において、リードフレームは樹脂成形金型の上型と下型で挟持される。

**【 0 0 6 4 】**

本実施の形態では、インナーリード 1 3 と負アーム N 端子 1 1 を 2 層で構成している。2 層の構成では、これらと樹脂成形金型との干渉を避けるために、インナーリード 1 3 はモールド樹脂 1 の内部に配置される。そのため、正アームに係るセンスソース端子 4 a は、スイッチング素子 6 a、6 b、6 c、6 d のソース電位と同電位であるが、インナーリード 1 3 とは分断されている必要がある。よって、インナーリード 1 3 と正アームに係る

10

**【 0 0 6 5 】**

< 貫通孔 1 1 a、1 3 b >

インナーリード 1 3 と負アーム N 端子 1 1 とは、図 2 1 に示すように、第一組の放熱板 5 c と第二組の放熱板 5 d との間の隙間の部分（図 2 1 において破線で囲まれた部分）に連通する貫通孔を有している。インナーリード 1 3 の貫通孔 1 3 b と負アーム N 端子 1 1 の貫通孔 1 1 a は、素子実装面 5 a に垂直な方向に見て、重なって配置される。インナーリード 1 3 と負アーム N 端子 1 1 とが重なって配置されているため、貫通孔 1 1 a、1 3 b を有さない場合、第一組の放熱板 5 c と第二組の放熱板 5 d との間の隙間の部分に流れ込んだモールド樹脂 1 がインナーリード 1 3 と負アーム N 端子 1 1 との間の隙間には流れ込みにくかった。貫通孔 1 1 a、1 3 b を有した構成とすることで、インナーリード 1 3 と負アーム N 端子 1 1 との間の隙間にも図 2 1 の矢印で示すように容易にモールド樹脂 1 を流動させることができる。インナーリード 1 3 と負アーム N 端子 1 1 との間の隙間にモールド樹脂 1 が設けられるので、インナーリード 1 3 と負アーム N 端子 1 1 の絶縁性を向上させることができる。インナーリード 1 3 と負アーム N 端子 1 1 の絶縁性が向上するので、半導体装置 2 0 0 の信頼性を向上させることができる。本実施の形態では、図 1 7 に示すように、半導体装置 2 0 0 が 2 つの貫通孔を備える構成としたが、貫通孔の個数はこれに限るものではなく、さらに多くの貫通孔を備えた構成でも構わない。

20

**【 0 0 6 6 】**

以上のように、実施の形態 7 による半導体装置 2 0 0 において、複数のスイッチング素子 6、放熱板 5、ゲート端子 4 b、及びセンス端子 4 c を二組備え、第一組の放熱板 5 c 及び第二組の放熱板 5 d は同一平面上に隣接して配置され、第一組の放熱板 5 c の切欠き 5 b は第二組の放熱板 5 d とは反対側の第一組の放熱板 5 c の外周部に設けられ、第二組の放熱板 5 d の切欠き 5 b は第一組の放熱板 5 c とは反対側の第二組の放熱板 5 d の外周部に設けられ、第一組のゲート端子 4 b 及びセンス端子 4 c は第二組の放熱板 5 d とは反対側に延出し、第二組のゲート端子 4 b 及びセンス端子 4 c は第一組の放熱板 5 c とは反対側に延出しているため、同一平面上に隣接して配置された第一組の放熱板 5 c 及び第二組の放熱板 5 d の双方に切欠き 5 b を形成できるので、ゲート端子 4 b 及びセンス端子 4 c の延出する方向における半導体装置 2 0 0 の大型化を抑制することができる。

30

40

**【 0 0 6 7 】**

インナーリード 1 3 と負アーム N 端子 1 1 とが第一組の放熱板 5 c と第二組の放熱板 5 d との間の隙間の部分に連通する貫通孔を有しているため、インナーリード 1 3 と負アーム N 端子 1 1 との間の隙間にも容易にモールド樹脂 1 を流動させることができるので、インナーリード 1 3 と負アーム N 端子 1 1 の絶縁性を向上させることができる。また、インナーリード 1 3 と負アーム N 端子 1 1 の絶縁性が向上するので、半導体装置 2 0 0 の信頼性を向上させることができる。

**【 0 0 6 8 】**

また本願は、様々な例示的な実施の形態及び実施例が記載されているが、1 つ、または複数の実施の形態に記載された様々な特徴、態様、及び機能は特定の実施の形態の適用に

50

限られるのではなく、単独で、または様々な組み合わせで実施の形態に適用可能である。

従って、例示されていない無数の変形例が、本願明細書に開示される技術の範囲内において想定される。例えば、少なくとも1つの構成要素を変形する場合、追加する場合または省略する場合、さらには、少なくとも1つの構成要素を抽出し、他の実施の形態の構成要素と組み合わせる場合が含まれるものとする。

【符号の説明】

【0069】

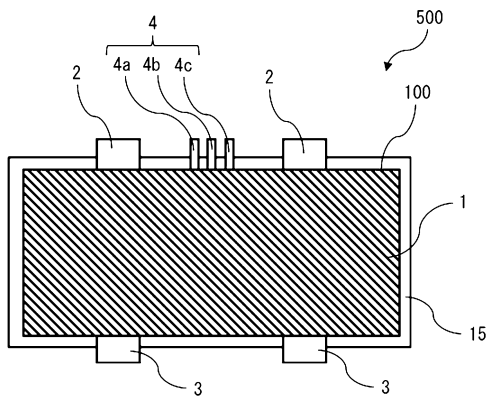
1 モールド樹脂、2 P端子、3 N端子、4 制御端子、4a センスソース端子、  
 4b ゲート端子、4c センス端子、5 放熱板、5a 素子実装面、5b 切欠き、  
 5c 第一組の放熱板、5d 第二組の放熱板、5e 引っ込み部、5f 冷却面、5g  
 10 奥側引っ込み部、6 スwitching素子、7a ボンディングワイヤ、7b ボンディング  
 ワイヤ、7c ボンディングワイヤ、7d ボンディングワイヤ、8 センス素子、9  
 ゲート電極、10 正アームP端子、11 負アームN端子、11a 貫通孔、12 交  
 流端子、13 インナーリード、13a 延出部、13b 貫通孔、14 冷却器、15  
 絶縁板、16 沿面距離、16a 水平距離、16b 水平距離、100 半導体装置、  
 200 半導体装置、300 半導体装置、500 半導体モジュール、600 半導体  
 モジュール、X 第一基準線、Y 第二基準線

10

【図面】

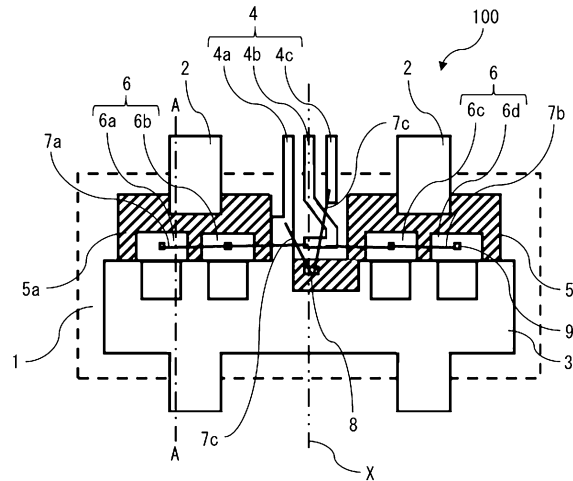
【図1】

図1



【図2】

図2



20

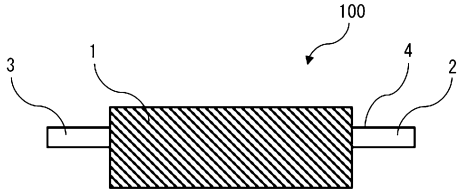
30

40

50

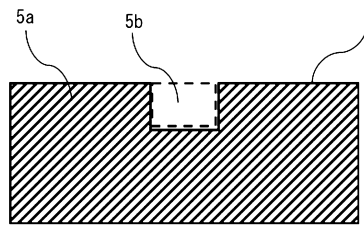
【 図 3 】

図 3



【 図 4 】

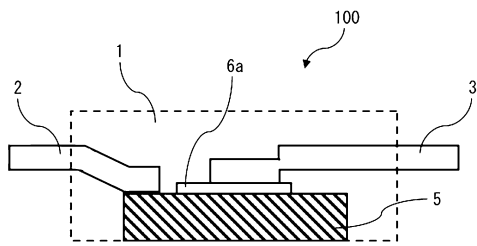
図 4



10

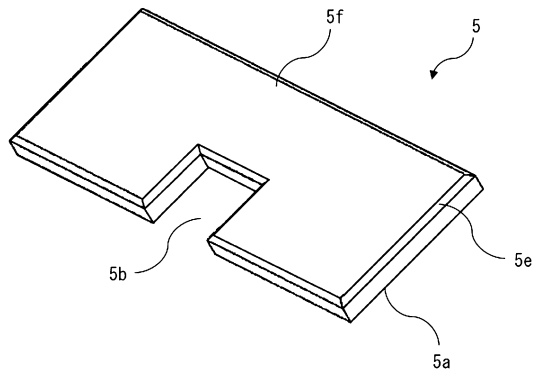
【 図 5 】

図 5



【 図 6 】

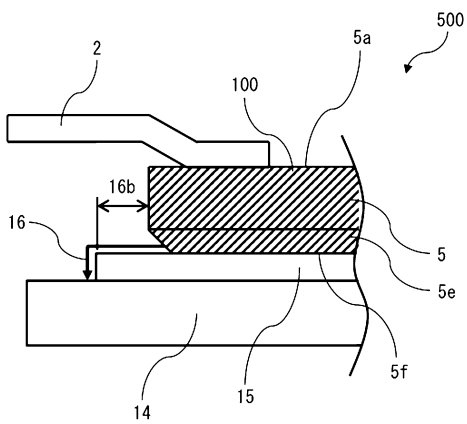
図 6



20

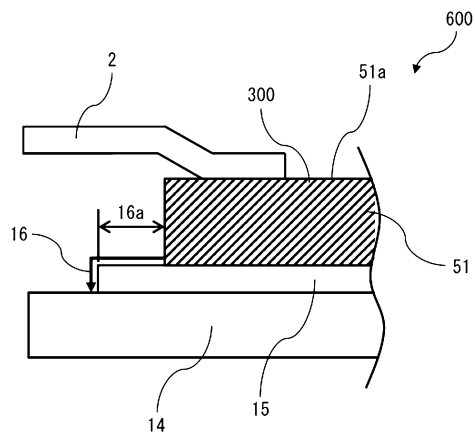
【 図 7 】

図 7



【 図 8 】

図 8



30

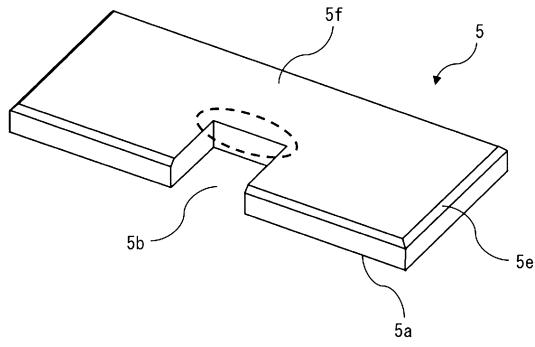
40

50



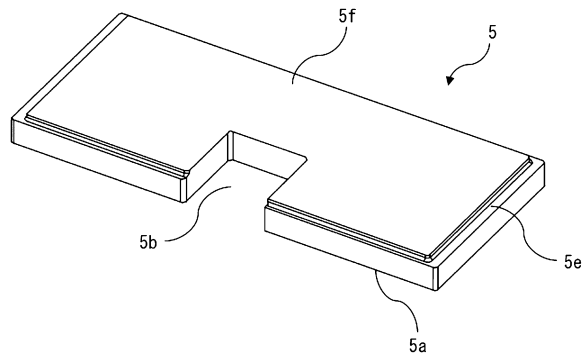
【 図 9 】

図 9



【 図 10 】

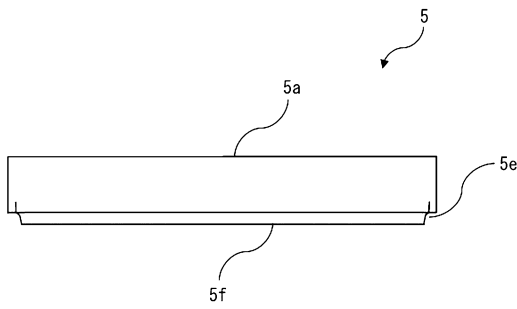
図 10



10

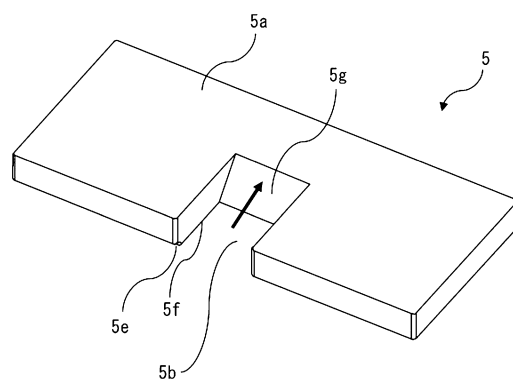
【 図 11 】

図 11



【 図 12 】

図 12



20

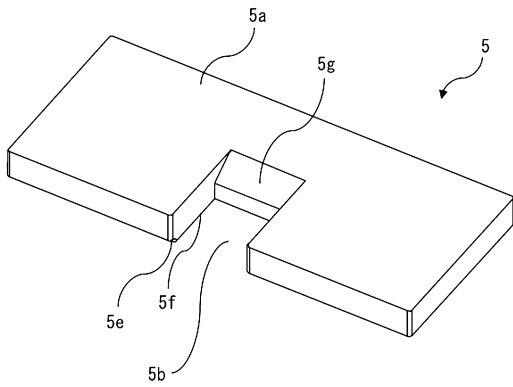
30

40

50

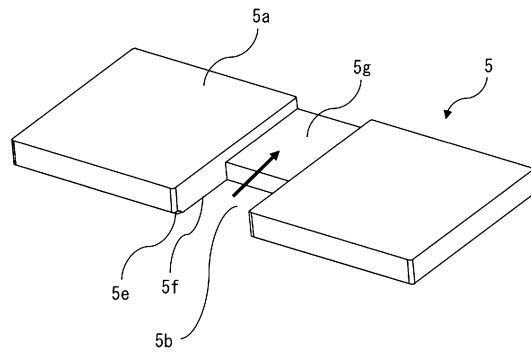
【 13 】

13



【 14 】

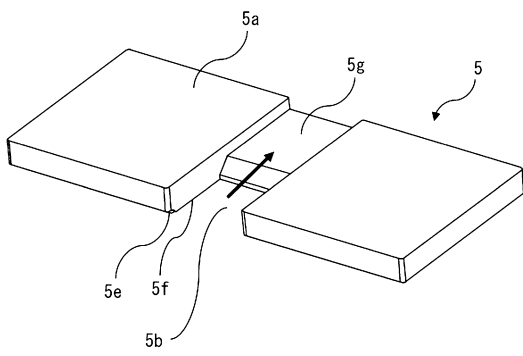
14



10

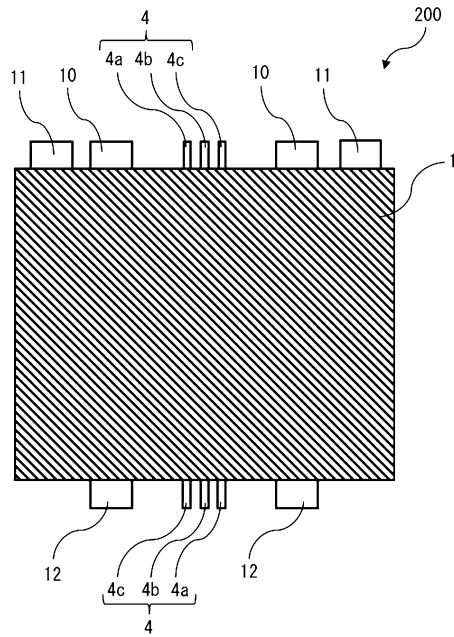
【 15 】

15



【 16 】

16



20

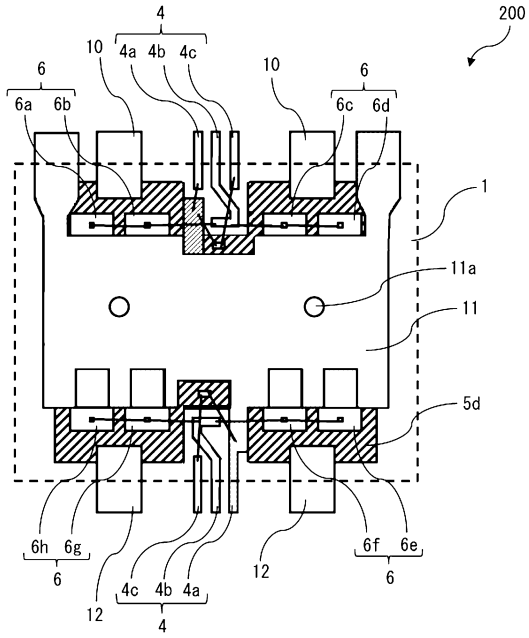
30

40

50

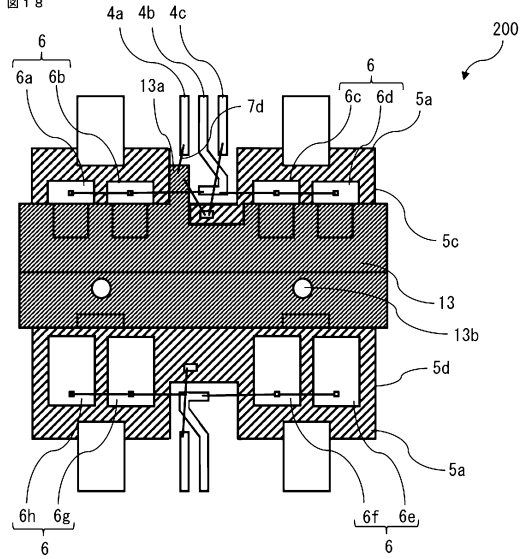
【 図 17 】

図 17



【 図 18 】

図 18

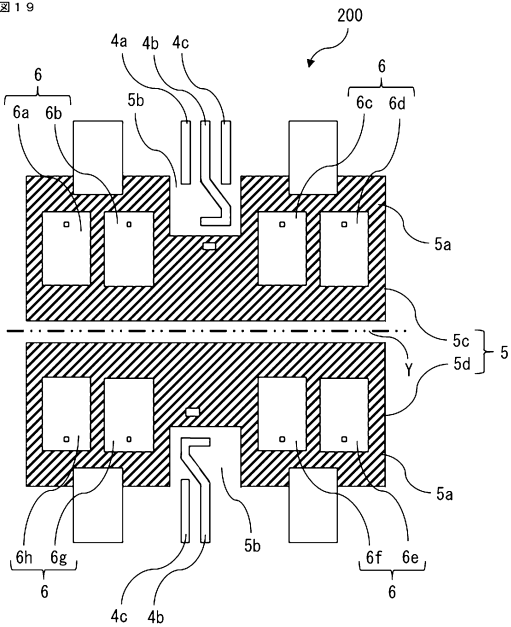


10

20

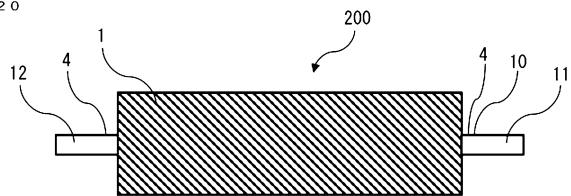
【 図 19 】

図 19



【 図 20 】

図 20



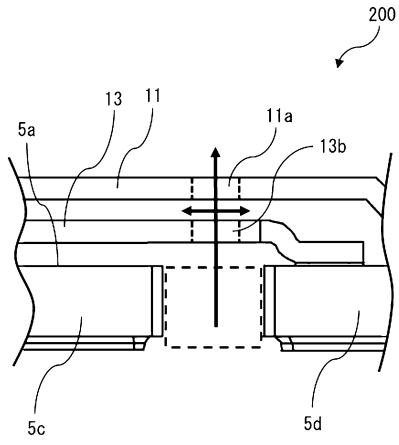
30

40

50

【 2 1 】

2 1



10

20

30

40

50