

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7476987号  
(P7476987)

(45)発行日 令和6年5月1日(2024.5.1)

(24)登録日 令和6年4月22日(2024.4.22)

(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 1 L	25/07 (2006.01)	H 0 1 L	25/04	C
H 0 1 L	25/18 (2023.01)			

請求項の数 17 (全16頁)

(21)出願番号	特願2022-576907(P2022-576907)	(73)特許権者	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
(86)(22)出願日	令和3年1月22日(2021.1.22)	(74)代理人	110003199 弁理士法人高田・高橋国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/002281	(72)発明者	近藤 勝彦 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
(87)国際公開番号	WO2022/157934	(72)発明者	佐々木 太志 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
(87)国際公開日	令和4年7月28日(2022.7.28)	審査官	山口 祐一郎
審査請求日	令和5年3月27日(2023.3.27)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体装置および半導体装置の製造方法

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

上面と前記上面と反対側の裏面を有し、前記裏面に環状の溝が形成されたベース板と、前記ベース板の前記上面に設けられた基板と、前記基板の上面に設けられた半導体チップと、を備え、前記ベース板は、前記上面側に凸となるように反った凸反り部を有し、前記溝のうち前記凸反り部に形成された部分は、前記凸反り部のうち最も反りが大きい最大反り部から離れるほど深くなることを特徴とする半導体装置。

## 【請求項2】

前記溝は平面視で多角形であり、前記溝のうち前記凸反り部に形成された少なくとも一辺は、前記最大反り部から離れるほど深くなることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置。

## 【請求項3】

前記溝のうち前記凸反り部に形成された部分では、前記溝の底部と前記ベース板の前記上面との間の厚さは、前記最大反り部から離れるほど小さくなることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体装置。

## 【請求項4】

前記溝は平面視で多角形であり、前記溝のうち前記凸反り部に形成された少なくとも一辺で、前記溝の深さは前記一辺の

10

20

中心に対して対称であることを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 5】

前記溝は平面視で多角形であり、

前記最大反り部は、前記溝のうち前記凸反り部に形成された一辺の中心から、前記一辺に沿った方向にずれた位置に設けられ、

前記一辺のうち、前記最大反り部から前記一辺の端部までの距離が短い側では、前記最大反り部から前記一辺の端部までの距離が長い側と比べて、前記最大反り部から一定距離だけ離れた時に前記溝の深さが大きく変化することを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の半導体装置。

10

【請求項 6】

前記溝のうち前記凸反り部に形成された部分の底部は、平面から形成されることを特徴とする請求項 1 から 5 の何れか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 7】

前記溝のうち前記凸反り部に形成された部分の底部は、曲面から形成されることを特徴とする請求項 1 から 5 の何れか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 8】

前記溝のうち前記凸反り部に形成された部分の底部は、階段状であることを特徴とする請求項 1 から 5 の何れか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 9】

前記溝の一部では深さが一定であり、前記溝の前記凸反り部に形成された部分のうち最も深い部分と深さが等しいことを特徴とする請求項 1 から 8 の何れか 1 項に記載の半導体装置。

20

【請求項 10】

前記溝のうち深さが一定である部分は、前記ベース板のうち前記裏面側に凸となるように前記ベース板を反らせる方向に応力が発生している応力発生部に形成されることを特徴とする請求項 9 に記載の半導体装置。

【請求項 11】

前記溝に収納されたシール材と、

前記溝を覆うように前記ベース板の前記裏面に固定される冷却器と、

を備えることを特徴とする請求項 1 から 10 の何れか 1 項に記載の半導体装置。

30

【請求項 12】

前記溝のうち深さが一定である部分は、前記ベース板のうち前記裏面側に凸となるように反った凹反り部に形成されることを特徴とする請求項 9 に記載の半導体装置。

【請求項 13】

上面と前記上面と反対側の裏面を有し、前記裏面に環状の溝が形成されたベース板と、

前記ベース板の前記上面に設けられた基板と、

前記基板の上面に設けられた半導体チップと、

を備え、

前記ベース板は、前記裏面側に凸となるように反った凹反り部を有し、

前記溝のうち前記凹反り部に形成された部分は、深さが一定であることを特徴とする半導体装置。

40

【請求項 14】

上面と前記上面と反対側の裏面を有し、前記裏面に環状の溝が形成されたベース板と、

前記ベース板の前記上面に設けられた基板と、

前記基板の上面に設けられた半導体チップと、

前記溝に収納されたシール材と、

前記溝を覆うように前記ベース板の前記裏面に固定される冷却器と、

を備え、

前記ベース板は、前記裏面側に凸となるように前記ベース板を反らせる方向に応力が発

50

生している応力発生部を有し、

前記溝のうち前記応力発生部に形成された部分は、深さが一定であることを特徴とする半導体装置。

【請求項 15】

前記半導体チップはワイドバンドギャップ半導体によって形成されていることを特徴とする請求項 1 から 14 の何れか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 16】

前記ワイドバンドギャップ半導体は、炭化珪素、窒化ガリウム系材料またはダイヤモンドであることを特徴とする請求項 15 に記載の半導体装置。

【請求項 17】

上面と前記上面と反対側の裏面を有し、前記裏面に環状の溝が形成されたベース板の前記上面に基板を搭載し、

前記基板の上面に半導体チップを搭載し、

前記ベース板が前記裏面側に凸となるように反った凹反り部を有し、前記溝にシール材が収納された状態で、前記溝を覆うように前記ベース板の前記裏面に冷却器を固定することで前記凹反り部の反りを低減させ、

前記溝のうち前記凹反り部に形成された部分は、深さが一定であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、半導体装置および半導体装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、半導体チップと、主面に半導体チップが接合された絶縁基板と、主面に絶縁基板の他主面が接合されたベースを備えた半導体装置が開示されている。ベースの他主面には凸部が設けられ、凸部の外周に環状の溝が設けられる。環状の弾性体で構成されたシール材が、溝に沿って挿入される。開口部を有するケースは、開口部の外縁がシール材と接するように配置される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】日本特開 2015 - 73012 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 のような半導体装置では、シール材をベース板と冷却器との間に挟み込み、十分なつぶし量を確保することで冷却水の漏洩を防ぐ。ベース板を冷却器に固定する際に、シール材に荷重が加わることで、シール材のつぶし量が得られる。この時、シール材全周に渡って均一に荷重が加わらないと、つぶし量がばらつき、冷却水が漏洩するおそれがある。また、部材が圧縮により割れるおそれがある。特に、ベース板または冷却器におけるシール材との接触面の反り形状によっては、ベース板と冷却器との間のクリアランスが均一とならず、シール材のつぶし量がばらつくおそれがある。

【0005】

本開示は、シール材のつぶし量のばらつきを抑制できる半導体装置および半導体装置の製造方法を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

第 1 の開示に係る半導体装置は、上面と該上面と反対側の裏面を有し、該裏面に環状の溝が形成されたベース板と、該ベース板の該上面に設けられた基板と、該基板の上面に設

10

20

30

40

50

けられた半導体チップと、を備え、該ベース板は、該上面側に凸となるように反った凸反り部を有し、該溝のうち該凸反り部に形成された部分は、該凸反り部のうち最も反りが大きい最大反り部から離れるほど深くなる。

【0007】

第2の開示に係る半導体装置は、上面と該上面と反対側の裏面を有し、該裏面に環状の溝が形成されたベース板と、該ベース板の該上面に設けられた基板と、該基板の上面に設けられた半導体チップと、を備え、該ベース板は、該裏面側に凸となるように反った凹反り部を有し、該溝のうち該凹反り部に形成された部分は、深さが一定である。

【0008】

第3の開示に係る半導体装置は、上面と該上面と反対側の裏面を有し、該裏面に環状の溝が形成されたベース板と、該ベース板の該上面に設けられた基板と、該基板の上面に設けられた半導体チップと、該溝に収納されたシール材と、該溝を覆うように該ベース板の該裏面に固定される冷却器と、を備え、該ベース板は、該裏面側に凸となるように該ベース板を反らせる方向に応力が発生している応力発生部を有し、該溝のうち該応力発生部に形成された部分は、深さが一定である。

10

【0009】

第4の開示に係る半導体装置の製造方法は、上面と該上面と反対側の裏面を有し、該裏面に環状の溝が形成されたベース板の該上面に基板を搭載し、該基板の上面に半導体チップを搭載し、該ベース板が該裏面側に凸となるように反った凹反り部を有し、該溝にシール材が収納された状態で、該溝を覆うように該ベース板の該裏面に冷却器を固定することで該凹反り部の反りを低減させ、該溝のうち該凹反り部に形成された部分は、深さが一定である。

20

【発明の効果】

【0010】

本開示に係る半導体装置および半導体装置の製造方法では、ベース板の反りの方向に応じて溝の深さが設定される。このため、シール材のつぶし量のばらつきを抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施の形態1に係る半導体装置の断面図である。

【図2】実施の形態1に係るベース板の底面図である。

30

【図3】実施の形態1に係るベース板に反りが発生していない状態の断面図である。

【図4】実施の形態1に係るベース板に反りが発生した状態の断面図である。

【図5】実施の形態1に係るベース板を冷却器に取り付けた状態の断面図である。

【図6】実施の形態2に係るベース板に反りが発生していない状態の断面図である。

【図7】実施の形態2に係るベース板に反りが発生した状態の断面図である。

【図8】実施の形態2に係るベース板を冷却器に取り付けた状態の断面図である。

【図9】実施の形態3に係るベース板に反りが発生していない状態の断面図である。

【図10】実施の形態3に係るベース板に反りが発生した状態の断面図である。

【図11】実施の形態4に係るベース板に反りが発生していない状態の断面図である。

【図12】実施の形態4に係るベース板に反りが発生した状態の断面図である。

40

【図13】実施の形態5に係るベース板に反りが発生していない状態の断面図である。

【図14】実施の形態5に係るベース板に反りが発生した状態の断面図である。

【図15】実施の形態6に係るベース板に反りが発生していない状態の断面図である。

【図16】実施の形態6に係るベース板に反りが発生した状態の断面図である。

【図17】実施の形態6に係るベース板を冷却器に取り付けた状態の断面図である。

【図18】実施の形態7に係るベース板に反りが発生していない状態の断面図である。

【図19】実施の形態7に係るベース板に反りが発生した状態の断面図である。

【図20】実施の形態8に係るベース板に反りが発生していない状態の断面図である。

【図21】実施の形態8に係るベース板に反りが発生した状態の断面図である。

【図22】実施の形態9に係るベース板に反りが発生していない状態の断面図である。

50

【図 2 3】実施の形態 9 に係るベース板に反りが発生していない状態の別の断面図である。

【図 2 4】実施の形態 9 に係るベース板に反りが発生した状態の断面図である。

【図 2 5】実施の形態 9 に係るベース板に反りが発生した状態の別の断面図である。

【図 2 6】実施の形態 9 に係るベース板を冷却器に取り付けた状態の断面図である。

【図 2 7】実施の形態 9 に係るベース板を冷却器に取り付けた状態の別の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

各実施の形態に係る半導体装置および半導体装置の製造方法について図面を参照して説明する。同じ又は対応する構成要素には同じ符号を付し、説明の繰り返しを省略する場合がある。

10

【0013】

実施の形態 1 .

図 1 は、実施の形態 1 に係る半導体装置 100 の断面図である。半導体装置 100 は、ベース板 1 と、ベース板 1 の上面に設けられた基板 2 と、基板 2 の上面に設けられた半導体チップ 3 を備える。図 2 は、実施の形態 1 に係るベース板 1 の底面図である。ベース板 1 は、上面と、上面と反対側の裏面を有し、裏面に環状の溝 5 が形成されている。溝 5 は平面視で四角形である。

【0014】

溝 5 にはシール材 4 が収納される。ベース板 1 の裏面には冷却器 7 が固定される。冷却器 7 の外縁部は溝 5 を覆う。冷却器 7 は冷却水 6 を保持する。ベース板 1 は締結部材 8 により冷却器 7 に締結される。ベース板 1 がシール材 4 を介して冷却器 7 に固定されることで、冷却水 6 を密封できる。

20

【0015】

半導体チップ 3 は例えばパワー半導体チップである。半導体チップ 3 は、例えば I G B T ( Insulated Gate Bipolar Transistor )、M O S F E T ( Metal - Oxide - Semiconductor Field - Effect Transistor ) または Diode である。パワー半導体チップは動作時に高温となる可能性があり、高い放熱性の確保が重要となる。半導体チップ 3 は、例えば Si から形成される。半導体チップ 3 はワイドバンドギャップ半導体によって形成されていても良い。ワイドバンドギャップ半導体は、例えば炭化珪素、窒化ガリウム系材料またはダイヤモンドである。半導体チップ 3 がワイドバンドギャップ半導体によって形成される場合、高温での動作が可能となる。このため、特に高い放熱性の確保が重要となる。図 1 では 2 つの半導体チップ 3 が示されているが、半導体装置 100 が備える半導体チップ 3 は 1 つ以上であれば良い。

30

【0016】

基板 2 は例えば絶縁基板である。基板 2 は、表面回路パターン 2 a、セラミック基板 2 b および裏面回路パターン 2 c から構成される。セラミック基板 2 b は、例えば Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、AlN、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 等のセラミックから形成される。表面回路パターン 2 a および裏面回路パターン 2 c は、例えば Cu を主成分とする金属から形成される。表面回路パターン 2 a および裏面回路パターン 2 c は、それぞれセラミック基板 2 b の上面と裏面に形成されている。表面回路パターン 2 a はセラミック基板 2 b の上面において選択的に形成される。これにより、セラミック基板 2 b の上面に回路が形成される。

40

【0017】

また、表面回路パターン 2 a の上面には、少なくとも一つの半導体チップ 3 の裏面電極が接合されている。裏面電極は例えばコレクタ電極である。半導体チップ 3 は接合材を介して表面回路パターン 2 a に接続される。接合材は、例えば Sn - Ag 系などの鉛フリーはんだである。半導体チップ 3 の表面電極には、ボンディングワイヤまたは金属板等によって各種配線が形成される。表面電極は例えばエミッタ電極またはゲート電極である。以上の構成により、半導体装置 100 に必要な回路が形成される。また、半導体チップ 3 の周囲は、図示しない外枠、蓋、封止樹脂などで保護されている。

50

## 【 0 0 1 8 】

ベース板 1 は板状である。ベース板 1 は、銅または銅合金などの金属材料で形成される。ベース板 1 には接合材を介して、基板 2 の裏面回路パターン 2 c が接合されている。接合材は、例えば Sn - Ag 系などの鉛フリーはんだである。以上の構成により、半導体装置 1 0 0 の動作時に半導体チップ 3 から発生した熱を冷却水 6 へ効率よく伝え、高い放熱特性を確保できる。ベース板 1 の裏面には、フィンなどの凸部が設けられても良い。これにより、ベース板 1 と冷却水 6 との接触面積を増加させ、放熱特性をさらに高めることができる。

## 【 0 0 1 9 】

冷却器 7 は箱形であり、開口部を有する。冷却器 7 は、冷却水 6 を半導体装置 1 0 0 へ供給し、保持する機能を有する。冷却器 7 は例えば Al または Al 合金等の金属材料で形成される。これにより、冷却水 6 を保持する冷却器 7 の耐久性を確保できる。また、冷却器 7 は、冷却水 6 を外部放熱装置との間で循環させるための図示しない供給口および排出口を備える。

10

## 【 0 0 2 0 】

シール材 4 は、例えばゴム素材で形成された環状の弾性体である。シール材 4 は例えば O - r i n g である。ベース板 1 と冷却器 7 の間には、シール材 4 が溝 5 に挿入されて配置される。ベース板 1 のうち溝 5 よりも外側の四隅には、貫通穴 9 が形成される。ボルトなどの締結部材 8 は貫通穴 9 に挿入される。これにより、ベース板 1 は冷却器 7 に向かって押さえつけられた状態で保持される。このときシール材 4 は、ベース板 1 の溝 5 が形成された部分および冷却器 7 に、弾性力を及ぼしながら密着する。これにより、ベース板 1 と冷却器 7 との間隙全体を、シール材 4 で埋めることができる。従って、冷却水 6 の外部への漏洩を防止することができる。このような冷却方法は、直接冷却式とも呼ばれる。

20

## 【 0 0 2 1 】

次に、ベース板 1 の構造の具体例として、溝 5 a が形成されたベース板 1 a について説明する。図 3 は、実施の形態 1 に係るベース板 1 a に反りが発生していない状態の断面図である。図 4 は、実施の形態 1 に係るベース板 1 a に反りが発生した状態の断面図である。図 3、図 4 は、溝 5 a の四辺のうち一辺に沿った方向におけるベース板 1 a の断面を示す。ベース板 1 a において溝 5 a の深さは、溝 5 a の一辺の中心から離れるほど深くなる。

## 【 0 0 2 2 】

図 3 に示される組立て前の反りが発生していない状態では、溝 5 a の深さは不均一である。これに対し図 4 に示されるように、組立て時における熱負荷等により、ベース板 1 a は上面 1 1 側に凸となるように反る。つまりベース板 1 a は、上面 1 1 側に凸となるように反った凸反り部 1 3 を有する。溝 5 a のうち凸反り部 1 3 に形成された部分は、凸反り部 1 3 のうち最も反りが大きい最大反り部 1 4 から離れるほど深くなる。ここで、溝 5 a の深さは、ベース板 1 a の裏面 1 2 から溝 5 a の底部 5 1 a までの高さである。また、最大反り部 1 4 は、ベース板 1 a の上面 1 1 が最も突出した部分である。本実施の形態における最大反り部 1 4 は、溝 5 a の一辺の中心に形成される。溝 5 a のうち凸反り部 1 3 に形成された部分では、溝 5 a の底部 5 1 a とベース板 1 a の上面 1 1 との間の厚さが、最大反り部 1 4 から離れるほど小さくなる。

30

40

## 【 0 0 2 3 】

図 5 は、実施の形態 1 に係るベース板 1 a を冷却器 7 に取り付けた状態の断面図である。ベース板 1 a が上面 1 1 側に凸となるように反ることで、溝 5 a の深さの差異が打ち消される。つまり、冷却器 7 から溝 5 a の底部 5 1 a までの高さを均一にすることができる。従って、シール材 4 のつぶし量のばらつきを抑制できる。

## 【 0 0 2 4 】

ここで、ベース板 1 a は端部において冷却器 7 と固定される。このため、ベース板 1 a を冷却器 7 に固定する際に、反りを矯正する力が働きにくい。よって、図 5 に示されるベース板 1 a を冷却器 7 に取り付けた状態においても、図 4 に示される溝 5 a の形状を保持できる。従って、シール材 4 のつぶし量のばらつきを抑制できる。これにより、冷却水 6

50

の漏洩および部材の圧縮割れを抑制できる。

【 0 0 2 5 】

例えばベース板の反り形状を考慮せずに、溝の深さをベース板の端部に近づくほど深くする場合を仮定する。この場合、反りの方向によっては、シール材のつぶし量が不足する部分またはつぶし量が過剰な部分が発生するおそれがある。つぶし量が不足する部分では、冷却水の漏洩が発生するおそれがある。また、つぶし量が過剰な部分では部材の圧縮割れが生じるおそれがある。本実施の形態では、ベース板 1 の反りの方向に応じて溝 5 の深さが設定される。このため、確実にシール材 4 のつぶし量のばらつきを抑制できる。

【 0 0 2 6 】

また、溝 5 a のうち凸反り部 1 3 に形成された部分の底部 5 1 a は、平面から形成される。これにより、シール材 4 を平面で均一につぶすことができる。また、図 4 に示されるように、反りが発生した状態の溝 5 a の底部 5 1 a を 1 つの平面で構成できる。これにより、シール材 4 をさらに均一につぶすことができる。

10

【 0 0 2 7 】

なお、反りが発生した状態の溝 5 a の底部 5 1 a は 1 つの平面ではなくても良く、冷却器 7 から溝 5 a の底部 5 1 a までの高さは完全に均一ではなくても良い。冷却器 7 から溝 5 a の底部 5 1 a までの高さは、冷却水の漏洩を防止できれば位置によって異なっても良い。

【 0 0 2 8 】

図 4、5 に示される構造は、溝 5 a の四辺のうち少なくとも一辺に形成されれば良い。つまり、溝 5 a のうち凸反り部 1 3 に形成された少なくとも一辺は、最大反り部 1 4 から離れるほど深くなれば良い。また、溝 5 a は平面視で多角形、楕円形または円形であっても良い。

20

【 0 0 2 9 】

また、ベース板 1 と冷却器 7 との固定方法は、ボルトによる締結に限らない。ベース板 1 と冷却器 7 は互いに嵌合しても良い。ベース板 1 は冷却器 7 に向かって押さえつけられた状態で固定されれば良い。

【 0 0 3 0 】

これらの変形は、以下の実施の形態に係る半導体装置および半導体装置の製造方法について適宜応用することができる。なお、以下の実施の形態に係る半導体装置および半導体装置の製造方法については実施の形態 1 との共通点が多いので、実施の形態 1 との相違点を中心に説明する。

30

【 0 0 3 1 】

実施の形態 2 .

図 6 は、実施の形態 2 に係るベース板 1 b に反りが発生していない状態の断面図である。図 7 は、実施の形態 2 に係るベース板 1 b に反りが発生した状態の断面図である。本実施の形態では、ベース板 1 b の構造と反りの方向が実施の形態 1 と異なる。本実施の形態におけるベース板 1 b の溝 5 b の深さは一定である。

【 0 0 3 2 】

図 6 に示される組立て前の反りが発生していない状態では、溝 5 b の深さは均一である。これに対し図 7 に示されるように、組立て時における熱負荷等により、ベース板 1 b は、裏面 1 2 側に凸となるように反る。つまり、ベース板 1 b は、裏面 1 2 側に凸となるように反った凹反り部 1 5 を有する。溝 5 b のうち凹反り部 1 5 に形成された部分は、深さが一定である。

40

【 0 0 3 3 】

次に、本実施の形態に係る半導体装置の製造方法について説明する。まず、基板 2 の上面に半導体チップ 3 を搭載する。また、ベース板 1 b の上面に基板 2 を搭載する。次に、ベース板 1 b が凹反り部 1 5 を有し、溝 5 b にシール材 4 が収納された状態で、溝 5 b を覆うようにベース板 1 b の裏面 1 2 に冷却器 7 を固定する。これにより、冷却器 7 への固定前と比べて、凹反り部 1 5 の反りを低減させる。なお、基板 2、半導体チップ 3、ベ

50

ス板 1 b、シール材 4 および冷却器 7 の組み立て順は、変更されても良い。

【 0 0 3 4 】

図 8 は、実施の形態 2 に係るベース板 1 b を冷却器 7 に取り付けた状態の断面図である。ベース板 1 b は端部において冷却器 7 と固定される。このため、ベース板 1 b を冷却器 7 に固定する際に、反りを矯正する力が働き易い。よって、図 8 に示されるベース板 1 b を冷却器 7 に取り付けた状態では、溝 5 b は反りが発生していない図 6 に示される状態とほぼ同等の形状となる。従って、冷却器 7 から溝 5 b の底部 5 1 b までの高さを均一にすることができ、シール材 4 のつぶし量のばらつきを抑制できる。

【 0 0 3 5 】

図 8 に示される状態においては、ベース板 1 b には裏面 1 2 側に凸となるようにベース板 1 b を反らせる方向に応力が発生している。つまり、ベース板 1 b は、裏面 1 2 側に凸となるようにベース板 1 b を反らせる方向に応力が発生している応力発生部 1 6 を有する。溝 5 b のうち応力発生部 1 6 に形成された部分は、深さが一定である。

10

【 0 0 3 6 】

本実施の形態における溝 5 b の底部 5 1 b は平面である。これに限らず、溝 5 b の底部 5 1 b は曲面であっても良く、凹凸を有しても良い。また、ベース板 1 b が冷却器 7 に取り付けられた状態において、冷却器 7 から溝 5 b の底部 5 1 b までの高さは完全に均一でなくても良い。

【 0 0 3 7 】

実施の形態 3 .

図 9 は、実施の形態 3 に係るベース板 1 c に反りが発生していない状態の断面図である。図 10 は、実施の形態 3 に係るベース板 1 c に反りが発生した状態の断面図である。ベース板 1 c は凸反り部 1 3 を有する。実施の形態 1 と同様に、ベース板 1 c の溝 5 c は平面視で多角形である。また、実施の形態 1 と同様に、溝 5 c のうち凸反り部 1 3 に形成された少なくとも一辺は、当該一辺の端部に近づくほど深くなる。さらに、溝 5 c のうち凸反り部 1 3 に形成された少なくとも一辺において、溝 5 c の深さは当該一辺の中心 1 0 に対して対称である。中心 1 0 の両側で、溝 5 c の深さの変化量を示す角度  $\theta_1$  は同じである。角度  $\theta_1$  は断面視でベース板 1 c の裏面 1 2 と溝 5 c の底部 5 1 c のなす角度である。

20

【 0 0 3 8 】

このような構造によれば、ベース板 1 c の最大反り部 1 4 となり易い溝 5 c の辺の中心 1 0 において、冷却器 7 への組付け時にシール材 4 を確実につぶすことができる。

30

【 0 0 3 9 】

実施の形態 4 .

図 11 は、実施の形態 4 に係るベース板 1 d に反りが発生していない状態の断面図である。図 12 は、実施の形態 4 に係るベース板 1 d に反りが発生した状態の断面図である。本実施の形態では、ベース板 1 d の溝 5 d の形状が実施の形態 3 と異なる。溝 5 b のうち凸反り部 1 3 に形成された部分は、中心 1 0 から離れるほど深くなる。溝 5 d の深さは、中心 1 0 に対して対称である。溝 5 d のうち凸反り部 1 3 に形成された部分の底部 5 1 d は、曲面から形成される。底部 5 1 d の形状は中心 1 0 の両側において同一である。

【 0 0 4 0 】

本実施の形態においても、中心 1 0 に近づくほど溝 5 d が浅い。このため、ベース板 1 d の最大反り部 1 4 となり易い溝 5 d の辺の中心 1 0 において、冷却器 7 への組付け時にシール材 4 を確実につぶすことができる。

40

【 0 0 4 1 】

また、図 12 に示されるように、本実施の形態では冷却器 7 から溝 5 d の底部 5 1 d までの高さは完全に均一とはならない。しかし、本実施の形態においても、ベース板 1 d が上面 1 1 側に凸となるように反ることで、溝 5 d の深さの差異が打ち消される。従って、シール材 4 のつぶし量のばらつきを抑制できる。

【 0 0 4 2 】

実施の形態 5 .

50

図 1 3 は、実施の形態 5 に係るベース板 1 e に反りが発生していない状態の断面図である。図 1 4 は、実施の形態 5 に係るベース板 1 e に反りが発生した状態の断面図である。本実施の形態では、ベース板 1 e の溝 5 e の形状が実施の形態 3 と異なる。溝 5 e のうち凸反り部 1 3 に形成された部分は、中心 1 0 から離れるほど深くなる。溝 5 e の深さは、中心 1 0 に対して対称である。溝 5 e のうち凸反り部 1 3 に形成された部分の底部 5 1 e は、階段状である。

【 0 0 4 3 】

本実施の形態においても、中心 1 0 に近づくほど溝 5 e が浅い。このため、ベース板 1 c の最大反り部 1 4 となり易い溝 5 e の辺の中心 1 0 において、冷却器 7 への組付け時にシール材 4 を確実につぶすことができる。

10

【 0 0 4 4 】

実施の形態 6 .

図 1 5 は、実施の形態 6 に係るベース板 1 f に反りが発生していない状態の断面図である。図 1 6 は、実施の形態 6 に係るベース板 1 f に反りが発生した状態の断面図である。図 1 7 は、実施の形態 6 に係るベース板 1 f を冷却器 7 に取り付けた状態の断面図である。本実施の形態では、ベース板 1 f の溝 5 f の形状が実施の形態 1 と異なる。ベース板 1 f は凸反り部 1 3 を有する。実施の形態 1 と同様に、ベース板 1 f の溝 5 f は平面視で多角形である。溝 5 f のうち凸反り部 1 3 に形成された部分は、最大反り部 1 4 から離れるほど深くなる。また、溝 5 f の底部 5 1 f は平面から形成される。

【 0 0 4 5 】

20

本実施の形態において最大反り部 1 4 は、溝 5 f のうち凸反り部 1 3 に形成された一辺の中心 1 0 から、当該一辺に沿った方向にずれた位置に設けられる。凸反り部 1 3 に形成された溝 5 f の一辺のうち、最大反り部 1 4 から当該一辺の端部までの距離が短い側では、最大反り部 1 4 から当該一辺の端部までの距離が長い側と比べて、最大反り部 1 4 から一定距離だけ離れた時に溝 5 f の深さが大きく変化する。つまり、 $2 > 3$  である。溝 5 f のうち凸反り部 1 3 に形成された一辺の両端部で、溝 5 f の深さは等しい。

【 0 0 4 6 】

このように、ベース板 1 f の凸反り形状に応じて溝 5 f の深さを設定することで、図 1 7 に示されるように、冷却器 7 から溝 5 f の底部 5 1 f までの高さを均一にすることができる。従って、シール材 4 のつぶし量のばらつきを抑制できる。

30

【 0 0 4 7 】

実施の形態 7 .

図 1 8 は、実施の形態 7 に係るベース板 1 g に反りが発生していない状態の断面図である。図 1 9 は、実施の形態 7 に係るベース板 1 g に反りが発生した状態の断面図である。本実施の形態では、ベース板 1 g の溝 5 g の形状が実施の形態 6 と異なる。溝 5 g の底部 5 1 g は曲面から形成される。

【 0 0 4 8 】

実施の形態 6 と同様に、ベース板 1 g の最大反り部 1 4 は、溝 5 g のうち凸反り部 1 3 に形成された一辺の中心 1 0 から、当該一辺に沿った方向にずれた位置に設けられる。凸反り部 1 3 に形成された溝 5 g の一辺のうち、最大反り部 1 4 から当該一辺の端部までの距離が短い側では、最大反り部 1 4 から当該一辺の端部までの距離が長い側と比べて、最大反り部 1 4 から一定距離だけ離れた時に溝 5 g の深さが大きく変化する。つまり、最大反り部 1 4 から溝 5 g の辺の端部までの距離が短い側では、最大反り部 1 4 から溝 5 g の辺の端部までの距離が長い側と比べて、曲率が大きい。

40

【 0 0 4 9 】

本実施の形態においても、ベース板 1 g の凸反り形状に応じて溝 5 g の深さを設定することで、最大反り部 1 4 において、シール材 4 を確実につぶすことができる。

【 0 0 5 0 】

実施の形態 8 .

図 2 0 は、実施の形態 8 に係るベース板 1 h に反りが発生していない状態の断面図であ

50

る。図 2 1 は、実施の形態 8 に係るベース板 1 h に反りが発生した状態の断面図である。本実施の形態では、ベース板 1 h の溝 5 h の形状が実施の形態 6 と異なる。溝 5 h の底部 5 1 h は階段状である。

【 0 0 5 1 】

実施の形態 6 と同様に、ベース板 1 h の最大反り部 1 4 は、溝 5 h のうち凸反り部 1 3 に形成された一辺の中心 1 0 から、当該一辺に沿った方向にずれた位置に設けられる。凸反り部 1 3 に形成された溝 5 h の一辺のうち、最大反り部 1 4 から当該一辺の端部までの距離が短い側では、最大反り部 1 4 から当該一辺の端部までの距離が長い側と比べて、最大反り部 1 4 から一定距離だけ離れた時に溝 5 h の深さが大きく変化する。

【 0 0 5 2 】

本実施の形態においても、ベース板 1 h の凸反り形状に応じて溝 5 h の深さを設定することで、最大反り部 1 4 において、シール材 4 を確実につぶすことができる。

【 0 0 5 3 】

実施の形態 9 .

図 2 2 は、実施の形態 9 に係るベース板 1 i に反りが発生していない状態の断面図である。図 2 3 は、実施の形態 9 に係るベース板 1 i に反りが発生していない状態の別の断面図である。本実施の形態では、ベース板 1 i の溝 5 i の形状が実施の形態 1 と異なる。図 2 2、2 3 に示される溝 5 j と溝 5 k は、本実施の形態の溝 5 i の一辺をそれぞれ構成する。溝 5 j は深さが一定である。溝 5 k は、溝 5 k の中心から溝 5 k の長手方向に離れるほど深くなる。

【 0 0 5 4 】

図 2 4 は、実施の形態 9 に係るベース板 1 i に反りが発生した状態の断面図である。図 2 5 は、実施の形態 9 に係るベース板 1 i に反りが発生した状態の別の断面図である。深さが一定である溝 5 j は、ベース板 1 i の凹反り部 1 5 に形成される。また、溝 5 k は凸反り部 1 3 に形成される。溝 5 k は最大反り部 1 4 から離れるほど深くなる。このように、ベース板 1 i には凸反り部 1 3 と凹反り部 1 5 が混在する。溝 5 j は、溝 5 k のうち最も深い両端部と深さが等しい。

【 0 0 5 5 】

図 2 6 は、実施の形態 9 に係るベース板 1 i を冷却器 7 に取り付けた状態の断面図である。ベース板 1 i は端部において冷却器 7 と固定される。凹反り部 1 5 においては、ベース板 1 i を冷却器 7 に固定する際に、反りを矯正する力が働き易い。よって、図 2 6 に示される状態では、溝 5 j は反りが発生していない図 2 2 に示される状態とほぼ同等の形状となる。従って、冷却器 7 から溝 5 j の底部までの高さを均一にすることができ、シール材 4 のつぶし量のばらつきを抑制できる。

【 0 0 5 6 】

図 2 6 に示される状態においては、ベース板 1 i のうち溝 5 j が形成された部分に、裏面 1 2 側に凸となるようにベース板 1 i を反らせる方向に応力が発生している。溝 5 j は、ベース板 1 i のうち裏面 1 2 側に凸となるようにベース板 1 i を反らせる方向に応力が発生している応力発生部 1 6 に形成される。

【 0 0 5 7 】

図 2 7 は、実施の形態 9 に係るベース板 1 i を冷却器 7 に取り付けた状態の別の断面図である。凸反り部 1 3 においては、ベース板 1 i を冷却器 7 に固定する際に、反りを矯正する力が働きにくい。よって、図 2 7 に示される状態においても、図 2 5 に示される溝 5 k の形状を保持できる。従って、冷却器 7 から溝 5 k の底部までの高さを均一にすることができ、シール材 4 のつぶし量のばらつきを抑制できる。

【 0 0 5 8 】

本実施の形態では、異なる反り形状が混在する構造においても、冷却器 7 から溝 5 i の底部までの高さを均一にすることができ、従って、シール材 4 の全周でつぶし量のばらつきを抑制できる。

【 0 0 5 9 】

10

20

30

40

50

各実施の形態で説明した技術的特徴は適宜に組み合わせて用いても良い。

【符号の説明】

【0060】

1、1 a - 1 i ベース板、2 基板、2 a 表面回路パターン、2 b セラミック基板、2 c 裏面回路パターン、3 半導体チップ、4 シール材、5、5 a - 5 k 溝、6 冷却水、7 冷却器、8 締結部材、9 貫通穴、10 中心、11 上面、12 裏面、13 凸反り部、14 最大反り部、15 凹反り部、16 応力発生部、51 a - 51 h 底部、100 半導体装置

10

20

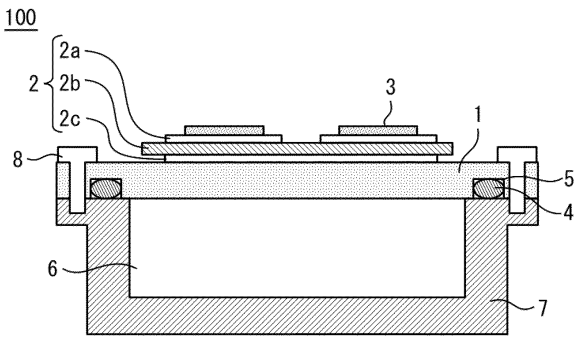
30

40

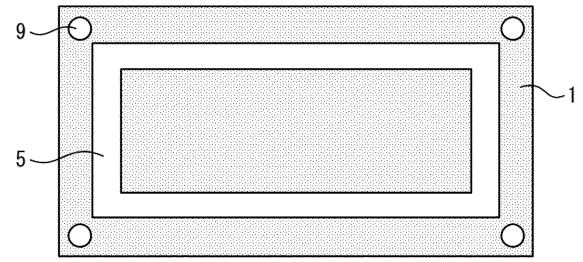
50

【図面】

【図 1】

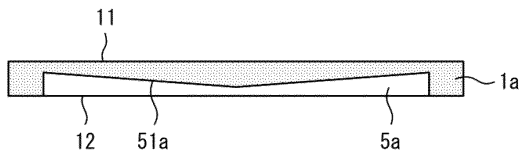


【図 2】

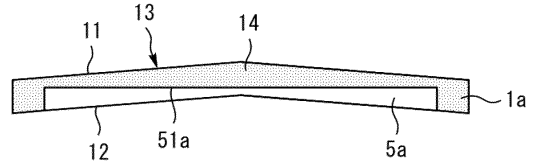


10

【図 3】

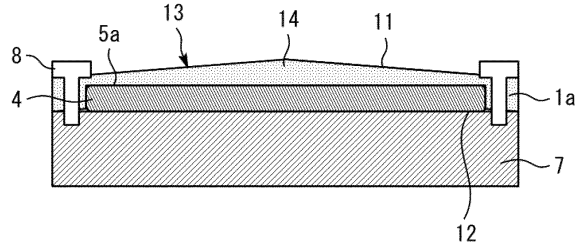


【図 4】

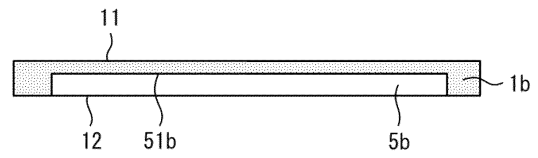


20

【図 5】



【図 6】

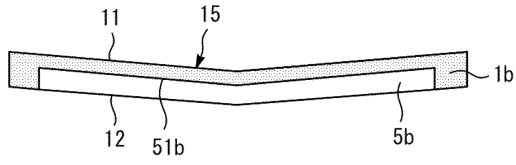


30

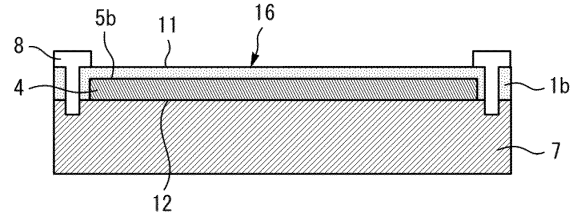
40

50

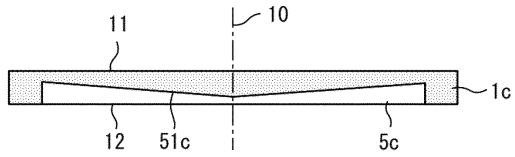
【図 7】



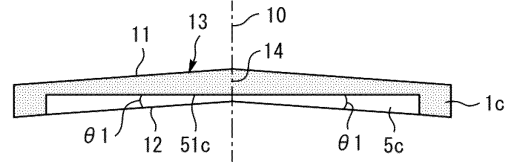
【図 8】



【図 9】

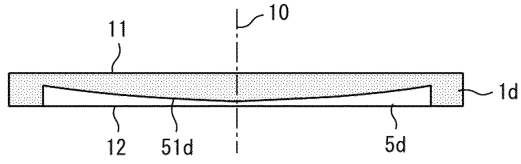


【図 10】

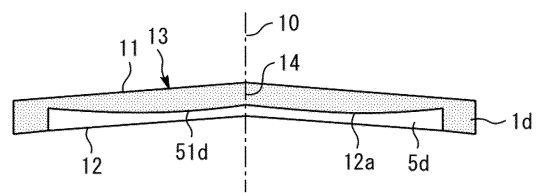


10

【図 11】

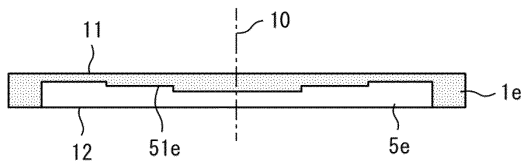


【図 12】

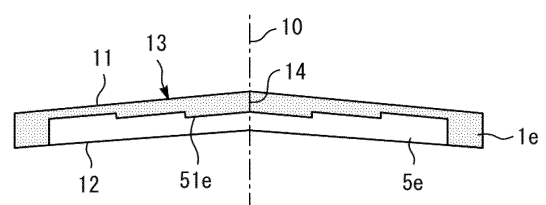


20

【図 13】



【図 14】

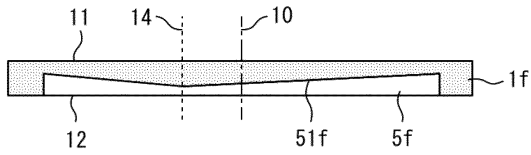


30

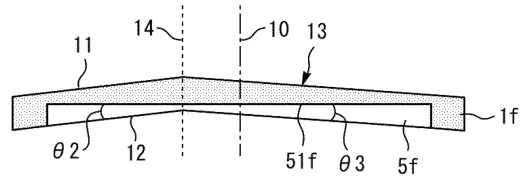
40

50

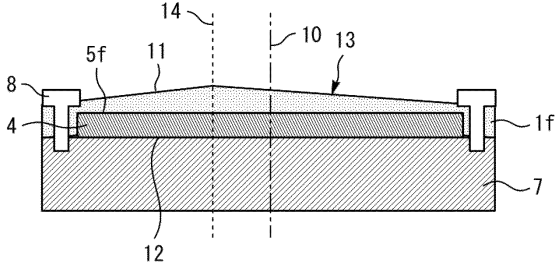
【図 15】



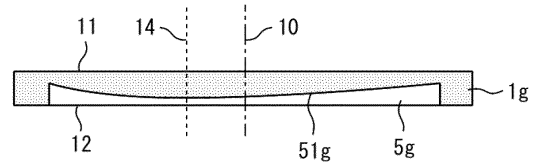
【図 16】



【図 17】

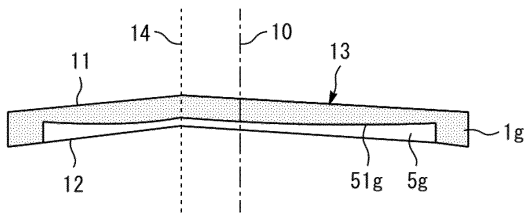


【図 18】

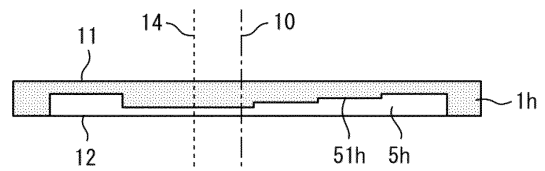


10

【図 19】

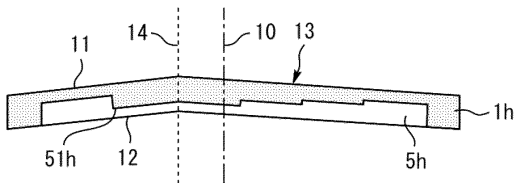


【図 20】

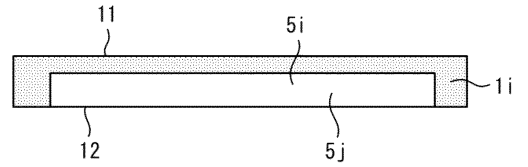


20

【図 21】



【図 22】

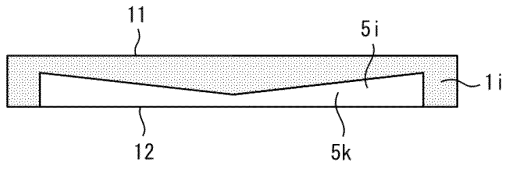


30

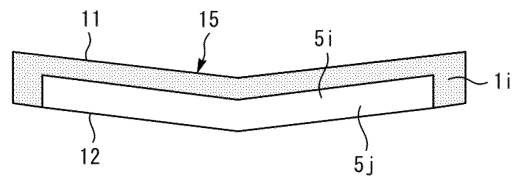
40

50

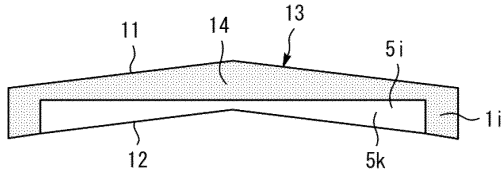
【図 2 3】



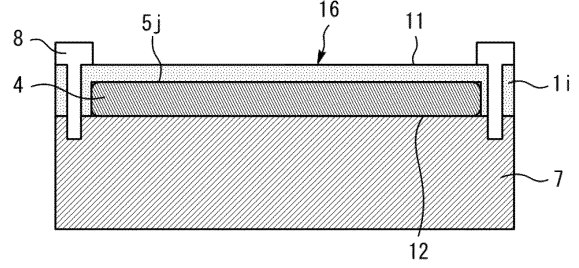
【図 2 4】



【図 2 5】

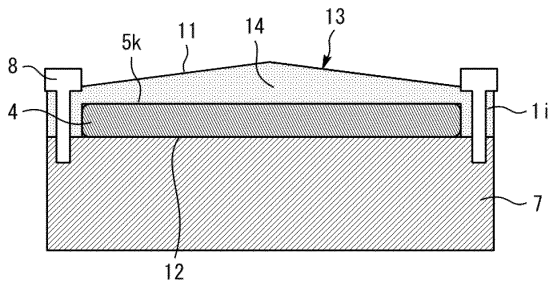


【図 2 6】



10

【図 2 7】



20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2017-126681(JP,A)  
特開2010-192708(JP,A)  
特開2015-73012(JP,A)  
特開2005-33140(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H01L 23/473  
H01L 25/07