

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5988882号
(P5988882)

(45) 発行日 平成28年9月7日(2016.9.7)

(24) 登録日 平成28年8月19日(2016.8.19)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 23/40 (2006.01)

H O 1 L 23/40

D

F 1 6 B 39/24 (2006.01)

F 1 6 B 39/24

Z

F 1 6 B 43/00 (2006.01)

F 1 6 B 43/00

Z

F 1 6 B 5/02 (2006.01)

F 1 6 B 5/02

F

請求項の数 8 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2013-5945 (P2013-5945)
 (22) 出願日 平成25年1月17日 (2013.1.17)
 (65) 公開番号 特開2014-138080 (P2014-138080A)
 (43) 公開日 平成26年7月28日 (2014.7.28)
 審査請求日 平成27年4月30日 (2015.4.30)

(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
 (74) 代理人 100088672
 弁理士 吉竹 英俊
 (74) 代理人 100088845
 弁理士 有田 貴弘
 (72) 発明者 井本 裕児
 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
 審査官 木下 直哉

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】

支持基体と、
 前記支持基体上に設けられる放熱板と、
 前記放熱板上に設けられる半導体素子と、
 前記支持基体上に形成される成形樹脂部と、
 前記成形樹脂部の一部を貫通して前記支持基体に到達するように設けられた貫通穴と、
 前記貫通穴の内部に設けられるカラーとを備え、前記カラー内にボルトの軸部を挿入し
 て前記支持基体に前記ボルトを取り付けることができ、
 前記カラーは、
 内部が中空で第1の直径を有し、前記放熱板上に設けられる筒状の大径部と、
 前記大径部の上方に位置し、内部が中空で前記第1の直径より短い第2の直径を有する
 筒状の小径部と、
 前記大径部の上端と前記小径部の下端とを接続し、水平方向に延びて形成され平面視円
 環状の接続部とを備え、前記接続部の形成距離は前記大径部の膜厚以上である、
 半導体装置。

【請求項 2】

請求項1記載の半導体装置であって、
 前記カラーは、前記支持基体への前記ボルトによる固定時に前記接続部が大径部内に埋
 没する態様で塑性変形することを特徴とする、

10

20

半導体装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 記載の半導体装置であって、

前記カラーの大径部は前記貫通穴からの抜け出しを禁止あるいは抑制する抜き止め部分を一部に有することを特徴とする、

半導体装置。

【請求項 4】

請求項 1 または請求項 3 記載の半導体装置であって、

前記カラーは、前記支持基体への前記ボルトによる固定時に前記接続部が弾性変形することを特徴とする、

10

半導体装置。

【請求項 5】

請求項 2 から請求項 4 のうち、いずれか 1 項に記載の半導体装置であって、

前記貫通穴は複数の貫通穴を有し、

前記カラーは前記複数の貫通穴に対応する複数のカラーを有し、

前記ボルトは前記複数のカラーに対応する複数のボルトを有し、

前記複数のカラーの大径部それぞれの前記第 1 の直径はそれぞれ前記複数のボルトの頭部それぞれの直径である第 3 の直径より長いことを特徴とする、

半導体装置。

【請求項 6】

20

請求項 1 から請求項 5 のうち、いずれか 1 項に記載の半導体装置であって、

前記接続部の表面には前記成形樹脂部が形成されていないことを特徴とする、

半導体装置。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 のうち、いずれか 1 項に記載の半導体装置であって、

前記カラーの大径部の平面視形状と

前記貫通穴の平面視形状とが互いに合致した形状で形成される、

半導体装置。

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 7 のうち、いずれか 1 項に記載の半導体装置であって、

前記半導体素子はシリコンカーバイトを主たる成分として含む、

30

半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、ボルトの締め付けによる軸力を受けるカラーを有する半導体装置に関する。

【背景技術】

【0002】

産業機器や民生機器、電気自動車や電車等のモータを制御するインバータや発電、回生用のコンバータ等に使用する半導体装置は、半導体素子からの発熱を放出するため、半導体素子が搭載された放熱部材を一般的に備えている。それらは半導体素子の搭載面や裏面の放熱面をボルト等を用いて支持基体となる冷却器などに圧接固定する。ボルトを用いてケースと基部とを固定した半導体装置として例えば特許文献 1 に開示された半導体装置がある。

40

【0003】

上記のような半導体装置には大きく分けて、半導体素子をトランスファモールド樹脂で封止されたトランスファモールド型と、樹脂成形された中空ケースを筐体として内部に搭載するケース型とに分類される。放熱部材としてトランスファモールド型においては金属等のヒートスプレッドが用いられ、ケース型においては金属等のベース板が用いられる。

50

【 0 0 0 4 】

いずれの型においても、支持基体である冷却器に固定する際、外装部となる成形樹脂を直接ボルト等で締結すると、ボルト頭部の接触面が樹脂クリープなどでへたり、接触状態が悪くなるため、成形樹脂内に金属製のカラーを挿入したり、樹脂接触面に皿ばね座金などを使用したりして、上述した樹脂クリープを抑制し、放熱面の接触状態を悪化させにくいような構造が一般的に採用されている。

【 0 0 0 5 】

また、上記カラーを成形樹脂にインサート成形する場合、金型とカラーを接触させてカラーの内部に成形樹脂が入らないようにする方法が一般的である。

【 先行技術文献 】

10

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 2 - 2 1 9 9 2 3 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

上述したように、ボルト締結部の樹脂クリープおよび破損を防止するため、成形樹脂内に筒形状の金属性のカラーをインサート成形する構造が一般的であり、このカラーはボルト締結部と樹脂接触面の接触圧を緩和することを目的としている。

【 0 0 0 8 】

20

しかし、このカラーのみではボルトの頭部との接触面積が狭く、ボルトの頭部の締結面の大半がカラーの周辺領域となる樹脂面に接触しているため、樹脂クリープが発生する可能性が少なからず存在する。

【 0 0 0 9 】

そこで特殊なブッシュを使用して接触面積を大きくとる第 1 の方法、または皿ばね座金などを使用して、ボルトの緩み防止と接触面積の拡大を兼ねて、樹脂クリープを防ぐ第 2 の方法が採られる。しかし、前者（第 1 の方法）は部品重量が大きくなることに加え、専用形状となり汎用性がなくなること、後者（第 2 の方法）は部品点数が多くなることに加え、締結間の高さ方向のばらつきによる荷重変動が大きく、支持基体となる冷却器への安定した接触状態を確保することが難しいという問題があった。

30

【 0 0 1 0 】

また、このカラーをインサート成形する場合、成形（用の）金型とカラー端面を接触させて内部に樹脂が進入しないようにするが、成形金型とのカラーとの接触面積が小さいことに加えて、カラーの長さ寸法ばらつきがあるため、カラーの形成長が短く成形金型との接触状態が安定的に確保できない場合は、樹脂充填時に成形樹脂がカラー内部に進入して成形される結果、ボルトによる締結時に樹脂バリが発生する原因となる。逆にカラーが長い場合は、金型との接触面の磨耗やカラーが破損する可能性がある。

【 0 0 1 1 】

また樹脂成形後にカラーを圧入する方法（アウトサート）もあるが、樹脂面に締結部が接触しないよう、樹脂面を研削したり、カラーの高さを調整したりする必要があった。

40

【 0 0 1 2 】

この発明は上記問題点を解決するためになされたもので、ボルトの締め付けによる軸力を受けるカラーを有する構造において、支持基体上に放熱板が安定性良く圧接固定可能な半導体装置を得ることを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 3 】

この発明に係る請求項 1 記載の半導体装置は、支持基体と、前記支持基体上に設けられる放熱板と、前記放熱板上に設けられる半導体素子と、前記支持基体上に形成される成形樹脂部と、前記成形樹脂部の一部を貫通して前記支持基体に到達するように設けられた貫通穴と、前記貫通穴の内部に設けられるカラーとを備え、前記カラー内にボルトの軸部を

50

挿入して前記支持基体に前記ボルトを取り付けることができ、前記カラーは、内部が中空で第１の直径を有し、前記放熱板上に設けられる筒状の大径部と、前記大径部の上方に位置し、内部が中空で前記第１の直径より短い第２の直径を有する筒状の小径部と、前記大径部の上端と前記小径部の下端とを接続し、水平方向に延びて形成され平面視円環状の接続部とを備え、前記接続部の形成距離は前記大径部の膜厚以上である。

【発明の効果】

【００１４】

請求項１記載の本願発明の半導体装置において用いるカラーは、大径部及び小径部の順で直径が短くなる立設状態において正面視凸形状を呈している。このような構造のカラーの小径部内にボルトの軸部を挿入しボルトの頭部が小径部の上端に接触した状態で、ボルトの軸方向への締結力であるボルト軸力を付与してボルトの軸部を支持基体に固定するボルト取付作業が行える。

10

【００１５】

この際、成形樹脂部と小径部との間には、大径部と小径部の半径の差に相当する水平方向に延びて形成される接続部の形成距離が設けられるため、ボルトの頭部の成形樹脂部の上面への接触を回避しつつ上記ボルト取付作業が行える。

【００１６】

その結果、上記ボルト取付作業後において、樹脂政経部からの樹脂クリープの発生を抑制した品質の良い半導体装置を得るとともに、ボルトによる押圧によりカラーから放熱板を加圧することができるため、支持基体上に放熱板が安定性良く圧接固定した半導体装置を得ることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【００１７】

【図１】この発明の実施の形態１であるトランスファモールド型の半導体装置の構造を示す断面図である。

【図２】実施の形態１の半導体装置で用いられるカラーの全体構造を示す説明図である。

【図３】実施の形態１のカラーの他の態様を示す斜視図である。

【図４】実施の形態１の他の態様を示す断面図である。

【図５】実施の形態１のカラーのアウトサート成形状況を模式的に示す説明図である。

30

【図６】実施の形態１の半導体装置におけるボルト取付作業の状況を示す説明図（その１）である。

【図７】実施の形態１の半導体装置におけるボルト取付作業の状況を示す説明図（その２）である。

【図８】実施の形態１の半導体装置におけるボルト取付作業の状況を示す説明図（その３）である。

【図９】実施の形態１のカラーに施された抜け止め、ならびに回り止めの構造を示す説明図である。

【図１０】図９(a)で示した成形樹脂の形成後のカラーの断面構造を示す断面図である。

【図１１】実施の形態２であるトランスファモールド型の半導体装置の構造を示す断面図である。

40

【図１２】実施の形態２による半導体装置におけるボルト取付作業の状況を示す説明図である。

【図１３】一体成形されたトランスファモールド型、およびケース型の半導体装置の複数個所にボルトによる締結を実施する場合の半導体装置の断面構造を示す断面図である。

【図１４】実施の形態３の半導体装置におけるボルト取付作業の状況を示す説明図である。

【図１５】本実施の形態における、成形樹脂による樹脂封止工程を示す説明図である。

【図１６】実施の形態の製造方法による効果説明用の説明図である。

【図１７】従来のトランスファモールド型の半導体装置を示す断面図である。

50

【図 18】従来のケース型の半導体装置を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

< 前提技術 >

図 17 は従来のトランスファモールド型の半導体装置を示す断面図である。同図に示すように、支持基体である冷却器 5 上に放熱部材 2 である 2 つのヒートスプレッド 6 が選択的に形成されている。そして、各ヒートスプレッド 6 上に半導体素子 1 がそれぞれ配置され、各半導体素子 1 は成形樹脂 8（成型樹脂部）により樹脂封止される。成形樹脂 8，8 間に貫通穴 11 が設けられ、この貫通穴 11 を介して軸方向への締結力であるボルト軸力を付与してボルトを冷却器 5 に固定することができる。なお、図 17 で示す半導体装置では、ボルト 4 の頭部と各成形樹脂 8 の表面との間には皿ばね座金 10 が設けられる。

10

【0019】

図 18 は従来のケース型の半導体装置を示す断面図である。同図に示すように、冷却器 5 上に放熱部材 2 であるベース板 7 が形成されている。そして、ベース板 7 上に 2 つの半導体素子 1 が絶縁体 30 を介して配置され、2 つの半導体素子 1 は絶縁体 30 と共に中空のケース 31 内に收容される。ケース 31 の左右両端部に隣接して成形樹脂 28，28 が設けられ、各成形樹脂 28 を貫通して 2 つの貫通穴 11 が冷却器 5 に到達するように設けられる。そして、各貫通穴 11 内にカラー 29 が設けられ、各カラー 29 を介してボルト軸力を付与してボルト 4 を冷却器 5 に固定することができる。

20

【0020】

図 17 で示したトランスファモールド型の半導体装置では、皿ばね座金 10 を用いて、ボルト 4 の緩み防止と接触面積の拡大を兼ねているが、この場合は皿ばね座金 10 を余分に設ける分、部品点数が多くなることに加え、ボルト 4 の頭部、冷却器 5 の上面の締結間の高さ方向のバラツキによる皿ばね座金 10 の荷重変動が大きく、冷却器 5 への安定した接触状態を確保することが難しいという問題があった。

【0021】

一方、図 18 で示したケース型半導体装置では、カラー 29 をインサート成形する場合、成形金型とカラー端面を接触させて内部に樹脂が進入しないようにするが、成形金型とのカラー上端部のとの接触面積が極めて小さい。さらに、複数個設けるカラー 29 の長さ寸法にバラツキが発生する場合、複数のカラー 29 間において、形成長が設計段階より短く成形金型との接触状態が安定的に確保できない場合は、樹脂封止時に成形樹脂 8 の一部がカラー内部に進入して成形される結果、ボルトによる締結時に樹脂バリが発生する原因となる。逆にカラー 29 が設計段階より長い場合は、金型との接触面でカラー 29 が強く接するため、の磨耗やカラーが破損する可能性があるという問題点があった。

30

【0022】

以下で述べる実施の形態では、ボルトの締め付けによる軸力を受けるカラーを有する構造の半導体装置において、上記問題点の解決を図ったものである。

【0023】

< 実施の形態 1 >

（構成）

40

図 1 はこの発明の実施の形態 1 であるトランスファモールド型の半導体装置の構造を示す断面図である。

【0024】

同図に示すように、支持基体である冷却器 5 上に放熱部材 2（放熱板）である 2 つのヒートスプレッド 6 が選択的に形成されている。この際、各ヒートスプレッド 6 の放熱面 6s が冷却器 5 の表面上に圧接固定される。そして、各ヒートスプレッド 6 上に半導体素子 1 がそれぞれ配置され、各半導体素子 1 は成形樹脂 8 により樹脂封止される。成形樹脂 8，8 間に貫通穴 11 が冷却器 5 に達する態様で設けられる。なお、実際には冷却器 5，ヒートスプレッド 6 間は放熱性の高い絶縁シート等を介して絶縁されているが、以下では、説明の都合上、絶縁シート等の存在を省略して説明する。

50

【 0 0 2 5 】

この貫通穴 1 1 内に立設状態の断面構造が凸状のカラー 9 が設けられる。このカラー 9 の下端は絶縁体 1 2 を介して対応するヒートスプレッド 6 上に設けられる。このカラー 9 内において軸方向への締結力であるボルト軸力を付与してボルトを冷却器 5 に固定することができる。なお、絶縁体 1 2 はセラミック等で構成される。

【 0 0 2 6 】

図 2 は実施の形態 1 の半導体装置で用いられるカラー 9 の全体構造を示す説明図である。同図 (a) は斜視図、同図 (b) は断面図である。

【 0 0 2 7 】

これらの図に示すように、カラー 9 は小径部 1 3、大径部 1 4 及びダイヤフラム部 1 5 により構成される。

【 0 0 2 8 】

大径部 1 4 は、内部が中空の垂直方向に延びる膜厚 t の筒状を呈し、大径部外径 L (第 1 の直径) を有する平面視円状に形成され、絶縁体 1 2 を介してヒートスプレッド 6 上に設けられる。

【 0 0 2 9 】

小径部 1 3 は大径部 1 4 の上方に位置し、内部が中空の垂直方向に延びる膜厚 t の筒状を呈し、小径部外径 S (第 2 の直径: $S < L$) を有する平面視円状に形成されている。

【 0 0 3 0 】

ダイヤフラム部 1 5 は大径部 1 4 の上端と小径部 1 3 の下端とを接続し、膜厚 t で水平方向に延びて平面視円環状に形成され、小径部 1 3、大径部 1 4 間の接続部として機能する。

【 0 0 3 1 】

ダイヤフラム部 1 5 は小径部 1 3、大径部 1 4 に比べ、水平方向に延びて形成される構造により、カラー 9 を小径部 1 3 の上部から押圧する際、小径部 1 3 及び大径部 1 4 に先がけて変形し易い特性を有している。そして、カラー 9 (小径部 1 3、大径部 1 4 及びダイヤフラム部 1 5) の形成用材質として、例えばアルミ材 (材質記号: A1050, A5052) が使用される。アルミ材を使用すると、鉄や黄銅材と比較して、ダイヤフラム部 1 5 が容易に変形し易くなる点で望ましい。

【 0 0 3 2 】

図 2 に示すように、カラー 9 は、小径部 1 3、大径部 1 4 の中心部を一致させた状態で、高さ方向に大径部 1 4、小径部 1 3 の順で重ねて構成されており、カラー 9 は立設状態時における断面構造が図 2 (b) に示すように凸状に形成される。この際、大径部 1 4 の大径部外径 L と小径部 1 3 の小径部外径 S との関係は、「 $L > S + 2t$ 」の関係となっている。

【 0 0 3 3 】

このような構成の実施の形態 1 の半導体装置は、半導体素子 1 からの発熱を放熱させるため、ヒートスプレッド 6 における半導体素子 1 の搭載面やその裏面の放熱面 6 s を、冷却器 5 の上面に接するように圧接固定される。

【 0 0 3 4 】

なお、図 2 で示した構成では、小径部 1 3、大径部 1 4 及びダイヤフラム部 1 5 の膜厚 t を同一にした構成を示したがこれに限定されず、例えば、小径部 1 3、大径部 1 4 及びダイヤフラム部 1 5 間で膜厚を変えても良い。

【 0 0 3 5 】

図 3 はカラー 9 の他の態様を示す斜視図である。同図に示すように、接続部となるダイヤフラム部 1 5 を複数箇所 (ダイヤフラム部 1 5 a、1 5 b) で組み合わせることによって、3 段以上の構成でカラー 9 を形成しても良い。図 3 では、大径部 1 4 の上部に小径部 2 2 (大径部外径 L より短い直径) を配置し、小径部 2 2 の上部にさらに小径部 2 3 (小径部 2 2 より小さい直径)、大径部 1 4、小径部 2 2 間をダイヤフラム部 1 5 a によ

10

20

30

40

50

って接続し、小径部 2 2 , 小径部 2 3 間をダイヤフラム部 1 5 b によって接続している。

【 0 0 3 6 】

なお、図 1 で示した実施の形態 1 の構造では、カラー 9 に接触するヒートスプレッド 6 を、絶縁体 1 2 を介することにより、カラー 9 , ヒートスプレッド 6 間の絶縁構造を例にあげたが、他の絶縁構造を採用しても良い。

【 0 0 3 7 】

図 4 は実施の形態 1 の他の態様を示す断面図である。同図に示すように、各ヒートスプレッド 6 上に窒化アルミニウムやセラミック等の絶縁体 2 4 を介して各半導体素子 1 を配置することにより、ヒートスプレッド 6 , カラー 9 間の絶縁を不要にする構造を採用してもよい。

10

【 0 0 3 8 】

図 5 はカラー 9 のアウトサート成形状況を模式的に示す説明図である。一般的には、カラー 9 は成形樹脂 8 が成形されるときに同時に組み込むインサート成形で形成することが考えられる。しかしながら、図 4 に示すように、成形樹脂 8 の形成後にカラー 9 を挿入する方法（アウトサート成形）でも同様な構造を得ることができる。

【 0 0 3 9 】

すなわち、カラー 9 の大径部 1 4 の平面視形状と貫通穴 1 1 の平面視形状とが互いに合致した形状で形成することにより、成形樹脂 8 の形成後に貫通穴 1 1 の上方からカラー 9 を挿入するアウトサー処理を採用しても、カラー内蔵の実施の形態 1 の半導体装置を製造することができる。

20

【 0 0 4 0 】

この際、図 5 に示すように、カラー加圧方向を D 9 とすることにより、カラー 9 の大径部 1 4 を中心に加圧することで、ダイヤフラム部 1 5 の変形を最小限に抑えることができる。

【 0 0 4 1 】

（動作・作用、効果）

図 6 ~ 図 8 は実施の形態 1 の半導体装置におけるボルト取付作業の状況を示す説明図である。図 6 ~ 図 8 では、カラー 9 の小径部 1 3 の内面に沿ってボルト 4 の軸部 4 b を挿入しボルト 4 の頭部 4 a が小径部 1 3 の上端に接触した状態で、ボルト 4 の軸方向への締結力であるボルト軸力を付与してボルト 4 の軸部 4 b を冷却器 5 に固定するボルト取付作業の状況を示している。

30

【 0 0 4 2 】

これらの図に示すように、ボルト取付作業実施時において、ボルト 4 の頭部 4 a が小径部 1 3 の上端に接触しているため、ボルト 4 を締結していくと、ボルト軸力がカラー 9 と絶縁体 1 2 を介して、ヒートスプレッド 6 に伝達され、ヒートスプレッド 6 の冷却器 5 に対する圧接固定力が作用する。この状態で成形樹脂 8 にはボルト軸力が伝達されていないため、成形樹脂 8 は樹脂クリープとなる影響を受けずに冷却器 5 への固定が可能となる。

【 0 0 4 3 】

上記状態から更にボルト軸力による締結力を増加すると、カラー 9 の小径部 1 3 が押し下げられるに伴い、ダイヤフラム部 1 5 に変形を生じる。このボルト軸力がダイヤフラム部 1 5 に復元力が残存するカラー 9 の座屈強度以下であれば、ボルト 4 の締結高さバラツキ等が問題となる場合の高さ調整が可能である。

40

【 0 0 4 4 】

図 7 に示すように、さらに締結力を増加し、変形後のダイヤフラム部 1 5 の復元が不可能なカラー 9 の座屈強度以上になると、ダイヤフラム部 1 5 が大きく塑性変形することにより完全に小径部 1 3 が大径部 1 4 の内部に埋没し、ボルト 4 の頭部 4 a が大径部 1 4 と接触する。これにより、ボルト 4 の頭部 4 a とカラー 9 との接触部の接触面積が増加して安定的なボルト軸力が主として大径部 1 4 に伝達され、ヒートスプレッド 6 の放熱面 6 s を冷却器 5 に確実に圧接固定することができる。

【 0 0 4 5 】

50

このとき、図 8 に示すように、ヒートスプレッド 6 にある貫通穴 11 を中心として、冷却器 5 の接触面となる上面に対し、各ヒートスプレッド 6 が上方向に少し浮いており形状のものを使用すると、ボルト 4 の締結により放熱面 6s が、冷却器 5 の上面に均一に接触させることができる。

【0046】

図 7 や図 8 で示す状態でも、ボルト 4 の頭部 4a の座面は成形樹脂 8 に積極的に接触しないため、樹脂クリープによる軸力の減少を防止することができる。

【0047】

上述したように、実施の形態 1 の半導体装置において用いているカラー 9 は、大径部 14 及び小径部 13 順で直径が短くなる立設状態において正面視凸形状を呈している。この
10
ような構造のカラー 9 の小径部 13 内にボルト 4 の軸部 4b を挿入しボルト 4 の頭部 4a が小径部 13 の上端に接触した状態で、ボルト 4 の軸方向への締結力であるボルト軸力を付与してボルト 4 の軸部 4b を支持基体である冷却器 5 に固定するボルト取付作業が行える。

【0048】

この際、成形樹脂 8 と小径部 13 との間には、大径部 14 と小径部 13 の半径の差に相当するダイヤフラム部 15 が水平方向に延びる形成距離が設けられるため、ボルト 4 の頭部 4a の成形樹脂 8 の上面への接触を回避しつつ上記ボルト取付作業が行える。

【0049】

その結果、上記ボルト取付作業後において、成形樹脂 8 からの樹脂クリープの発生を抑
20
制した品質の良い半導体装置を得るとともに、ボルト 4 による押圧によりカラー 9 から放熱板であるヒートスプレッド 6 を加圧することができるため、冷却器 5 上にヒートスプレッド 6 が安定性良く圧接固定した半導体装置を得ることができる。したがって、実施の形態 1 の半導体装置は半導体素子 1 からの放熱を効率的に行うことができるため、半導体素子 1 の長寿命化を図ることができる。

【0050】

また、従来のように、皿ばね座金 10 を設ける必要は無く、図 8 に示す様なヒートスプレッド 6、6 構造に対して 1 箇所のボルト 4 により締結により半導体装置を得ることができるため、半導体装置全体の小型化を図ることができる。

【0051】

さらに、カラー 9 は、冷却器 5 へのボルト 4 による固定時にダイヤフラム部 15 が小径部 13 内に埋め込まれる態様で塑性変形する座屈可能な特性を有している。

【0052】

例えば、カラー 9 がアルミ材 (A1050) で形成されている場合、その耐力は 20 N/mm^2 であるため、上記ボルト取付作業時におけるボルト軸力で発生してダイヤフラム部 15 にかかる応力を 100 N/mm^2 と想定すれば、カラー 9 は上記ボルト取付作業時に座屈する。

【0053】

したがって、上記ボルト取付作業時において、上記ボルト軸力の増大に伴い、ボルト 4 の頭部 4a による小径部 13 への押圧力が増大すると、ダイヤフラム部 15 が大径部 14
40
に埋没するように塑性変形して、ボルト 4 の頭部 4a との接触領域として大径部 14 の上部も加わる。その結果、ボルト 4 の頭部 4a とカラー 9 との接触面積が増大するため、より安定した状態でヒートスプレッド 6 を冷却器 5 に固定することができる。

【0054】

加えて、成形樹脂 8 の形成高さに変動があっても、上記ボルト取付作業時における上述したダイヤフラム部 15 の塑性変形によってカラー 9 の形成高さを変更することにより、高さ調整することができる。

【0055】

(カラー 9 の抜け止め構造)

図 9 はカラー 9 に施された抜け止め、ならびに回り止めの構造を示す説明図である。同
50

図(a) に示すカラー 9 A は、カラー 9 の大径部 1 4 に代えて、大径部 1 4 A を設けた点で異なっている。大径部 1 4 A は、下部において外周面から外部に突出したアンダーカット形状部 1 6 をさらに有している点が大径部 1 4 と異なっている。

【 0 0 5 6 】

図 1 0 は成形樹脂 8 の形成後のカラー 9 A の断面構造を示す断面図である。同図に示すように、成形樹脂 8 内にアンダーカット形状部 1 6 の一部が埋め込まれるため、装置完成後におけるカラー 9 A の貫通穴 1 1 からの脱落や上記ボルト取付作業時におけるカラー 9 A の空転を確実に回避することができる。なお、アンダーカット形状部 1 6 の形状は図 9 (a) 及び図 1 0 で示した構造に限らず、突起や溝等により、カラー 9 が貫通穴 1 1 から抜け出にくい構造を採用することにより代用可能である。

10

【 0 0 5 7 】

図 9 (b) で示すカラー 9 B は、カラー 9 の大径部 1 4 に代えて、大径部 1 4 B を設けた点が異なっている。大径部 1 4 B の外周部側面にローレット形状を呈していることを特徴としている。このような構造のカラー 9 B は、大径部 1 4 B におけるローレット形状の外周面によって、装置完成後におけるカラー 9 B が貫通穴 1 1 からの脱落やボルト取付作業時におけるカラー 9 B の空転を回避することができる。

【 0 0 5 8 】

図 9 (c) で示すカラー 9 C は、カラー 9 の大径部 1 4 に代えて、大径部 1 4 C を設けた点が異なっている。大径部 1 4 C の外周部側面に垂直方向に沿ってスプライン形状を呈していることを特徴としている。このような構造のカラー 9 C は、大径部 1 4 C におけるスプライン形状の外周面によって、装置完成後におけるカラー 9 C が貫通穴 1 1 からの脱落やボルト取付作業時におけるカラー 9 C の空転を回避することができる。

20

【 0 0 5 9 】

なお、実施の形態 1 の半導体装置は、トランスファモールド型半導体装置の例であったが、全く同様にして、図 1 7 で示したケース型の半導体装置の放熱部材 2 であるベース板 7 に適用しても良い。すなわち、図 1 7 のカラー 2 9 に代えてカラー 9 (あるいは 9 A ~ 9 C, 図 3 で示した構造) を設けて実施の形態 1 と同等な半導体装置を構成しても良い。

【 0 0 6 0 】

このように、図 9 及び図 1 0 で示すカラー 9 A ~ 9 C は、その大径部 1 4 A ~ 1 4 C は、貫通穴 1 1 からの抜け出しを禁止あるいは抑制する抜き止め部分 (アンダーカット形状部 1 6, ローレット形状の外周面, あるいはスプライン形状の外周面) を有している。このため、カラー 9 A ~ 9 C の貫通穴 1 1 への挿入後における貫通穴 1 1 からカラー 9 A ~ 9 C が抜け出す現象、あるいは上記ボルト取付時におけるカラー 9 A ~ 9 C が貫通穴 1 1 で空転する現象を効果的に防止することができる。

30

【 0 0 6 1 】

< 実施の形態 2 >

(構成)

図 1 1 は実施の形態 2 であるトランスファモールド型の半導体装置の構造を示す断面図である。同図に示すように、冷却器 5 の表面とヒートスプレッド 6 の放熱面 6 s との接触状態を良好にするため、熱伝導性の高い潤滑剤であるサーマルグリス 1 7 を塗布して、半導体装置を固定している。

40

【 0 0 6 2 】

そして、実施の形態 2 の半導体装置には、実施の形態 1 のカラー 9 に代えて、カラー 9 X を用いたことを特徴としている。ヒートスプレッド 6 上に絶縁体 1 2 を介して形成されるカラー 9 X を座屈強度の強い材質、例えば、ばね類記号「SUS301/304 - CSP」のばね用ステンレス鋼帯を使用していることを特徴としている。

【 0 0 6 3 】

例えば、カラー 9 がステンレス材 (SUS304) で形成されている場合、その耐力は 205 N/mm^2 であるため、上記ボルト取付作業時におけるボルト軸力で発生してダイヤフラム部 1 5 にかかる応力を 100 N/mm^2 と想定すれば、カラー 9 X は上記ボルト取付作

50

業時に座屈することはない。

【 0 0 6 4 】

なお、他の構成は、図 1 及び図 2 で示した実施の形態 1 と同様であるため、適宜、同一符号を付して説明を省略する。

【 0 0 6 5 】

(動作・作用、効果)

実施の形態 1 で用いたカラー 9 は、ダイヤフラム部 1 5 は容易に変形することによる座屈が可能な構造であったが、上述したように、カラー 9 X を屈曲強度の強い材質で形成することにより、ダイヤフラム部 1 5 が変形しても弾性変形に留まり、その弾性力により復元性 (ばね性) を有する。すなわち、カラー 9 X が完全に座屈するまでの変形領域を広げて使用することが可能となり、上記ボルト取付作業時においてもカラー 9 X は座屈しないように構成される。

【 0 0 6 6 】

実施の形態 2 のトランスファモールド型半導体装置において、ヒートスプレッダ 6 下にサーマルグリス 1 7 を塗布し、カラー 9 X を貫通したボルト 4 を用いて実施の形態 1 と同様にボルト取付作業を実施することにより、ヒートスプレッダ 6 の放熱面 6 s が冷却器 5 の上面に圧接される。このとき、粘性の高いサーマルグリス 1 7 を使用した場合、この状態でサーマルグリス 1 7 が経時変化によりなじんだ場合、ボルト 4 の頭部 4 a , 冷却器 5 間の締結間距離が長くなることで、ボルト 4 の軸力が低下することもある。

【 0 0 6 7 】

図 1 2 は実施の形態 2 による半導体装置におけるボルト取付作業の状況を示す説明図である。

【 0 0 6 8 】

実施の形態 2 において、カラー 9 X の座屈強度を実施の形態 1 のカラー 9 に比べて上げることにより、上記ボルト取付作業時においてもダイヤフラム部 1 5 の反力を維持することができ、サーマルグリス 1 7 になじみが発生した場合でも、ダイヤフラム部 1 5 の復元力である反力 F 9 によりボルト 4 の軸力による押圧力 F 1 7 との均衡が確保され、ボルト 4 の頭部 4 a , 冷却器 5 間の締結間距離を一定にして、図 1 2 に示すような安定的な固定状態とすることができる。

【 0 0 6 9 】

このように、実施の形態 2 の半導体装置は、カラー 9 X の材質を座屈強度の高い座屈しない構造にすることにより、ダイヤフラム部 1 5 の変形を永久的な塑性変形でなく、復元変形に留めることができる。その結果、ボルト軸力と反対方向にカラー 9 X のダイヤフラム部 1 5 による復元力を生じさせることにより、ボルト 4 の頭部 4 a との接触面となる座面のへたり等をなくすことにより、安定した状態で放熱板、支持基体間の固定状態が維持できる。

【 0 0 7 0 】

なお、実施の形態 2 の半導体装置は、トランスファモールド型半導体装置の例であったが、全く同様にして、図 1 7 で示したケース型の半導体装置の放熱部材 2 であるベース板 7 に適用しても良い。すなわち、図 1 7 のカラー 2 9 に代えてカラー 9 X を設けて実施の形態 2 と同等な半導体装置を構成しても良い。

【 0 0 7 1 】

< 実施の形態 3 >

(構成)

図 1 3 は一体成形されたトランスファモールド型、およびケース型の半導体装置の複数個所にボルト 4 による締結を実施する場合の半導体装置の断面構造を示す断面図である。実施の形態 3 の半導体装置は、複数の貫通穴 1 1、及び複数の貫通穴 1 1 に対応する複数のカラー 9 が存在し、複数のカラー 9 に対応する複数のボルト 4 が上記ボルト取付作業によって取り付けられる点を除き、実施の形態 1 の半導体装置と同様である。

【 0 0 7 2 】

トランスファー型半導体装置において、半導体素子 1 が搭載された、複数のヒートスプレッド 6 に設けられた複数の貫通穴 1 1 に対応して複数のカラー 9 が設けられており、複数のカラー 9 が成形樹脂 8 によって封止されている。図 1 3 に示すように、成形後の成形樹脂 8 の樹脂収縮などによって、成形樹脂 8 において複数のカラー 9 の周辺領域である複数の締結部周辺領域間で形成高さが変動している場合や、意図的に複数の締結部周辺領域間の厚みを変更している場合がある。

【 0 0 7 3 】

(動作・作用、効果)

図 1 3 に示すように、成形樹脂 8 における複数の締結部周辺領域間で形成高さが変動している場合、カラー 9 をボルト 4 で締結する上述したボルト取付作業を実行すると、複数の締結部周辺領域間の形成高さ違いは、ダイヤフラム部 1 5 が変形することにより、カラー 9 の高さ調整により吸収されるため、複数の締結部周辺領域間で形成高さ調整のための切削処理や、複数の締結部周辺領域の形成高さに合わせて形成高さが異なる複数のカラー 9 を準備する必要がない。

【 0 0 7 4 】

図 1 4 は実施の形態 3 の半導体装置におけるボルト取付作業の状況を示す説明図である。図 1 4 に示すように、複数のカラー 9 にそれぞれにおける大径部 1 4 の大径部外径 L (複数のカラー 9 間で同一) をボルト 4 の頭部 4 a の径 (頭径) (複数のボルト 4 間で同一) より長くすることにより、ダイヤフラム部 1 5 を永久変形させカラー 9 を完全に座屈させたときに、ボルト 4 の頭部 4 a が貫通穴 1 1 内に収まるため、ボルト 4 の成形樹脂 8 に干渉させることなく上記ボルト取付作業が可能となり、更に良好な締結状態とすることができる。

【 0 0 7 5 】

実施の形態 3 の半導体装置において、複数のカラー 9 それぞれの大径部 1 4 の大径部外径 L はそれぞれ複数のボルト 4 の頭部 4 a の直径 (第 3 の直径) より長く設定されている。

【 0 0 7 6 】

したがって、実施の形態 3 の半導体装置において、上記ボルト取付作業を複数のカラー 0 (複数の貫通穴 1 1) に対して行う際、成形樹脂 8 において複数の貫通穴 1 の周辺領域である複数の締結部周辺領域間に厚み (形成高さ) にバラツキが生じた場合に、複数のカラーのそれぞれのダイヤフラム部 1 5 の変形によって上記複数の締結部周辺領域間の厚みのバラツキを吸収することができ、かつ、ボルト 4 の頭部 4 a が貫通穴 1 1 の内部に埋没しても、ボルト 4 の軸部 4 b の回転が可能のため、各々が同一長さの複数のカラー 9 を使用しても確実に上記ボルト取付作業が行える。

【 0 0 7 7 】

なお、実施の形態 3 の半導体装置は、トランスファーマールド型半導体装置の例であったが、全く同様にして、図 1 7 で示したケース型の半導体装置の放熱部材 2 であるベース板 7 に適用しても良い。すなわち、図 1 7 の単一のベース板 7 に設けられた複数の貫通穴 1 1 に対応する複数のカラー 2 9 に代えて複数のカラー 9 を設けて実施の形態 3 と同等な半導体装置を構成しても良い。

【 0 0 7 8 】

< 実施の形態 4 >

(構成)

半導体素子 1 として、シリコンカーバイドを主とする半導体素子を用いたのが実施の形態 4 の半導体装置である。なお、半導体素子 1 を除く半導体装置の構造自体は実施の形態 1 ~ 実施の形態 3 のいずれであっても良い。

【 0 0 7 9 】

(動作・作用、効果)

シリコンカーバイドを主とする半導体素子 1 を有する半導体装置は、より高温での作動が可能であることを特徴としている。すなわち、実施の形態 1 ~ 実施の形態 3 の構造を有

10

20

30

40

50

する半導体装置を用いれば、高温動作する半導体素子 1 を設けた場合においても、樹脂クランプを低減し安定した固定状態を確保することができるので、より信頼性の優れた半導体装置を得ることができる。

【 0 0 8 0 】

< 製造方法の説明 >

半導体装置の樹脂ケース筐体の成形、ならびにトランスファーによる樹脂封止をする際にインサート成形によりカラーを同時に組込むことが可能である。後者のトランスファー型の半導体装置の成形方法を中心に説明する。

【 0 0 8 1 】

図 1 5 は成形樹脂 8 を設ける樹脂封止工程を示す説明図である。以下、同図を参照して、実施の形態 1 の半導体装置における成形樹脂 8 の形成方法を代表して説明する。

10

【 0 0 8 2 】

(第 1 の工程)

半導体素子 1 が搭載されたヒートスプレッド 6 に設けられた貫通穴 1 1 の中心にカラー 9 の大径部 1 4 が位置するように、下金型であるキャビティプレート 1 8 側のガイドピン 1 9 を用いてカラー 9 が位置決め配置される。

【 0 0 8 3 】

(第 2 の工程)

上金型となるコアプレート 2 0 が移動しキャビティプレート 1 8 の上面とカラー 2 9 の下面とが接触するとき、カラー 9 のダイヤフラム部 1 5 がコアプレート 2 0 の下面に接触する。このとき、ヒートスプレッド 6 とカラー 9 は金型 (キャビティプレート 1 8 , コアプレート 2 0) の型締めにより圧縮され、絶縁体 1 2 を介して密着状態となる。

20

【 0 0 8 4 】

(第 3 の工程)

成形樹脂 8 用の封止樹脂がキャビティプレート 1 8 , ガイドピン 1 9 間に形成されるキャビティ R 8 内に注入充填され、封止樹脂を硬化させることにより成形樹脂 8 が得られる。

【 0 0 8 5 】

(第 4 の工程)

コアプレート 2 0 が上部へ移動し、キャビティ R 8 内の半導体装置が、エジェクタピン 2 1 により突き出されて、取り出されることにより成形樹脂 8 の成形工程が完了する。

30

【 0 0 8 6 】

(第 5 の工程)

その後、モールド樹脂を完全硬化させるための過熱工程を経て、冷却器 5 を設け、タイバーなどのフレームの余分な部分を切断、バリの削除、端子成形、製品テストを実施して製品としての実施の形態 1 の半導体装置が完成する。

【 0 0 8 7 】

なお、実施の形態 2 ~ 実施の形態 4 の半導体装置も、上述した第 1 ~ 第 5 の工程を経て製造することができる。

【 0 0 8 8 】

(動作・作用、効果の説明)

上記、第 2 の工程において、ヒートスプレッド 6 の厚みやカラー 9 の形成長にバラツキが発生する可能性がある。

40

【 0 0 8 9 】

図 1 6 は実施の形態の効果説明用の説明図であり、カラー 9 に代えて同一直径の円筒形カラー 9 0 を設けた場合の仮定の樹脂封止工程を示す説明図である。同図に示すように、カラー 9 0 とコアプレート 2 0 の下面との接触面積が小さいため、完全な密封状態をつくる時は、カラー 9 の接触面を变形させることを前提としてカラー 9 0 を圧接する必要がある。この場合、部品であるカラー 9 0 の破損やコアプレート 2 0 の磨耗などが発生しやすくなる。

50

【 0 0 9 0 】

一方、図 1 5 に示すように、本実施の形態の構造のカラー 9 を使用することにより、カラー 9 とコアプレート 2 0 の下面が接触する際に、水平方向に延びるダイヤフラム部 1 5 が接触する分、接触面積を広げ、かつ接触時に変形してカラー 9 の高さやヒートスプレッド 6 の厚みのバラツキを吸収することが可能となり、安定した密封状態が得られる。

【 0 0 9 1 】

このように、本実施の形態（実施の形態 1 ～実施の形態 4 ）の半導体装置をカラー 9 （ 9 A ～ 9 C , 9 X ）は、ダイヤフラム部 1 5 の表面には成形樹脂 8 が形成されていない構造を呈している。

【 0 0 9 2 】

したがって、本実施の形態の半導体装置の製造工程時において、カラー 9 を配置後に、成形樹脂 8 を形成するインサート成形の際、ダイヤフラム部 1 5 の表面上に樹脂封止用の金型であるコアプレート 2 0 に接触させてキャビティ R 8 を設けた後、キャビティ R 8 内に樹脂を充填することにより、成形樹脂 8 を得ることができる。

【 0 0 9 3 】

すなわち、キャビティ R 8 への樹脂の充填時におけるカラー 9 内部への樹脂流入防止処理を、カラー 9 においてダイヤフラム部 1 5 の表面上に接触させたコアプレート 2 0 を用いて行うことができるため、コアプレート 2 0 を接触面積が小さいカラー 9 0 の端部で接触させる場合と異なり、コアプレート 2 0 とカラー 9 との間で比較的広い接触面積が確保できる。

【 0 0 9 4 】

その結果、成形樹脂 8 の形成時にカラー 9 内部に樹脂の侵入を効果的に抑制することができる効果を奏する。この際、樹脂封止用の金型であるコアプレート 2 0 とダイヤフラム部 1 5 の表面との接触面に多少の高さ変動があっても、ダイヤフラム部 1 5 が変形することにより吸収することができる。

【 0 0 9 5 】

さらに、ガイドピン 1 9 の上部によって、カラー 9 の小径部 1 3 の位置決めを行い、ガイドピン 1 9 の下部によってヒートスプレッド 6 の位置決めを行うことにより、ガイドピン 1 9 によって、ヒートスプレッド 6 とカラー 9 の小径部 1 3 とを同時に位置決めできるため、成形後の位置ずれがより小さくできる効果を奏する。

【 0 0 9 6 】

これらの効果により、成形後のカラー 9 への樹脂バリを防止することができ、後工程の作業低減にも有効であり、作業簡略化に伴い生産工程自体の環境負荷低減を図ることができる。

【 0 0 9 7 】

なお、上述した製造方法は、トランスファモールド型半導体装置の例であったが、全く同様にして、図 1 7 で示したケース型の半導体装置の製造方法でも同様に行われ、同様な効果を奏する。例えば、実施の形態 1 の半導体装置を製造する場合、図 1 7 のカラー 2 9 に代えてカラー 9 （あるいは 9 A ～ 9 C , 図 3 で示した構造）を設けた実施の形態 1 と同等なケース型の半導体装置を構成しても良い。ケース型半導体装置は一般的に複数点箇所

【 0 0 9 8 】

なお、本発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略したりすることが可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 9 】

1 半導体素子、 4 ボルト、 6 ヒートスプレッド、 8 成形樹脂、 9 , 9 A ～ 9 C , 9 X カラー、 1 3 小径部、 1 4 大径部、 1 5 ダイヤフラム部、 1 7 サーマルグリス。

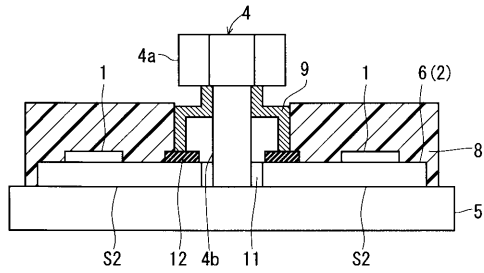
10

20

30

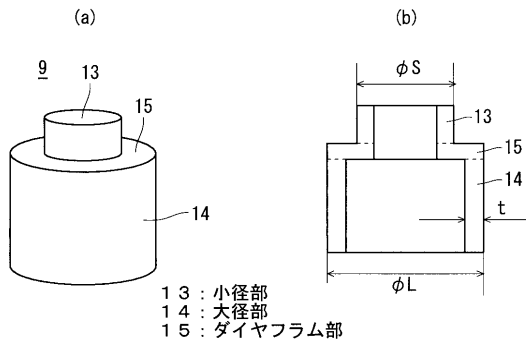
40

【図 1】

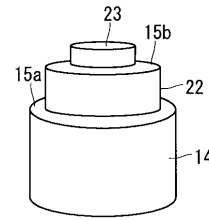


1 : 半導体素子
4 : ボルト
5 : 冷却器
6 : ヒートスプレッダ
8 : 成形樹脂
9 : ナット

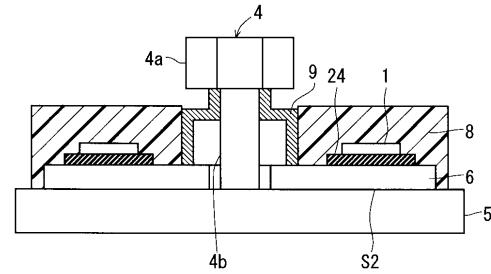
【図 2】



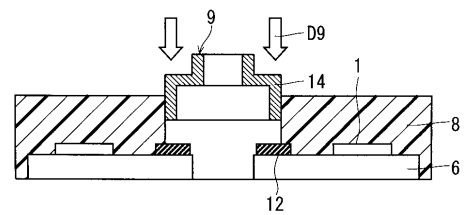
【図 3】



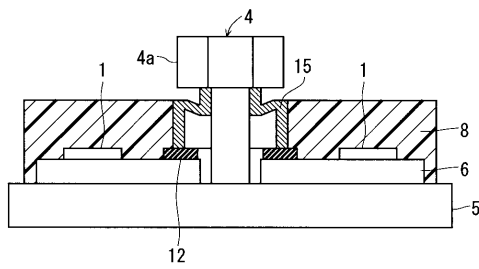
【図 4】



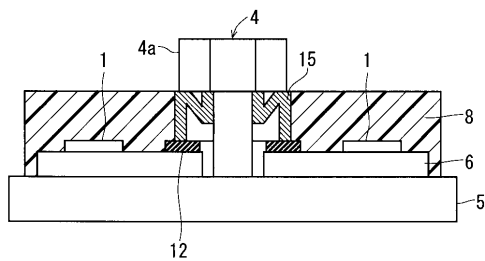
【図 5】



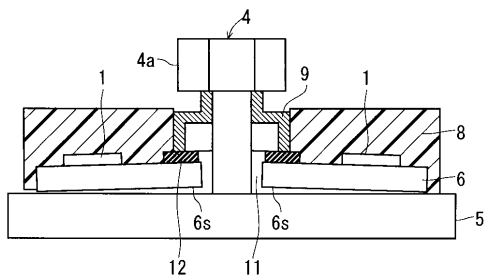
【図 6】



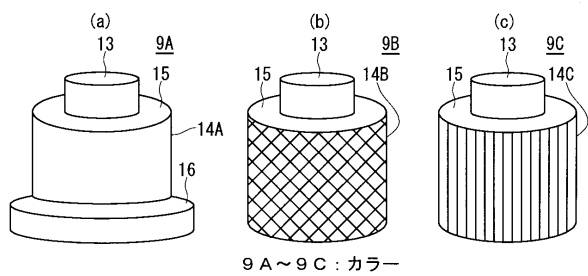
【図 7】



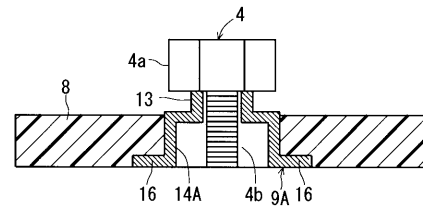
【図 8】



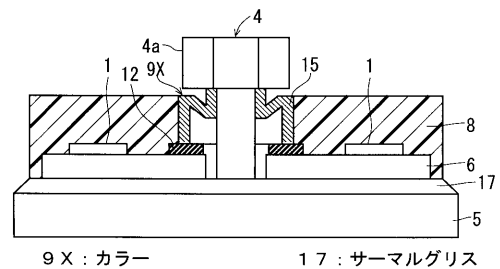
【図 9】



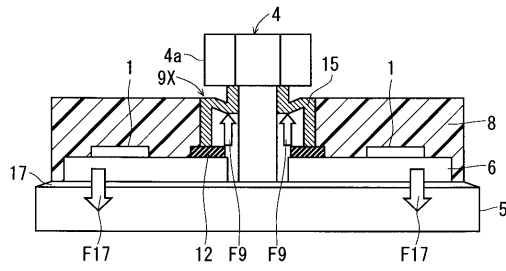
【図 10】



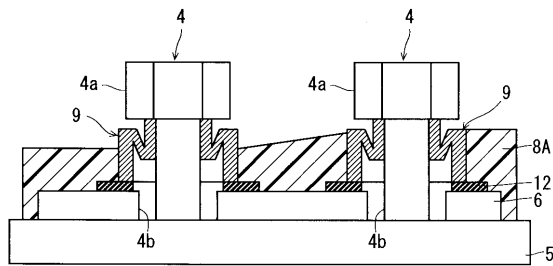
【図 11】



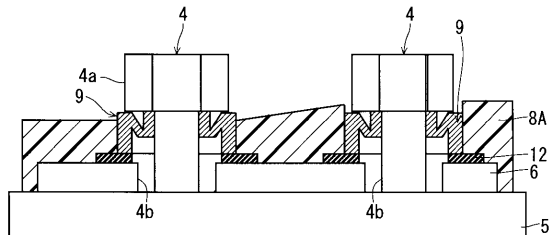
【図 12】



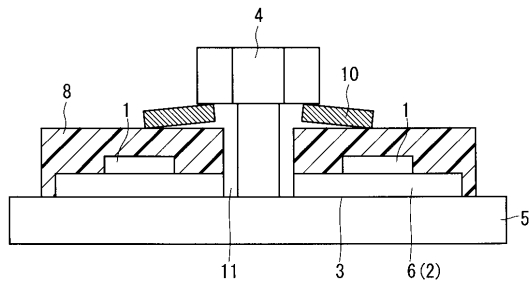
【図 13】



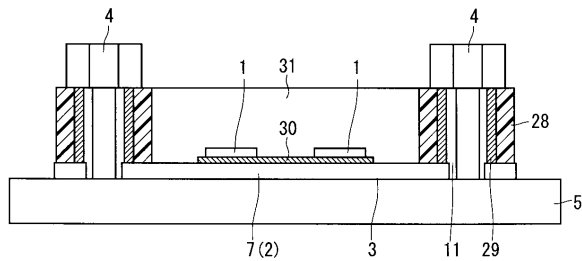
【図 14】



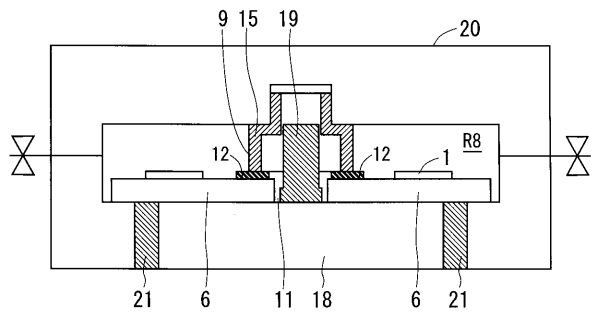
【図 17】



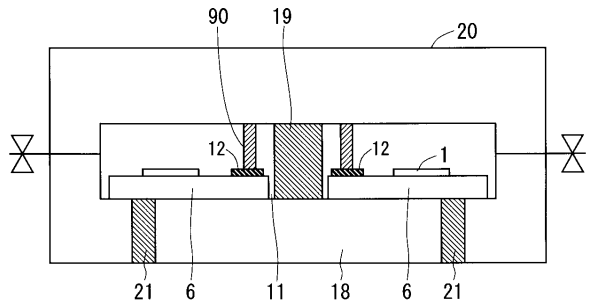
【図 18】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-305643(JP,A)
実開平07-022106(JP,U)
特開平11-101218(JP,A)
実開平01-078033(JP,U)
特開2006-140317(JP,A)
特開平09-129823(JP,A)
特開2004-165406(JP,A)
特開昭56-093349(JP,A)
特開2010-067924(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L	23/34 - 23/473
F16B	5/02
F16B	39/24
F16B	43/00