

(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 1

H 01 L 23/40	(2006.01)	H 01 L 23/40	D
F 16 B 39/24	(2006.01)	F 16 B 39/24	Z
F 16 B 43/00	(2006.01)	F 16 B 43/00	Z
F 16 B 5/02	(2006.01)	F 16 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、

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、

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】

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、

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。

【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マールド樹脂で封止されたトランスマールド型と、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マールド型においては金属等のヒートスプレッダが用いられ、ケース型においては金属等のベース板が用いられる。

10

20

30

40

50

**【0004】**

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。

**【0005】**

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】****【0006】****【特許文献1】特開2012-219923号公報****【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

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。

**【0008】**

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。

**【0009】**

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

**【0010】**

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。

**【0011】**

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

**【0012】**

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】****【0013】**

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ダ6が選択的に形成されている。そして、各ヒートスプレッダ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(成形樹脂部)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内に収容される。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ダ6が選択的に形成されている。この際、各ヒートスプレッダ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、各ヒートスプレッダ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、ヒートスプレッダ6間に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

## 【0025】

この貫通穴 11 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 12 を介して対応するヒートスプレッダ 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 12 はセラミック等で構成される。

## 【0026】

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。

## 【0027】

これらの図に示すように、カラー 9 は小径部 13、大径部 14 及びダイヤフラム部 15 により構成される。 10

## 【0028】

大径部 14 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 12 を介してヒートスプレッダ 6 上に設けられる。

## 【0029】

小径部 13 は大径部 14 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。

## 【0030】

ダイヤフラム部 15 は大径部 14 の上端と小径部 13 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 13、大径部 14 間の接続部として機能する。 20

## 【0031】

ダイヤフラム部 15 は小径部 13、大径部 14 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 13 の上部から押圧する際、小径部 13 及び大径部 14 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 13、大径部 14 及びダイヤフラム部 15 ) 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 15 が容易に変形し易くなる点で望ましい。 30

## 【0032】

図 2 に示すように、カラー 9 は、小径部 13、大径部 14 の中心部を一致させた状態で、高さ方向に大径部 14、小径部 13 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 14 の大径部外径  $L$  と小径部 13 の小径部外径  $S$  との関係は、「  $L > S + 2t$  」の関係となつている。

## 【0033】

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、ヒートスプレッダ 6 における半導体素子 1 の搭載面やその裏面の放熱面 6s を、冷却器 5 の上面に接するように圧接固定される。 40

## 【0034】

なお、図 2 で示した構成では、小径部 13、大径部 14 及びダイヤフラム部 15 の膜厚  $t$  を同一にした構造を示したがこれに限定されず、例えば、小径部 13、大径部 14 及びダイヤフラム部 15 間で膜厚を変えてても良い。

## 【0035】

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 15 を複数箇所 ( ダイヤフラム部 15a, 15b ) 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 14 の上部に小径部 22 ( 大径部外径  $L$  より短い直径 ) を配置し、小径部 22 の上部にさらに小径部 23 ( 小径部 22 より小さい直径 ) , 大径部 14 , 小径部 22 間をダイヤフラム部 15a によ 50

つて接続し、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ダ 6 を、絶縁体 1 2 を介することにより、カラー 9 , ヒートスプレッダ 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、各ヒートスプレッダ 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、ヒートスプレッダ 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、ヒートスプレッダ 6 に伝達され、ヒートスプレッダ 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 とも接触する。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、ヒートスプレッダ 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、ヒートスプレッダ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、各ヒートスプレッダ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Rb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。

10

#### 【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ダ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ダ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。

20

#### 【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ダ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に、半導体装置全体の小型化を図ることができる。

30

#### 【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 $20\text{ N/m m}^2$ 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 $100\text{ N/mm}^2$ 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。

30

#### 【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ダ6を冷却器5に固定することができる。

40

#### 【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9Aは、カラー9の大径部14に代えて、大径部14Aを設けた点で異なっている。大径部14A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16をさらに有している点が大径部14と異なっている。

#### 【0056】

図10は成形樹脂8の形成後のカラー9A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16の一部が埋め込まれるため、装置完成後におけるカラー9Aの貫通穴11からの脱落や上記ボルト取付作業時におけるカラー9A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16の形状は図9(a)及び図10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11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

#### 【0057】

図9(b)で示すカラー9Bは、カラー9の大径部14に代えて、大径部14Bを設けた点が異なっている。大径部14B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9Bは、大径部14B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9Bが貫通穴11からの脱落やボルト取付作業時におけるカラー9Bの空転を回避することができる。

#### 【0058】

図9(c)で示すカラー9Cは、カラー9の大径部14に代えて、大径部14Cを設けた点が異なっている。大径部14C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9Cは、大径部14C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9Cが貫通穴11からの脱落やボルト取付作業時におけるカラー9Cの空転を回避することができる。

20

#### 【0059】

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17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17のカラー29に代えてカラー9(あるいは9A～9C、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。

#### 【0060】

このように、図9及び図10で示すカラー9A～9Cは、その大径部14A～14Cは、貫通穴11からの抜け出しを禁止あるいは抑制する抜け止め部分(アンダーカット形状部16、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9A～9Cの貫通穴11への挿入後における貫通穴11からカラー9A～9C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9A～9Cが貫通穴11で空転する現象を効果的に防止することができる。

30

#### 【0061】

<実施の形態2>

(構成)

図11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ダ6の放熱面6s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17を塗布して、半導体装置を固定している。

40

#### 【0062】

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9Xを用いたことを特徴としている。ヒートスプレッダ6上に絶縁体12を介して形成されるカラー9X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。

#### 【0063】

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205N/mm<sup>2</sup>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100N/mm<sup>2</sup>と想定すれば、カラー9Xは上記ボルト取付作

50

業時に座屈することはない。

**【0064】**

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。

**【0065】**

(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15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9X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15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9X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9Xは座屈しないように構成される。

**【0066】**

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17を塗布し、カラー9X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6s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17を使用した場合、この状態でサーマルグリス17が経時変化によりなじんだ場合、ボルト4の頭部4a、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考えられる。

**【0067】**

図12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。

**【0068】**

実施の形態2において、カラー9X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15の反力を維持することができ、サーマルグリス17になじみが発生した場合でも、ダイヤフラム部15の復元力である反力F9によりボルト4の軸力による押圧力F17との均衡が確保され、ボルト4の頭部4a、冷却器5間の締結間距離を一定にして、図12に示すような安定的な固定状態とすることができます。

**【0069】**

このように、実施の形態2の半導体装置は、カラー9X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15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9Xのダイヤフラム部15による復元力を生じさせることにより、ボルト4の頭部4a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。

**【0070】**

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17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17のカラー29に代えてカラー9X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。

**【0071】**

<実施の形態3>

(構成)

図13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11、及び複数の貫通穴11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。

**【0072】**

10

20

30

40

50

トランスマルチ型半導体装置において、半導体素子1が搭載された、複数のヒートスペッチャ6に設けられた複数の貫通穴11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13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。

#### 【0073】

(動作・作用、効果)

図13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15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。10

#### 【0074】

図14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14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14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4a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15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4aが貫通穴11内に収まるため、ボルト4の成形樹脂8に干渉され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。20

#### 【0075】

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14の大径部外径Lはそれぞれ複数のボルト4の頭部4aの直径(第3の直径)より長く設定されている。

#### 【0076】

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11)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15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4aが貫通穴11の内部に埋没しても、ボルト4の軸部4bの回転が可能なため、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。30

#### 【0077】

なお、実施の形態3の半導体装置は、トランスマルチ型半導体装置の例であったが、全く同様にして、図17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17の単一のベース板7に設けられた複数の貫通穴11に対応する複数のカラー29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。40

#### 【0078】

<実施の形態4>

(構成)

半導体素子1として、シリコンカーバイト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。

#### 【0079】

(動作・作用、効果)

シリコンカーバイト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、樹脂クリー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。

#### 【0080】

<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。

#### 【0081】

図15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10  
、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。

#### 【0082】

(第1の工程)

半導体素子1が搭載されたヒートスプレッダ6に設けられた貫通穴11の中心にカラー9の大径部14が位置するように、下金型であるキャビティプレート18側のガイドピン19を用いてカラー9が位置決め配置される。

#### 【0083】

(第2の工程)

上金型となるコアプレート20が移動しキャビティプレート18の上面とカラー29の下面とが接触するとき、カラー9のダイヤフラム部15がコアプレート20の下面に接触する。このとき、ヒートスプレッダ6とカラー9は金型(キャビティプレート18、コアプレート20)の型締めにより圧縮され、絶縁体12を介して密着状態となる。20

#### 【0084】

(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18、ガイドピン19間に形成されるキャビティR8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。

#### 【0085】

(第4の工程)

コアプレート20が上部へ移動し、キャビティR8内の半導体装置が、エジェクタピン21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

#### 【0086】

(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。

#### 【0087】

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。

#### 【0088】

(動作・作用、効果の説明)

上記、第2の工程において、ヒートスプレッダ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。

#### 【0089】

図16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90を設けた場合の仮想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90とコアプレート20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の接触面を変形させることを前提としてカラー90を圧接する必要がある。この場合、部品であるカラー90の破損やコアプレート20の磨耗などが発生しやすくなる。

10

20

30

40

50

**【0090】**

一方、図15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20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15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の高さやヒーツプレッダ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。

**【0091】**

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（9A～9C, 9X）は、ダイヤフラム部15の表面上には成形樹脂8が形成されていない構造を呈している。

**【0092】**

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15の表面上に樹脂封止用の金型であるコアプレート20に接触させてキャビティR8を設けた後、キャビティR8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。

**【0093】**

すなわち、キャビティR8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15の表面上に接触させたコアプレート20を用いて行うことができるため、コアプレート20を接触面積が小さいカラー9の端部で接触させる場合と異なり、コアプレート20とカラー9との間で比較的広い接触面積が確保できる。

10

**【0094】**

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20とダイヤフラム部15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15が変形することにより吸収することができる。

20

**【0095】**

さらに、ガイドピン19の上部によって、カラー9の小径部13の位置決めを行い、ガイドピン19の下部によってヒーツプレッダ6の位置決めを行うことにより、ガイドピン19によって、ヒーツプレッダ6とカラー9の小径部13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。

30

**【0096】**

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。

**【0097】**

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17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17のカラー29に代えてカラー9（あるいは9A～9C, 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の締結が多い点から、本製造方法は有効である。

40

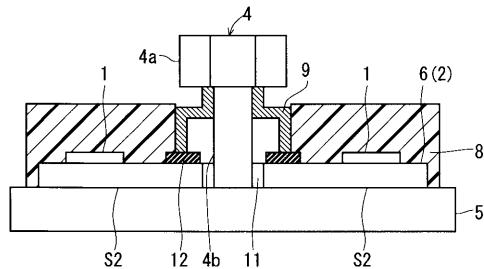
**【0098】**

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】****【0099】**

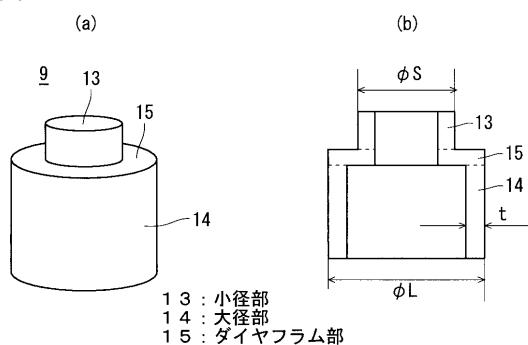
1 半導体素子、4 ボルト、6 ヒーツプレッダ、8 成形樹脂、9, 9A～9C, 9X カラー、13 小径部、14 大径部、15 ダイヤフラム部、17 サーマルグリス。

【図1】

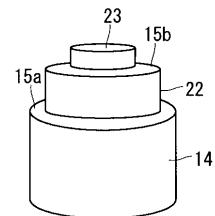


1 : 半導体素子  
4 : ボルト  
5 : 冷却器  
6 : ヒートスプレッダ  
8 : 成形樹脂  
9 : カラー

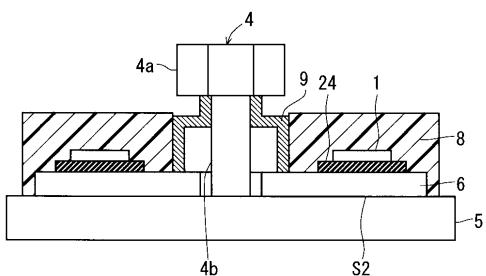
【図2】



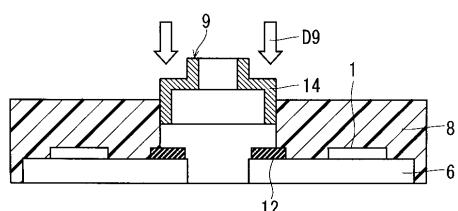
【図3】



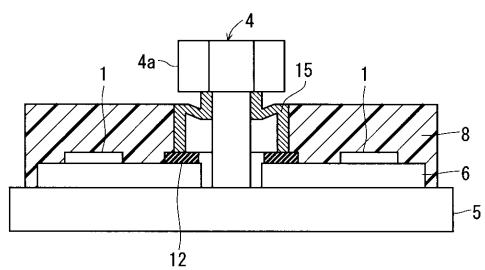
【図4】



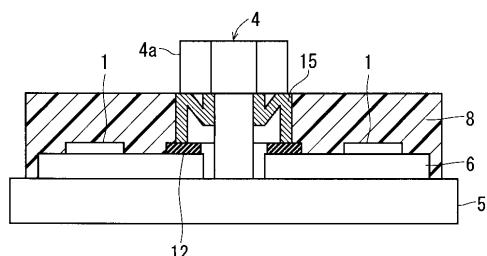
【図5】



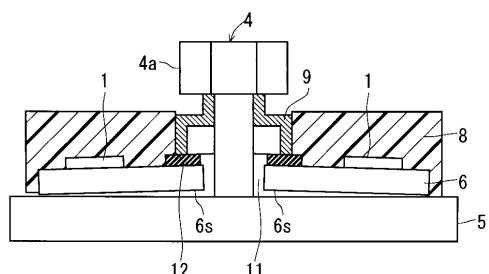
【図6】



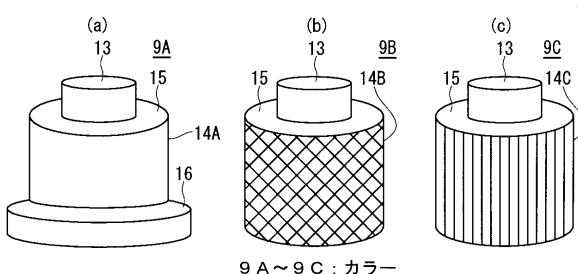
【図7】



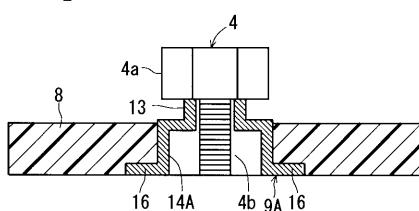
【図8】



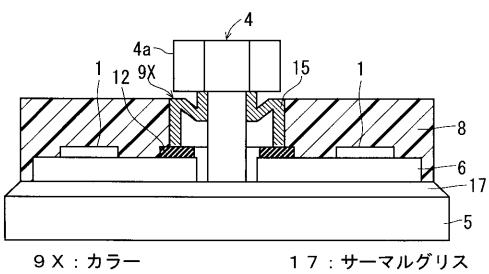
【図9】



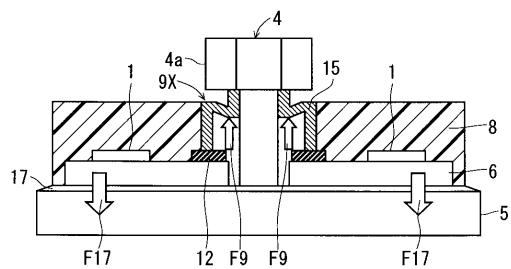
【図10】



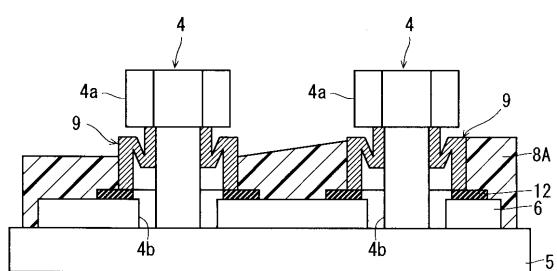
【図11】



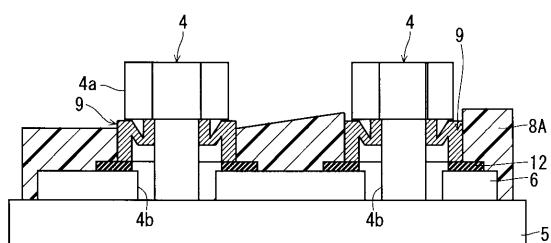
【図12】



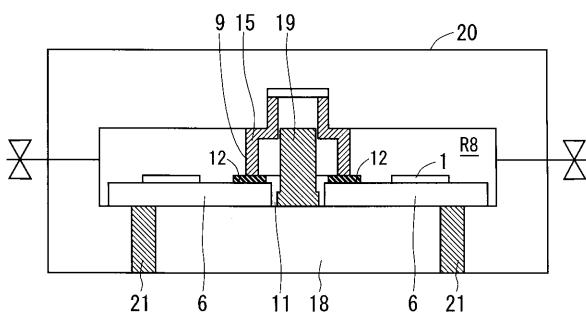
【図13】



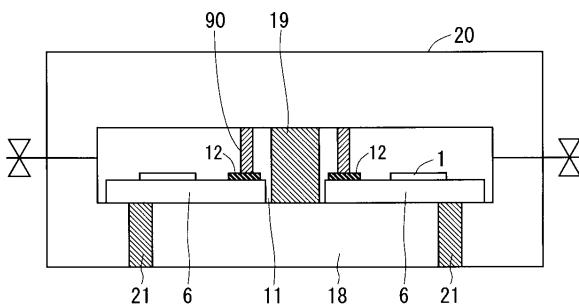
【図14】



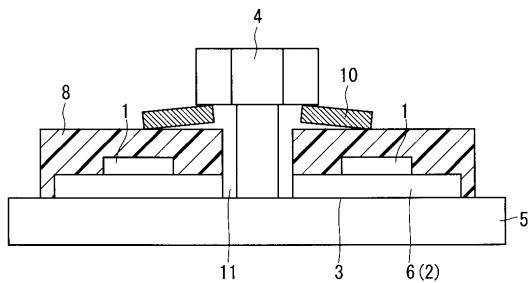
【図15】



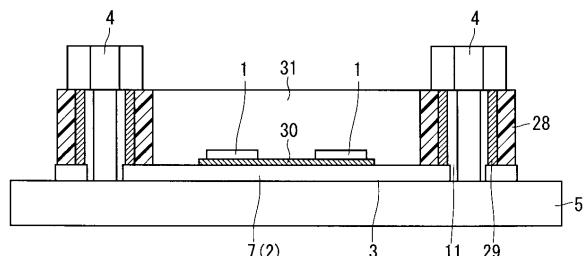
【図16】



【図17】



【図18】



---

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)

H 01 L 23 / 34 - 23 / 473  
F 16 B 5 / 02  
F 16 B 39 / 24  
F 16 B 43 / 00