

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6480098号  
(P6480098)

(45) 発行日 平成31年3月6日(2019.3.6)

(24) 登録日 平成31年2月15日(2019.2.15)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 L 23/02 (2006.01)  
 HO 1 L 23/08 (2006.01)  
 HO 1 L 25/07 (2006.01)  
 HO 1 L 25/18 (2006.01)

HO 1 L 23/02 B  
 HO 1 L 23/08 A  
 HO 1 L 25/04 C

請求項の数 8 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2013-226712 (P2013-226712)  
 (22) 出願日 平成25年10月31日(2013.10.31)  
 (65) 公開番号 特開2015-88653 (P2015-88653A)  
 (43) 公開日 平成27年5月7日(2015.5.7)  
 審査請求日 平成27年12月17日(2015.12.17)  
 審判番号 不服2017-15027 (P2017-15027/J1)  
 審判請求日 平成29年10月10日(2017.10.10)

(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 100082175  
 弁理士 高田 守  
 (74) 代理人 100106150  
 弁理士 高橋 英樹  
 (74) 代理人 100148057  
 弁理士 久野 淑己  
 (72) 発明者 高橋 卓也  
 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  
 (72) 発明者 大坪 義貴  
 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

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】

絶縁基板と、

前記絶縁基板の上面に固定された半導体素子と、

前記半導体素子を囲む包囲部を有する、樹脂で形成されたケースと、

端部が前記包囲部に固定され、前記絶縁基板の上に位置する金属支持体と、

前記絶縁基板が上に凸に反らないように、前記金属支持体から下方に伸びる押さえ部と

、

前記絶縁基板と前記ケースを接着する接着剤と、を備え、

前記絶縁基板は、前記金属支持体の復元力が付与された前記押さえ部により下方に押圧  
 されることで下に凸に反り、

前記絶縁基板の下面は前記ケースの下面よりも下に位置することを特徴とする半導体装  
 置。

【請求項 2】

前記押さえ部を複数備えた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】

前記押さえ部を弾性体で形成したことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

前記金属支持体は銅で形成され、

前記樹脂は P P S 樹脂であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の半

10

20

導体装置。

【請求項 5】

前記絶縁基板は前記接着剤のみを介して前記包囲部と接したことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 6】

前記絶縁基板は、セラミック基板の両面にアルミを形成した構成であることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 7】

前記半導体素子は、ワイドバンドギャップ半導体によって形成されたことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

10

【請求項 8】

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、又はダイヤモンドであることを特徴とする請求項 7 に記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば大電流の制御などに用いられる半導体装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、ベース板を有しないベースレス構造の半導体装置が開示されている。この半導体装置は、絶縁基板を接着剤でケースに固定するものである。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 7 - 3 2 6 7 1 1 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ベースレス構造の半導体装置は、ベース板がないので剛性が低い。そのため、ねじ締めなどにより半導体装置をヒートシンクに固定する際に絶縁基板に力が及ぼされ、絶縁基板が上に凸に反ることがある。絶縁基板が上に凸に反ると絶縁基板にクラックが生じたり、絶縁基板とヒートシンクとの間の熱抵抗が増加したりする問題があった。

30

【0005】

本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、絶縁基板が上に凸に反ることを抑制できる半導体装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本願の発明に係る半導体装置は、絶縁基板と、該絶縁基板の上面に固定された半導体素子と、該半導体素子を囲む包囲部を有する、樹脂で形成されたケースと、端部が該包囲部に固定され、該絶縁基板の上に位置する金属支持体と、該絶縁基板が上に凸に反らないように、該金属支持体から下方に伸びる押さえ部と、該絶縁基板と該ケースを接着する接着剤と、を備え、該絶縁基板は、該金属支持体の復元力が付与された該押さえ部により下方に押圧されることで下に凸に反り、該絶縁基板の下面は該ケースの下面よりも下に位置することを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、押さえ部が絶縁基板の上方への変位を阻止するので、絶縁基板が上に

50

凸に反ることを抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図 1】本発明の実施の形態 1 に係る半導体装置の断面図である。

【図 2】半導体装置の平面図である。

【図 3】金属支持体等の斜視図である。

【図 4】半導体装置をヒートシンクに固定することを示す図である。

【図 5】本発明の実施の形態 2 に係る半導体装置の断面図である。

【図 6】本発明の実施の形態 3 に係る半導体装置の断面図である。

【図 7】本発明の実施の形態 4 に係る半導体装置の断面図である。

10

【図 8】半導体装置の一部断面図である。

【図 9】接着剤を熱硬化させる工程を説明する図である。

【図 10】本発明の実施の形態 5 に係る半導体装置の断面図である。

【図 11】本発明の実施の形態 6 に係る半導体装置の断面図である。

【図 12】本発明の実施の形態 7 に係る半導体装置の断面図である。

【図 13】本発明の実施の形態 8 に係る半導体装置の断面図である。

【図 14】本発明の実施の形態 9 に係る半導体装置の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

本発明の実施の形態に係る半導体装置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。

20

【 0 0 1 0 】

実施の形態 1 .

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る半導体装置 10 の断面図である。半導体装置 10 は絶縁基板 12 を備えている。絶縁基板 12 は、セラミック基板 14、セラミック基板 14 の上面側に形成された金属パターン 16、及びセラミック基板 14 の下面側に形成された金属膜 18 を備えている。金属パターン 16 と金属膜 18 は例えばアルミで形成されている。このように、絶縁基板 12 は、セラミック基板 14 の両面にアルミを形成した構成である。

【 0 0 1 1 】

30

絶縁基板 12 の上面には、はんだ 20 によって、半導体素子 22 が固定されている。半導体素子 22 は、I G B T (Insulated Gate Bipolar Transistor) 又はダイオードなどであるが、特にこれらに限定されない。

【 0 0 1 2 】

半導体装置 10 は、例えば P P S 樹脂（ポリフェニレンサルファイド樹脂）で形成されたケース 30 を備えている。ケース 30 は、包囲部 30 A、延伸部 30 B、及び押さえ部 30 C を備えている。包囲部 30 A は半導体素子 22 を囲む部分である。延伸部 30 B は、包囲部 30 A から絶縁基板 12 の上方に伸びる部分である。押さえ部 30 C は、絶縁基板 12 が上に凸に反らないように、絶縁基板 12 の上方から絶縁基板 12 の中央部を押さえる部分である。

40

【 0 0 1 3 】

延伸部 30 B には金属支持体 40 が乗せられている。金属支持体 40 は棒状の銅で形成されている。金属支持体 40 の端部は、例えばインサート成形により、包囲部 30 A に固定されている。つまり、金属支持体 40 の端部は包囲部 30 A に埋め込まれている。この金属支持体 40 は、絶縁基板 12 の上に位置している。

【 0 0 1 4 】

図 2 は、半導体装置 10 の平面図である。ケース 30 の包囲部 30 A の四隅には貫通孔 30 D が形成されている。そして、金属支持体 40 は絶縁基板 12 の中央部を横断するように設けられている。押さえ部 30 C の位置は、破線で示されているとおり、絶縁基板 12 の中央の直上である。

50

## 【 0 0 1 5 】

図 3 は、金属支持体 4 0 等の斜視図である。金属支持体 4 0 は、延伸部 3 0 B 及び押さえ部 3 0 C の直上に位置している。押さえ部 3 0 C は金属支持体 4 0 から下方に伸びているので、押さえ部 3 0 C の上方への変位は金属支持体 4 0 によって抑制されている。

## 【 0 0 1 6 】

図 1 の説明に戻る。絶縁基板 1 2 とケース 3 0 は接着剤 3 2 で接着されている。具体的には、ケース 3 0 の包囲部 3 0 A の側面 3 0 a とセラミック基板 1 4 が接着剤 3 2 で接着されている。また、ケース 3 0 の段差部 3 0 b にセラミック基板 1 4 の端部が接触している。

## 【 0 0 1 7 】

図 4 は、半導体装置 1 0 をヒートシンク 5 0 に固定することを示す図である。ヒートシンク 5 0 の表面には放熱グリス 5 2 が塗布されている。また、ヒートシンク 5 0 にはねじ穴 5 0 A が形成されている。貫通孔 3 0 D を通したねじ 5 4 をヒートシンク 5 0 のねじ穴 5 0 A に締める。これにより、放熱グリス 5 2 を介して、金属膜 1 8 とヒートシンク 5 0 を接触させる。本発明の実施の形態 1 に係る半導体装置 1 0 は、上記のとおり、ヒートシンク 5 0 に固定される。

## 【 0 0 1 8 】

半導体装置 1 0 をヒートシンク 5 0 に取り付ける際のねじ締めによりケース 3 0 が歪むと、絶縁基板 1 2 が上に凸に反るおそれがある。しかしながら、本発明の実施の形態 1 に係る半導体装置 1 0 では、押さえ部 3 0 C が絶縁基板 1 2 の中央部を下方に押さえつけるので、絶縁基板 1 2 が上に凸に反ることを抑制できる。しかも、押さえ部 3 0 C の上には金属支持体 4 0 があるので、押さえ部 3 0 C が絶縁基板 1 2 に押されて上方に変位することはない。従って、絶縁基板 1 2 が上に凸に反ることを確実に防止できる。

## 【 0 0 1 9 】

また、半導体装置 1 0 を構成する部材間には線膨張係数差が存在する。そのため、パワーサイクルなどの温度変化により、絶縁基板が上下方向に変位すると、はんだに引張応力を及ぼすと考えられる。はんだに引張応力が及ぼされると、はんだにクラックが入るおそれがある。しかしながら、本発明の実施の形態 1 に係る半導体装置 1 0 は、押さえ部 3 0 C により絶縁基板 1 2 の変位を抑制するため、はんだ 2 0 のクラックを防止できる。さらに、絶縁基板 1 2 の変位抑制により、放熱グリス 5 2 などの放熱材が絶縁基板 1 2 とヒートシンク 5 0 の間から押し出されるポンピングアウトを抑制することができる。

## 【 0 0 2 0 】

本発明の実施の形態 1 に係る金属支持体 4 0 は銅で形成され、ケース 3 0 は P P S 樹脂で形成されているので、金属支持体 4 0 とケース 3 0 の熱膨張係数はほぼ等しい。従って、金属支持体 4 0 とケース 3 0 の熱膨張係数の差により両者が変形することを回避できるので、上記の効果を確実に得ることができる。

## 【 0 0 2 1 】

ところで、絶縁基板 1 2 の金属パターン 1 6 と金属膜 1 8 はアルミで形成されているので、これらを銅で形成した場合などと比較して、絶縁基板 1 2 の剛性は低い。剛性の低い絶縁基板 1 2 の反りは、押さえ部 3 0 C 及び金属支持体 4 0 の剛性を高めることなく容易に抑制できる。従って、押さえ部 3 0 C と金属支持体 4 0 の材料として剛性の低い材料を採用できるので、材料選択の幅が広がる。また、押さえ部 3 0 C と金属支持体 4 0 の厚さ又は幅を小さくして、コスト削減することもできる。

## 【 0 0 2 2 】

金属支持体 4 0 の形状は、絶縁基板 1 2 が上に凸に反ることを防止できれば、特に限定されない。例えば、金属支持体として平板を用いても良い。また、金属支持体を十字型に形成して、金属支持体の 4 つの端部を包囲部 3 0 A に固定してもよい。この場合、十字型の金属支持体のクロスする部分を押さえ部の直上に位置させると、押さえ部の変位抑制効果を高めることができる。

## 【 0 0 2 3 】

押さえ部 30C は絶縁基板 12 に接触することが好ましいが、押さえ部 30C と絶縁基板 12 の間に僅かな隙間があっても、絶縁基板 12 が大きく上に凸に反ることを抑制できる。従って、押さえ部 30C と絶縁基板 12 は接触させなくてもよい。

#### 【0024】

半導体素子 22 は珪素で形成されることが多いが、珪素に比べてバンドギャップが大きいワイドバンドギャップ半導体によって形成してもよい。ワイドバンドギャップ半導体としては、例えば炭化珪素、窒化ガリウム系材料、又はダイヤモンドがある。ワイドバンドギャップ半導体で形成した半導体素子 22 は、珪素で形成した半導体素子よりも、高電流密度で発熱量が大きい。この場合、絶縁基板 12 が大きく反ることが懸念されるが、本発明の実施の形態 1 に係る半導体装置 10 では、押さえ部 30C により絶縁基板 12 の反りを抑制できる。その他、本発明の特徴を失わない範囲で様々な変形が可能である。なお、これらの変形は以下の実施の形態に係る半導体装置にも応用できる。

10

#### 【0025】

以下の実施の形態に係る半導体装置については、実施の形態 1 に係る半導体装置 10 と共通点が多いので、半導体装置 10 との相違点を中心に説明する。

#### 【0026】

実施の形態 2 .

図 5 は、本発明の実施の形態 2 に係る半導体装置の断面図である。この半導体装置は、押さえ部 30E と押さえ部 30F を備えている。押さえ部 30E と押さえ部 30F が絶縁基板 12 に接することで、絶縁基板 12 が上に凸に反ることを防止する。このように、押さえ部を複数備えることで絶縁基板 12 が上に凸に反ることを確実に防止できる。

20

#### 【0027】

ところで、絶縁基板が反るとき絶縁基板は中央部で変位量が最大となる。そのため、実施の形態 1 では押さえ部 30C で絶縁基板 12 の中央部を押さえた。しかしながら、絶縁基板の反りを抑制できる限り、実施の形態 2 に係る押さえ部 30E、30F のように絶縁基板 12 の非中央部を押さえてもよい。また、押さえ部の数は特に限定されない。

#### 【0028】

実施の形態 3 .

図 6 は、本発明の実施の形態 3 に係る半導体装置の断面図である。押さえ部 60 は、例えばゴムなどの弾性体で形成されている。押さえ部 60 はケース 30 とは別部材である。押さえ部 60 により絶縁基板 12 が上に凸に反ることを抑制できる。また、絶縁基板 12 を上に凸に反らせる力が非常に強い場合、押さえ部により絶縁基板の変位を完全に防止してしまうと、絶縁基板のクラックの原因となる。しかし、弾性体により絶縁基板の僅かな反りを許容することで、クラックを防止できる。

30

#### 【0029】

実施の形態 4 .

図 7 は、本発明の実施の形態 4 に係る半導体装置の断面図である。絶縁基板 12 は、押さえ部 30C により下方に押圧されることで下に凸に反っている。また、絶縁基板 12 の下面はケース 30 の下面よりも下に位置している。

#### 【0030】

本発明の実施の形態 4 に係る半導体装置の製造方法を説明する。図 8 は、絶縁基板 12 とケース 30 を接着する前の半導体装置の一部断面図である。接着剤 32 は塗布されているだけで、熱硬化前である。絶縁基板 12 の下面はケース 30 の下面よりも距離  $y$  だけ下に位置している。

40

#### 【0031】

接着剤 32 を熱硬化させる工程について、図 9 を参照しつつ説明する。この工程では、ねじ穴 70A を有するキュアベース板 70 を利用する。まず、ねじ 72 をケース 30 の貫通孔 30D に通しねじ穴 70A に締めることで、半導体装置をキュアベース板 70 に固定する。このとき、絶縁基板 12 の下面とケース 30 の下面が同じ高さとなるため、金属支持体 40 が上に凸に反る。

50

## 【 0 0 3 2 】

次いで、キュアベース板 7 0 から絶縁基板 1 2 に熱供給して、接着剤 3 2 を熱硬化させる。こうして、絶縁基板 1 2 とケース 3 0 を接着する。次いで、ねじ 7 2 を緩めて半導体装置をキュアベース板 7 0 から取り出すと、弾性を有する金属支持体 4 0 の復元力により押さえ部 3 0 C が下方に変位する。そして押さえ部 3 0 C により絶縁基板 1 2 が下方に押圧され、絶縁基板 1 2 が下に凸に反る。

## 【 0 0 3 3 】

ここで、絶縁基板が上に凸に反ると、絶縁基板とヒートシンクの接触面積が少なくなるので、熱抵抗が悪化する。しかし、本発明の実施の形態 4 に係る半導体装置は、押さえ部 3 0 C により絶縁基板 1 2 を下に凸に反らせることができるので、熱抵抗の悪化を回避できる。

10

## 【 0 0 3 4 】

実施の形態 5 .

図 1 0 は、本発明の実施の形態 5 に係る半導体装置の断面図である。金属支持体 4 0 は凹部 4 0 A を有している。そして、凹部 4 0 A はケース 3 0 の樹脂 3 0 G で満たされている。樹脂 3 0 G はインサート成形で形成できる。凹部 4 0 A に樹脂 3 0 G を満たすことで、金属支持体 4 0 とケース 3 0 の接合面積を増やすことができるので、押さえ部 3 0 C の剛性を高めることができる。よって、絶縁基板 1 2 が上に凸に反ることを確実に防止できる。

## 【 0 0 3 5 】

20

実施の形態 6 .

図 1 1 は、本発明の実施の形態 6 に係る半導体装置の断面図である。絶縁基板 1 2 は接着剤 3 2 のみを介して包囲部 3 0 A と接している。そのため、絶縁基板 1 2 と包囲部 3 0 A は直接接触していない。絶縁基板 1 2 の外周部がケース 3 0 よりもヤング率の小さい接着剤 3 2 のみと接することで、絶縁基板 1 2 の変位の応力が緩和され絶縁基板 1 2 が割れにくくなる。

## 【 0 0 3 6 】

実施の形態 7 .

図 1 2 は、本発明の実施の形態 7 に係る半導体装置の断面図である。この半導体装置は、金属支持体 4 0 に接続された電極 8 0 を備えている。また、金属支持体 4 0 と電極 8 0 を同一部材で形成しても良い。そして、金属支持体 4 0 はワイヤ 8 2、8 4 により半導体素子 2 2 に接続されている。そのため、金属支持体 4 0 は、押さえ部 3 0 C を固定する機能に加えて、半導体素子 2 2 の電極としての機能も有する。従って、半導体装置内における部品の実装密度を高め半導体装置内部の空間を効率的に利用できる。これは、半導体装置の小型化に寄与する。

30

## 【 0 0 3 7 】

実施の形態 8 .

図 1 3 は、本発明の実施の形態 8 に係る半導体装置の断面図である。押さえ部 9 0 は金属支持体 4 0 と一体的に金属で形成されている。そして、押さえ部 9 0 は、はんだ 9 2 により半導体素子 2 2 の電極に固定されている。従って、電極 8 0 と半導体素子 2 2 をワイヤなどで接続する必要がないので、製造コストを低減できる。なお、更に製造コストを低減するために、電極 8 0、金属支持体 4 0、及び押さえ部 9 0 を一体的に金属で形成しても良い。

40

## 【 0 0 3 8 】

実施の形態 9 .

図 1 4 は、本発明の実施の形態 9 に係る半導体装置の断面図である。押さえ部 9 0 は金属支持体 4 0 と一体的に金属で形成されている。そして、押さえ部 9 0 は、半導体素子 2 2 の裏面電極と電気的に接続された金属パターン 1 6 に固定されている。押さえ部 9 0 の応力、絶縁基板 1 2 が上に凸に反ろうとする力、又はこれら両方の力により、はんだを用いることなく、押さえ部 9 0 と金属パターン 1 6 が接触している。押さえ部 9 0 と金属パ

50

ターン１６の固定を確実にするためにはんだを用いてもよい。

【００３９】

本発明の実施の形態９に係る半導体装置によれば、電極８０と金属パターン１６をワイヤなどで接続する必要がないので、製造コストを低減できる。なお、更に製造コストを低減するために、電極８０、金属支持体４０、及び押さえ部９０を一体的に金属で形成しても良い。

【００４０】

絶縁基板１２は半導体素子２２よりも破壊耐量が高い。そのため、押さえ部９０を絶縁基板１２に固定する本発明の実施の形態９に係る半導体装置は、押さえ部を半導体素子に固定する実施の形態８の半導体装置と比較して、押さえ部９０が下方に及ぼす力を大きく

10

【００４１】

なお、ここまでで説明した各実施の形態に係る半導体装置の特徴は、適宜に組み合わせてもよい。

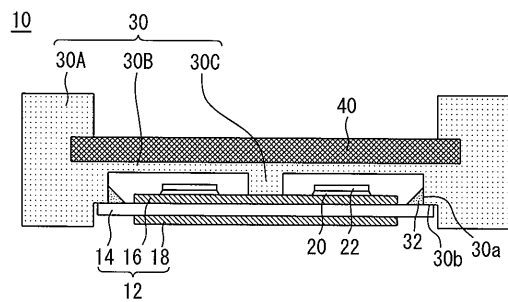
【符号の説明】

【００４２】

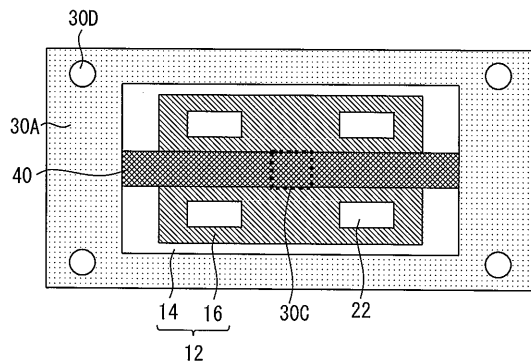
１０ 半導体装置、 １２ 絶縁基板、 １４ セラミック基板、 １６ 金属パターン、 １８ 金属膜、 ２０ はんだ、 ２２ 半導体素子、 ３０ ケース、 ３０Ａ 包囲部、 ３０Ｂ 延伸部、 ３０Ｃ 押さえ部、 ３０Ｄ 貫通孔、 ４０ 金属支持体

20

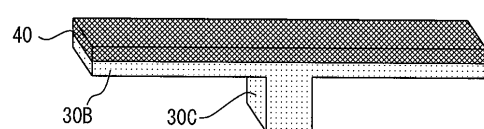
【図１】



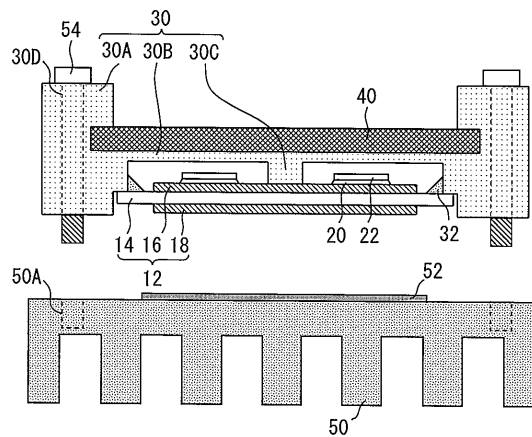
【図２】



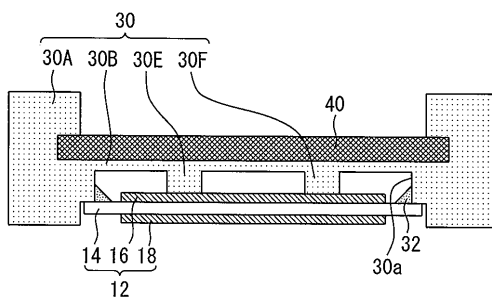
【図３】



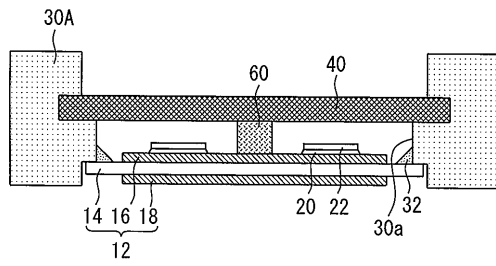
【図４】



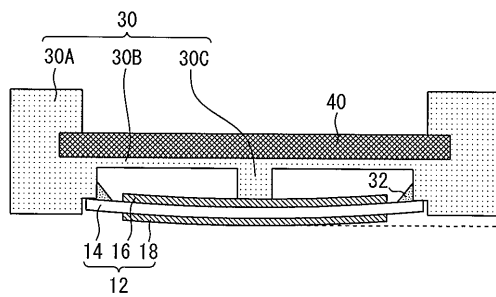
【図５】



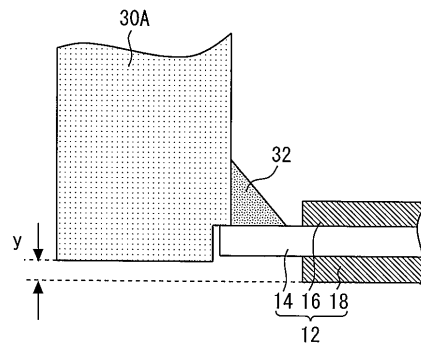
【図 6】



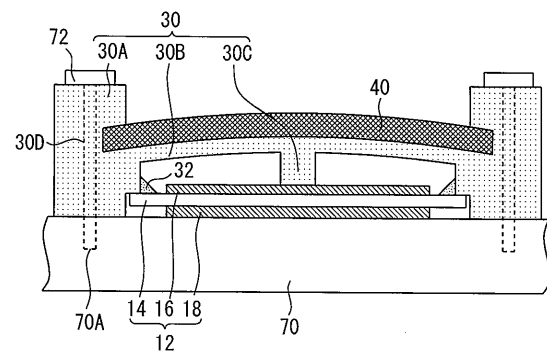
【図 7】



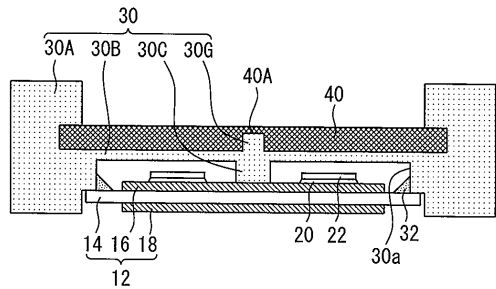
【図 8】



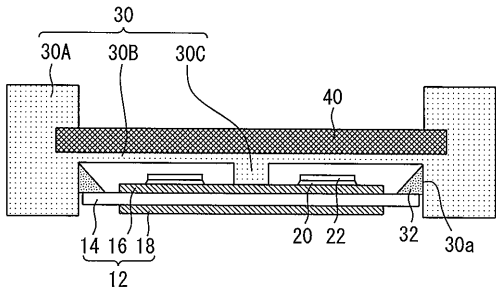
【図 9】



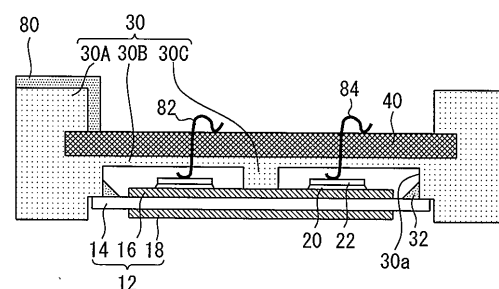
【図 10】



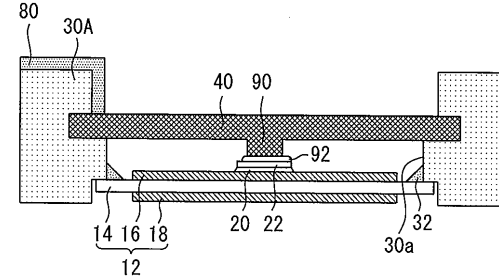
【図 11】



【図 12】

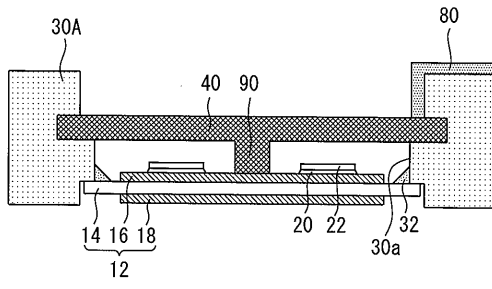


【図 13】





【図 14】



---

フロントページの続き

合議体

審判長 國分 直樹

審判官 鈴木 圭一郎

審判官 酒井 朋広

- (56)参考文献 特開2003-303933(JP,A)  
米国特許出願公開第2009/0102040(US,A1)  
特開2000-200865(JP,A)  
特開2008-244394(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L25/07  
H01L25/18  
H01L23/02  
H01L23/08