

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4455488号
(P4455488)

(45) 発行日 平成22年4月21日(2010.4.21)

(24) 登録日 平成22年2月12日(2010.2.12)

(51) Int.Cl.		F I		
HO 1 L 23/29	(2006.01)	HO 1 L 23/30		R
HO 1 L 23/31	(2006.01)	HO 1 L 25/04		Z
HO 1 L 25/04	(2006.01)			
HO 1 L 25/18	(2006.01)			

請求項の数 13 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2005-364408 (P2005-364408)	(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
(22) 出願日	平成17年12月19日(2005.12.19)	(74) 代理人	100101454 弁理士 山田 卓二
(65) 公開番号	特開2007-173272 (P2007-173272A)	(72) 発明者	須藤 進吾 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
(43) 公開日	平成19年7月5日(2007.7.5)	(72) 発明者	太田 達雄 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
審査請求日	平成19年11月16日(2007.11.16)	(72) 発明者	谷口 信剛 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】

放熱板と、
絶縁層を介して前記放熱板上に固着された配線パターン層と、
前記配線パターン層上に実装された、少なくとも1つの表面電極を含む半導体素子と、
前記半導体素子の表面電極上に電氣的に接続された導電性リード板と、
線膨張率の異方性を有する熱可塑性樹脂からなり、前記放熱板の少なくとも一部、前記配線パターン層、前記半導体素子、および前記導電性リード板を包囲するように成形された樹脂パッケージとを備え、
前記導電性リード板は、前記樹脂パッケージの線膨張率が最大となる方向に沿って延びることを特徴とする半導体装置。

10

【請求項2】

前記樹脂パッケージは、長辺方向および短辺方向に延びる2組の側面を有し、短辺方向に延びる一方の該側面上の樹脂注入口から長辺方向に樹脂を注入することにより成形され、
前記導電性リード板は、短辺方向に延び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】

前記導電性リード板の線膨張率は、前記放熱板の線膨張率以下であることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置。

20

【請求項 4】

前記樹脂パッケージは、前記放熱板に隣接する下面と、これに対向する上面とを含み、前記導電性リード板と平行に延びる該上面上の平行リブを有す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 5】

前記放熱板は、長辺方向および短辺方向に延びる 2 組の端面を有し、長辺方向に延びる該端面近傍に配設された長辺方向に延びる一対の溝部を有し、

前記放熱板の溝部は、前記樹脂パッケージにより充填されることを特徴とする請求項 2 に記載の半導体装置。

【請求項 6】

前記放熱板は、長辺方向および短辺方向に延びる 2 組の端面を有し、長辺方向に延びる該端面に沿って配設された複数の凹部を有し、

前記放熱板の凹部は、前記樹脂パッケージにより充填されることを特徴とする請求項 2 に記載の半導体装置。

【請求項 7】

前記樹脂パッケージは、前記放熱板に隣接する下面と、これに対向する上面とを含み、前記導電性リード板と直交する方向に延びる該上面上に形成された垂直リブを有す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 8】

放熱板と、

絶縁層を介して前記放熱板上に固着された配線パターン層と、

前記配線パターン層上に実装された、少なくとも 1 つの表面電極を含む半導体素子と、

前記半導体素子の表面電極上に電氣的に接続された導電性リード部と、

線膨張率の異方性を有する熱可塑性樹脂からなり、前記放熱板の少なくとも一部、前記配線パターン層、前記半導体素子、および前記導電性リード部を包囲するように成形された樹脂パッケージとを備え、

前記放熱板は、前記樹脂パッケージの線膨張率が最大となる方向に沿って延びる折曲部を有することを特徴とする半導体装置。

【請求項 9】

前記樹脂パッケージは、長辺方向および短辺方向に延びる 2 組の側面を有し、短辺方向に延びる一方の該側面上の樹脂注入口から長辺方向に樹脂を注入することにより成形され、

前記導電性リード部は、短辺方向に延びる導電性リードワイヤからなり、

前記放熱板は、前記樹脂注入口と前記導電性リード部の間に突起部を有することを特徴とする請求項 8 に記載の半導体装置。

【請求項 10】

前記放熱板の前記折曲部は切り欠き部を有することを特徴とする請求項 8 に記載の半導体装置。

【請求項 11】

前記放熱板の前記折曲部は貫通孔を有することを特徴とする請求項 8 に記載の半導体装置。

【請求項 12】

前記導電性リード部は、導電性リード板および導電性リードワイヤを有し、

前記導電性リード板は、前記導電性リードワイヤの少なくとも一部を包囲する延長部を有することを特徴とする請求項 8 に記載の半導体装置。

【請求項 13】

前記樹脂パッケージは、ガラス繊維を配合した熱可塑性樹脂から成形されたことを特徴とする請求項 1 または 8 に記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明は半導体装置に関し、特に、熱可塑性樹脂をインジェクションモールド成形することにより得られる樹脂パッケージの反りを抑制できる半導体装置に関する。

【背景技術】

【0002】

これまでのパワーモジュールなどの電力用半導体装置は、一般に、半導体チップをケース内の絶縁基板上に実装した後、ゲル封止するケースタイプのものと、絶縁基板上に実装された半導体チップを樹脂でモールド成形するモールドタイプのものに大別される。また、モールドタイプの電力用半導体装置は、熱硬化性樹脂をトランスファモールド成形して構成されるものと、熱可塑性樹脂をインジェクションモールド成形して実現されるものに分類される。

10

【0003】

モールドタイプの半導体装置は、ケースタイプの半導体装置と異なり、ケースを絶縁基板に固定する工程やゲル封止する工程を省略することができる反面、樹脂パッケージの線膨張率（熱膨張率）が、これに被われる放熱板および半導体チップなどの構成部品の線膨張率とは異なる（大きい）ことに起因して、樹脂パッケージが硬化する際に、反りが生じるといった問題が生じ得る。このため、樹脂パッケージ内で封止された絶縁層が破壊されるか、あるいは放熱板と外部ヒートシンクとの間に間隙が生じ、放熱性の低下を招くことがあった。

20

【0004】

特許文献1は、これらの従来式の半導体装置の中でも、熱可塑性樹脂をインジェクションモールド成形して構成される混成集積回路装置を開示している。さらに、特許文献1は、ガラス繊維（グラスファイバ）を入れた熱可塑性樹脂でインジェクション封止する場合には、ゲートの注入方向が重要であって、樹脂パッケージが左右に細長い場合、短辺に設けたゲートから長辺方向に沿って樹脂を注入することにより、基板や装置の反りを防止することができることを示唆している。すなわち、特許文献1は、熱可塑性樹脂にガラス繊維を配合し、特に熱収縮変形量の大きい長辺方向にガラス繊維を配向させることにより、熱可塑性樹脂の長辺方向の機械的強度を向上させ、長辺方向の反りを抑制することを示唆している。

30

【0005】

一方、特許文献2は、熱硬化性樹脂をトランスファモールド成形して構成される混成集積回路装置を開示している。特許文献2の絶縁性樹脂の上面に溝を形成することにより、金属基板の反り上がりを防止することが示唆されている。その理由として、金属基板の上面部では薄く形成された部分が早期に充填され早く硬化し基板と一体となる点、および絶縁性樹脂の上面には金属基板の実装面に対してさまざまな角度をなす面を有している点が挙げられている。

【特許文献1】特開平11-330317号公報

【特許文献2】特開2003-318333号公報

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1によれば、ガラス繊維が長辺方向に配向されるように樹脂パッケージを形成することにより、樹脂パッケージの長辺方向の反りを抑制することが可能となったものの、ガラス繊維の配向方向とは直交する方向（すなわち短辺方向）における熱可塑性樹脂の線膨張率は、長辺方向の線膨張率に比して実質的に大きく、短辺方向の樹脂パッケージおよび基板の反りが生じ、短辺方向における絶縁層の破壊および放熱性の低下（放熱板と外部ヒートシンクとの間の間隙）を抑制することはできなかった。

【0007】

また、特許文献2は、上述のように、樹脂を溝部付近で早期に充填し硬化させることに

50

より、樹脂パッケージを反り上がらせる応力に対抗できるように樹脂剛性を高めることを期待したものであるが、本発明のような熱可塑性樹脂をインジェクションモールド成形する場合に比して、特許文献2に記載の熱硬化性樹脂をトランスファモールド成形するときのキュア温度はより高く、キュア時間はより長いので、絶縁性樹脂の上面に溝を形成することによって同様に機械的強度を向上させることはできない。なお、特許文献2は、熱可塑性樹脂をインジェクションモールド成形して得られた樹脂パッケージについて何ら言及していない。

【0008】

そこで本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、長辺方向のみならず、短辺方向（ガラス繊維の配向方向とは直交する方向）においても樹脂パッケージの反りを抑制することができる半導体装置を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の1つの態様によれば、放熱板と、絶縁層を介して放熱板上に固着された配線パターン層と、配線パターン層上に実装された、少なくとも1つの表面電極を含む半導体素子と、半導体素子の表面電極上に電気的に接続された導電性リード板と、線膨張率の異方性を有する熱可塑性樹脂からなり、放熱板の少なくとも一部、配線パターン層、半導体素子、および導電性リード板を包囲するように成形された樹脂パッケージとを備え、導電性リード板は、樹脂パッケージの線膨張率が最大となる方向に沿って延びることを特徴とする半導体装置を提供することができる。

20

【発明の効果】

【0010】

本発明の1つの態様に係る半導体装置によれば、長辺方向および短辺方向における樹脂パッケージの反りを抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、添付図面を参照して本発明に係る半導体装置の実施の形態を説明する。各実施の形態の説明において、理解を容易にするために方向を表す用語（例えば、「X方向」、「Y方向」、「Z方向」、「上方」および「下方」など）を適宜用いるが、これは説明のためのものであって、これらの用語は本発明を限定するものでない。

30

【0012】

実施の形態1.

図1～図6を参照しながら、本発明に係るモールドタイプの半導体装置の実施の形態1について以下に説明する。図1に示す実施の形態1の半導体装置1は、概略、熱可塑性樹脂をインジェクションモールド成形して得られる樹脂パッケージ10と、樹脂パッケージ10上に配設された複数の主電極12と、樹脂パッケージ10の上面14から突出する複数の信号電極16とを有する。本発明による半導体装置1の樹脂パッケージ10は、好適には、ガラス繊維などの強化材を配合した、ポリフェニレンサルファイド（PPS）などの熱可塑性樹脂を用いて成形されるが、この他にもポリブチレンテレフタレート（PBT）および液晶ポリマ（LCP）などの他の熱可塑性樹脂を用いて成形してもよい。

40

【0013】

また、この実施の形態による半導体装置1は、図2に示すように、放熱板（ベース板）20と、絶縁層22を介して放熱板20上に固着された配線パターン層24と、半田層（図示せず）を介して配線パターン層24上に実装された少なくとも1つの半導体チップを有する。なお、以下の実施の形態では、半導体チップとして、絶縁ゲート型バイポーラトランジスタチップ26およびフリーホイールダイオードチップ28（以下、それぞれ単に「IGBTチップ」および「FWDチップ」という。）を例示して説明するが、その他の半導体チップを有していてもよいし、単一のまたは3つ以上の半導体チップを有していてもよい。図2を分かりやすくするために、熱可塑性樹脂からなる樹脂パッケージ10は、ハッチングを省略して図示されている。

50

【0014】

上記構成部品の構成材料は、本発明を限定するものではないが、例えば、放熱板20は良好な熱伝導性を有するアルミニウムなどの金属からなり、絶縁層22はシリカなどの熱伝導フィラを混合したエポキシ樹脂（接着剤）からなり、配線パターン層24は絶縁層22により放熱板20上に一体に固着される。

【0015】

図3を参照すると、放熱板20は、長辺方向（Y方向）および短辺方向（X方向）に延びる2組の端面30、32で規定される矩形の平面形状を有し、上述のように、放熱板20上に絶縁層22が形成され、絶縁層22上に一对の島状パターン層34、細長いリードパターン層36、および複数の端子パターン層38からなる配線パターン層24が形成されている。実施の形態1による半導体装置は、単相の高電位側および低電位側のインバータ回路（すなわちIGBTチップ26およびFWDチップ28）を有し、各島状パターン層34は、各インバータ回路を構成する半導体チップ26、28を実装するためのものであり、各端子パターン層38は、IGBTチップ26の制御電極27（図4）と電気的に接続される。

10

また、放熱板20は、シリコングリス（図示せず）を介して、半導体装置1を外部のヒートシンクに固定するためのねじを受容するための一对の貫通孔40を有する。

【0016】

図4において、IGBTチップ26とFWDチップ28は、半田層（図示せず）を介して、島状パターン層34の上に実装されている。IGBTチップ26は、島状パターン層34に面する（下向きの）裏面上にコレクタ電極（図示せず）を有し、これに対向する（上向きの）エミッタ電極25と、およびゲート電極および電流センス電極などの制御電極27とを有する。FWDチップ28は、島状パターン層34に面する（下向きの）裏面上にカソード電極（図示せず）と、これに対向する（上向きの）アノード電極29とを有する。コレクタ電極とカソード電極は、半田層（図示せず）を介して上述の島状パターン層34と電気的に接続されている。ここでは、エミッタ電極25、制御電極27およびアノード電極29を総称して表面電極という。

20

【0017】

本実施の形態によれば、エミッタ電極25とアノード電極29は、図4に示すような銅などからなる板状部材を折り曲げて形成された導電性リード板（「ダイレクトリード」とも云う）42および半田層（図示せず）を介して、リードパターン層36と電気的に接続されている。このように、IGBTチップ26およびFWDチップ28は、互いに逆並列に接続され、インバータ回路を構成する。また、IGBTチップ26の制御電極27は、同様に、別の導電性リード板43および半田層（図示せず）を介して、絶縁層22の端子パターン層38と電気的に接続されている。なお、上述の図示しない半田層は、例えばSn-Ag-Cu系半田を用いて構成されるが、Snを基材とする通常の半田やAu-Sn系の高耐熱性半田など、その他の任意の導電性接着剤を用いて形成してもよい。

30

【0018】

こうして構成された半導体装置1の動作時において、IGBTチップ26およびFWDチップ28で生じた熱は、配線パターン層24、絶縁層22および放熱板20に伝わり、シリコングリスを介して外部ヒートシンク（ともに図示せず）に効率よく放熱される。

40

【0019】

上記構成部品の寸法は、本発明を限定するものではないが、例えば、図3に示す放熱板20はX方向が40mm、Y方向が70mm、Z方向が2mmの寸法を有する。また、図4に示すIGBTチップ26は、X方向が7.5mm、Y方向が9mm、Z方向が250μmの寸法を有し、FWDチップ28はX方向が4mm、Y方向が9mm、Z方向が250μmの寸法を有する。さらに、エミッタ電極25およびアノード電極29とを接続する導電性リード板42は、Y方向が7.5mm、Z方向が300μmの寸法を有する。

【0020】

上述のように組み立てられた放熱板20、絶縁層22、配線パターン層24、および半

50

導体チップ 26, 28 は、図 2 に示すように、放熱板 20 の底面 21 (Z 方向とは反対方向に面した表面) が露出するように、熱可塑性樹脂を用いてインジェクションモールド成形することにより、樹脂パッケージ 10 を形成する。また、樹脂パッケージ 10 は、上面 14 と、これに対向する下面 15 とを有し (図 2)、図 1 に示すように、長辺方向 (Y 方向) および短辺方向 (X 方向) に延びる 2 組の側面 11, 13 で規定される矩形の平面形状を有し、短辺方向 (X 方向) に延びる一方の側面 13 上の樹脂注入口 15 から長辺方向 (Y 方向) に樹脂を注入することにより成形される。

【0021】

このとき、本実施の形態で用いられる熱可塑性樹脂は、上記のとおり、ガラス繊維などの強化材を配合したポリフェニレンサルファイド (PPS) などの熱可塑性樹脂であり、熱可塑性樹脂が長辺方向 (Y 方向) に平行に注入されたとき、この熱可塑性樹脂に含まれる細長いガラス繊維は、長辺方向 (Y 方向) に配向する特性を有する。

10

【0022】

このように、ガラス繊維などの強化材を配合した熱可塑性樹脂を用いてインジェクションモールド成形された樹脂パッケージ 10 は、一般に、線膨張率の異方性を有する。すなわち、短辺方向に延びる側面 13 上の樹脂注入口 15 から長辺方向 (Y 方向、図 5 の矢印方向) に樹脂を注入するとき、ガラス繊維 G は、理想的には、図 5 (a) に示すように配向する。実際には、長辺方向 (Y 方向) に注入された熱可塑性樹脂は、樹脂パッケージ 10 内に配設される半導体チップ 26, 28 および導電性リード板 42 などの構成部品に衝突して、ガラス繊維の配向方向が若干乱れる。ただし、樹脂パッケージ 10 全体の線膨張率の異方性は、長辺方向 (Y 方向) において最大となる。

20

【0023】

このように、樹脂パッケージ 10 の線膨張率は、通常、ガラス繊維 G が配向する方向 (Y 方向) において 小さく、配向方向と直交する方向 (X 方向) において 大きい。具体的には、樹脂パッケージ 10 の線膨張率は、配向方向 (Y 方向) において約 $20 \times 10^{-6} / K$ で、これと直交する方向 (X 方向) で約 $40 \times 10^{-6} / K$ となる。

【0024】

一方、放熱板 20 を構成するアルミニウムの線膨張率は約 $23 \times 10^{-6} / K$ であり、長辺方向 (Y 方向) における樹脂パッケージ 10 の線膨張率と近似している。すなわち、樹脂パッケージ 10 と放熱板 20 は、長辺方向 (Y 方向) における線膨張率が近似しており、周囲温度に依存して同様に収縮・膨張するので、図 5 (b) に示すように、樹脂パッケージ 10 および放熱板 20 の長辺方向 (Y 方向) における反りは極めて小さい。しかしながら、樹脂パッケージ 10 の線膨張率が最大となる方向、すなわちガラス繊維 G の配向方向と直交する方向 (X 方向) においては、樹脂パッケージ 10 の線膨張率が放熱板 20 の線膨張率に比して実質的に大きく、熱可塑性樹脂の硬化・冷却過程で、樹脂パッケージ 10 の収縮の度合いが放熱板 20 の収縮の度合いに比べて非常に大きいため、図 5 (c) に示すように、樹脂パッケージ 10 および放熱板 20 は反り返ってしまう。

30

なお、放熱板 20 を銅で構成した場合でも、銅の線膨張率は約 $17 \times 10^{-6} / K$ であるので、同様に、樹脂パッケージ 10 は短辺方向 (X 方向) において反りが生じる。

【0025】

本発明者らは、図 5 (c) において、短辺方向 (X 方向) に沿ったほぼ中央部の 30 mm の間隔 (l) で 80 ~ 100 μm の反り (d) が発生することを確認した。このような樹脂パッケージ 10 の反りを放置すると、樹脂パッケージ 10 内で封止された絶縁層 22 が破壊され、放熱板 20 と外部ヒートシンクとの間に隙が生じ、放熱性が低下するといった問題が生じる。

40

【0026】

しかし本実施の形態によれば、図 2 および図 4 に示すように、銅などの線膨張率の低い導電性リード板 42 が、樹脂パッケージ 10 の上面 14 の近傍において、樹脂パッケージ 10 の線膨張率が最大となる方向 (X 方向) に延びるように配設されている。これにより、導電性リード板 42 が、熱可塑性樹脂の硬化・冷却過程において、樹脂パッケージ 10

50

が収縮しようとする短辺方向（X方向）の応力に対抗する力を与え、樹脂パッケージ10の収縮の度合いを低減し、樹脂パッケージ10の反りの度合いを抑制することができる。

【0027】

本発明者らは、この実施の形態に従い、導電性リード板42を短辺方向（X方向）に延びるように配設した場合、樹脂パッケージ10の反りを30mmの間隔（1）で約40μm以下に抑制できることを確認した。

【0028】

以上説明したように、樹脂パッケージ10の反りの度合いを抑制するという観点から、導電性リード板42は、放熱板20を構成する金属（例えば、銅およびアルミニウム）より線膨張率の小さい材料を用いて構成し、樹脂パッケージ10の上面14により近傍に配置されることが好ましい。

10

【0029】

例えば、導電性リード板42を構成する材料として、放熱板20より線膨張率の低い42アロイ（42Ni-58Fe、線膨張率： $41 \times 10^{-7} / K$ ）およびインバー（36Ni-64Fe、線膨張率： $13 \times 10^{-7} / K$ ）などのニッケル鋼合金を用いてもよい。ただし、ニッケル鋼合金材料は、銅に比して電気伝導率が劣るため、導電性リード板42の表面にクラッド材として銅膜を形成することにより、導電性リード板42の電気伝導率を改善してもよい。

【0030】

また、樹脂パッケージ10の反りの度合いをさらに抑制するために、例えば図2において、樹脂パッケージ10の上面14から導電性リード板42までの間隔を、樹脂パッケージ10の上面14から放熱板20までの距離の1/3以下となるように、導電性リード板42を樹脂パッケージ10の上面14の直近に配置してもよい。

20

【0031】

上記説明では、導電性リード板42、43は、図2の断面図における断面積が極力小さくなるように、板状部材を折り曲げて形成され（図4）、長辺方向（Y方向）に平行に注入される熱可塑性樹脂に配合されるガラス繊維の配向の乱れを最小限に抑え、長辺方向（Y方向）における樹脂パッケージ10の低い線膨張率を実現している。

これに対し、図6に示すように、導電性リード板42は、IGBTチップ26のエミッタ電極25およびFWDチップ28のアノード電極29付近において、熱可塑性樹脂が注入される長辺方向（Y方向）に直交する面（X-Z平面）に延びる壁面44を有するように形成してもよい。こうした導電性リード板42の壁面44は、熱可塑性樹脂に配合されるガラス繊維の配向を攪乱し、樹脂パッケージ10の線膨張率の異方性を局所的に平均化する。すなわち、樹脂パッケージ10全体の線膨張率が最大となる方向は依然として短辺方向（X方向）であるが、エミッタ電極25およびアノード電極29付近における樹脂パッケージ10の局部的領域では、ガラス繊維の配向が乱れるために、樹脂パッケージ10が長辺方向（Y方向）に反り返る程度が増大し、短辺方向（X方向）に反る程度を抑制することができる。半導体チップ26、28の周囲における樹脂パッケージ10の線膨張率の異方性を均質化することにより、半導体チップ26、28に加わる短辺方向（X方向）に加わる応力を低減して、半導体チップ26、28の破壊を防止することができる。

30

40

【0032】

従来技術によれば、IGBTチップ26のエミッタ電極25とFWDチップ28のアノード電極29は、例えば直径が300μmの複数のアルミニウムワイヤ（図示せず）を介してリードパターン層36に電氣的に接続されていたが、この実施の形態では上述のように、導電性リード板42を用いてリードパターン層36に電氣的に接続されるので、注入される熱可塑性樹脂により、アルミニウムワイヤが変形し、隣接するアルミニウムワイヤが短絡するといった不具合を解消することができる。ただし、IGBTチップ26の制御電極27が1mm以上の間隔をもって配置されているので、制御電極27と絶縁層22の端子パターン層38との間の電氣的接続は、従来と同様に、アルミニウムワイヤ（導電性ワイヤ）を用いて行ってもよい。

50

【0033】

さらに、本実施の形態の半導体装置1について、放熱板20上に固着された絶縁層22を介した配線パターン層24が用いられるものとして上記説明したが、これに代わって、従来より一般的に使用されている、配線パターン層を表面および裏面に積層したアルミナおよび窒化アルミなどのセラミック材料からなる絶縁基板を用いてもよい(ともに図示せず)。この場合、本発明による樹脂パッケージ10の反りを抑制する効果により、絶縁基板が割れることによる絶縁耐圧の低下の問題を解消することができる。

なお本発明は、大電流を制御することにより実質的な熱量を生じるMOSFETモジュールおよびダイオードモジュールなどの任意の電力用半導体装置に適用することが可能である。

10

【0034】

実施の形態2.

図7を参照しながら、本発明に係る半導体装置の実施の形態2について以下に説明する。実施の形態2の半導体装置2は、樹脂パッケージ10がその上面14に導電性リード板42と平行に延びる平行リブ46を有する点を除いて、実施の形態1と同様の構成を有するので、重複する部分に関する詳細な説明を省略する。また、実施の形態1と同様の構成部品については、同様の符号を用いて説明する。

【0035】

上述のように、実施の形態2の半導体装置2によれば、樹脂パッケージ10の上面14から突出し、導電性リード板42と平行に(短辺方向に)延びる1つまたはそれ以上(図7では3本)の平行リブ46が樹脂パッケージ10と一体に形成されている。

20

樹脂パッケージ10の平行リブ46の寸法は、これに限定するものではないが、例えば、Y方向(幅)が2mm、Z方向(高さ)が2mmの寸法を有する。

【0036】

実施の形態2の樹脂パッケージ10は、実施の形態1と同様、短辺方向に延びる一方の側面13上の樹脂注入口15から長辺方向に樹脂を注入することにより成形されるため、ガラス繊維は、概ね長辺方向(Y方向)に配向される。しかし、短辺方向に延びる平行リブ46に熱可塑性樹脂が流入して充填されるとき、ガラス繊維は、平行リブ46が延びる方向に配向する傾向がある。その結果、平行リブ46内における樹脂パッケージ10の線膨張率は、樹脂パッケージ10全体のそれとは異なり、長辺方向より短辺方向において大きくなる。したがって、平行リブ46は、樹脂パッケージ10が収縮しようとする短辺方向(X方向)の応力に対抗する抗力を与え、樹脂パッケージ10の短辺方向(X方向)の反りを効率的に抑制することができる。

30

【0037】

実施の形態3.

図8~図10を参照しながら、本発明に係る半導体装置の実施の形態3について以下に説明する。実施の形態3の半導体装置3は、放熱板20が長辺方向および短辺方向に延びる2組の端面30, 32で規定される矩形の平面形状を有し、長辺方向の端面30近傍に配設された長辺方向に延びる一对の溝部48を有し、樹脂パッケージ10が放熱板20の溝部48を充填する点を除いて、実施の形態1と同様の構成を有するので、重複する部分に関する詳細な説明を省略する。また、実施の形態1と同様の構成部品については、同様の符号を用いて説明する。

40

【0038】

上記のように、図8および図9に示す半導体装置3においては、実施の形態1と同様、樹脂パッケージ10の大部分のガラス繊維はY方向に配向し、これと直交する方向(X方向)において樹脂パッケージ10の線膨張率が最大となる。そして、樹脂パッケージ10より低い線膨張率を有する導電性リード板42が、樹脂パッケージ10の上面14近傍において、短辺方向(X方向)に延びるように配設されている。

【0039】

また実施の形態3の半導体装置3によれば、放熱板20は、長辺方向(Y方向)および

50

短辺方向（X方向）に延びる2組の端面30，32で規定される矩形の平面形状を有し（図9）、長辺方向の端面30の近傍において、長辺方向に延びる一对の溝部48を有する。溝部48は、図9に示すように、短辺方向（X方向）に延びる端面32まで貫通することが好ましい。また、溝部48の寸法は、特にこれに限定されるものではないが、幅（X方向）が1mmで、深さ（Z方向）が1mmであってもよい。こうして形成された溝部48に樹脂パッケージ10を構成する熱可塑性樹脂を充填し、硬化させる。

【0040】

このように構成された半導体装置3のインジェクションモールド成形工程において、溝部48は、その内部に樹脂パッケージ10の一部が充填され、樹脂パッケージ10が短辺方向（X方向）に収縮しようとする応力に対抗する抗力を与える（アンカ効果）。こうして、樹脂パッケージ10の短辺方向（X方向）の反りを抑制するので、放熱板20と外部ヒートシンクとの間に間隙を形成することなく、放熱性を維持するとともに、短辺方向における絶縁層22の破壊を含む内部回路の故障を防止することができる。

10

【0041】

また、インジェクションモールド成形プロセスの硬化・冷却工程において、樹脂パッケージ10が短辺方向（X方向）に収縮しようとするので、放熱板20の溝部48は短辺方向（X方向）において樹脂パッケージ10により密接に嵌合すること（かしめ効果）が期待される。一般に、樹脂パッケージ10は、インジェクションモールド成形時、約150から常温まで冷却されるが、半導体装置3の動作駆動時、放熱板20は、最大125程度までしか上昇しない。すなわち、放熱板20の溝部48内に係合した樹脂パッケージ10は、動作駆動時においても、モールド成形時ほど拡張することはなく、放熱板20以上に収縮した状態で維持されるので、上述のかしめ効果が維持される。

20

このように、溝部48を形成したこと（アンカ効果およびかしめ効果）により、一对の溝部48の間に配設された半導体チップ26，28の直下にある絶縁層22が剥離し、樹脂パッケージ10と放熱板20の間から湿気が侵入することを防止することができる。

【0042】

上記において、溝部48は、図10（a）に示すように、矩形の断面形状を有するものとして説明したが、U字状およびV字状（図10（b）および（c））を含む任意の断面形状を有していてもよい。放熱板20の端部32の反りを効率的に吸収するためには、溝部48は、V字状の断面形状を有することが好ましい。さらに、樹脂パッケージ10と放熱板20のかしめ効果を増大させるためには、放熱板20の溝部48は、図10（d）に示すように、その上面31の近傍で平行に延びる断面形状を有することが好ましい。

30

【0043】

加えて、特に図示しないが、長辺方向のみならず短辺方向の端面32の近傍においても同様に、短辺方向に延びる一对の溝部48を形成してもよい。短辺方向に延びる溝部により、長辺方向に延びる溝部48と同様の効果を得ることができる。また、上述の絶縁基板を放熱板20に半田付けする場合に、好適にも、短辺方向に延びる溝部を放熱板20の位置決めマーカとして利用することもできる。

【0044】

実施の形態4

40

図11および図12を参照しながら、本発明に係る半導体装置の実施の形態4について以下に説明する。実施の形態4の半導体装置4は、長辺方向の端面30の近傍に配設された長辺方向に沿って配設された複数の凹部50を有し、樹脂パッケージ10が放熱板20の凹部50を充填する点を除いて、実施の形態3と同様の構成を有するので、重複する部分に関する詳細な説明を省略する。また、実施の形態3と同様の構成部品については、同様の符号を用いて説明する。

【0045】

上記のように、図11および図12に示す半導体装置4においては、実施の形態3と同様、放熱板20の長辺方向の端面30の近傍に配設された長辺方向に延びる一对の溝部48に加えて、放熱板20の長辺方向の端面30の近傍に配設された長辺方向に沿って配設

50

された複数の凹部50を有する。放熱板20の凹部50には、樹脂パッケージ10を構成する熱可塑性樹脂を充填、硬化させることが好ましい。また、凹部50は、例えば、直径(X方向およびY方向)が1mmの円形の平面形状を有し、1mmの深さ(Z方向)を有していてもよい。

【0046】

樹脂パッケージ10を構成する熱可塑性樹脂は、一般に、熱硬化性樹脂とは異なり、金属(放熱板20)の平坦な表面に対する密着力が弱い。すなわち、硬化・冷却工程における樹脂パッケージ10と放熱板20の線膨張率の差異に起因して、樹脂パッケージ10は放熱板20より大きく収縮しようとする傾向がある。また、上述のように、長辺方向に延びる一对の溝部48は、主に、樹脂パッケージ10の短辺方向(X方向)の反りを抑制するもので、長辺方向(Y方向)の反りを十分に抑制することはできない。したがって、樹脂パッケージ10は、ガラス繊維を長辺方向に配向することにより、長辺方向の反りが低減されるものの、とりわけ細長い平面形状を有する場合、短辺方向に延びる一对の側面13付近において長辺方向の実質的な反りが生じ得る。しかし、この実施の形態4によれば、上述のような凹部50により、樹脂パッケージ10が長辺方向(Y方向)に収縮しようとする応力に対抗する抗力が得られ、ひいては樹脂パッケージ10の長辺方向(Y方向)の反りを抑制することができる(Y方向のアンカ効果)。その結果、溝部48による短辺方向(X方向)のアンカ効果(反り抑制効果)を、長辺方向(Y方向)に沿ってほぼ均等にすることができる。

【0047】

当業者ならば容易に理解されるように、凹部50は、長辺方向(Y方向)および短辺方向(X方向)を含む任意の方向においてアンカ効果(反り抑制効果)を有する。したがって、上記においては、凹部50は溝部48に加えて配設されるものとしたが、溝部48を形成することなく、複数の凹部50だけを放熱板20の長辺方向の端面30の近傍に設けてもよい。この場合、好適には、凹部50を例えば1mm間隔の狭小ピッチで形成することにより、溝部48のかしめ効果と同様の効果を実現する。

【0048】

また、本願の実施の形態では、放熱板20の2組の端面30, 32は、樹脂パッケージ10により実質的に包囲されるものとして説明、図示しているが、上記凹部50を形成することにより、アンカ効果(反り抑制効果)およびかしめ効果を実現されるので、放熱板20の端面30, 32を露出させるようにモールド成形してもよい。その結果、半導体装置4を小型化することができるとともに、放熱板20による放熱効果を改善させることができる。

【0049】

なお、凹部50の平面形状は、円に限らず、三角形、四角形、などの任意の多角形であってもよい。また、凹部50を底面21まで貫通する貫通孔として形成してもよく、放熱板50の加工方法に適した形状に加工することができる。

【0050】

実施の形態5.

図13を参照しながら、本発明に係る半導体装置の実施の形態5について以下に説明する。実施の形態5の半導体装置5は、樹脂パッケージ10がその上面14に導電性リード板42に対して垂直な方向に延びる垂直リブ54を有する点を除いて、実施の形態2と同様の構成を有するので、重複する部分に関する詳細な説明を省略する。また、実施の形態2と同様の構成部品については、同様の符号を用いて説明する。

【0051】

上述のように、実施の形態5の半導体装置5によれば、樹脂パッケージ10の上面14から突出し、導電性リード板42が延びる方向に対して垂直な方向(長辺方向またはY方向に)延びる1つまたはそれ以上(図13では2本)の垂直リブ54が樹脂パッケージ10と一体に形成されている。

【0052】

実施の形態 5 の樹脂パッケージ 10 は、実施の形態 1 と同様、短辺方向（X 方向）に延びる一方の側面 13 上の樹脂注入口 15 から長辺方向（Y 方向）に樹脂を注入することにより成形されるため、樹脂パッケージ 10 の大部分のガラス繊維は長手方向（Y 方向）に配向し、これと直交する方向（X 方向）において樹脂パッケージ 10 の線膨張率が最大となる。ところが、特に、半導体装置 5 が IGBT チップ 26 や FWD チップ 28 および制御端子などの数多くの部品から構成される場合、樹脂注入口 15 から注入される熱可塑性樹脂がこれらの構成部品にぶつかり、ガラス繊維の配向が局所的に乱れ、構成部品付近における樹脂パッケージ 10 の長手方向における線膨張率が放熱板 20 に比して実質的に大きくなり、長手方向（Y 方向）における反りを矯正する必要が生じる場合がある。

【0053】

この実施の形態において、長辺方向に延びる垂直リブ 54 に熱可塑性樹脂が流入して充填されるとき、ガラス繊維が垂直リブ 54 の延びる方向に配向しやすくなる。したがって、樹脂パッケージ 10 の上面 14 付近において、長手方向の線膨張率を減少させることにより、樹脂パッケージ 10 の長手方向の反りを効率よく矯正することができる。

【0054】

実施の形態 6 .

図 14 および図 15 を参照しながら、本発明に係る半導体装置の実施の形態 6 について以下に説明する。実施の形態 1 ~ 5 による半導体装置 1 ~ 5 が単相の高電位側および低電位側のインバータ回路を有するのに対し、実施の形態 6 ~ 8 による半導体装置 6 ~ 8 が 3 相（U 相、V 相、W 相）の高電位側および低電位側のインバータ回路を有する点異なるが、基本的な構成は実施の形態 1 と同様であるので、重複する部分に関する詳細な説明を省略する。また、実施の形態 1 と同様の構成部品については、同様の符号を用いて説明する。

【0055】

図 14 を参照すると、実施の形態 6 による半導体装置 6 は、放熱板 20 と、全体をモールド成形された樹脂パッケージ 10 と、樹脂パッケージ 10 の上面 14 から上方に突出する複数の直流電源電極 12a、交流駆動電極 12b、および信号電極 16 とを有する。実施の形態 6 による半導体装置 6 の樹脂パッケージ 10 は、ガラス繊維を配合した熱可塑性樹脂を、樹脂パッケージ 10 の長辺方向（Y 方向）に延びる側面 11 上の樹脂注入口 15 から短辺方向（X 方向）に平行に注入することにより成形される。

【0056】

図 15 を参照すると、放熱板 20 は、シリコングリスを介して、半導体装置 6 を外部のヒートシンクに固定するためのねじなどの固定部材（ともに図示せず）を受容するための貫通孔 40 を有し、絶縁層（または絶縁基板）22 上に固着された配線パターン層 24 を有する。配線パターン層 24 は、6 つの島状パターン層 34 を有し、各島状パターン層 34 上に半田層（図示せず）を介して、3 相の高電位側および低電位側のインバータ回路（すなわち IGBT チップ 26 および FWD チップ 28）がそれぞれ実装される（図 15 では単一の IGBT チップ 26 および FWD チップ 28 が島状パターン層 34 の上方に図示されている）。

さらに、実施の形態 6 の半導体装置 6 は、IGBT チップ 26 の制御電極 27 と電氣的に接続されるコネクタ電極 56 を含むコネクタ 52 を有し、同様に放熱板 20 に固定される。

【0057】

島状パターン層 34 上に実装された IGBT チップ 26 のエミッタ電極 25 および FWD チップ 28 のアノード電極 29 とリードパターン層 36 との間の電氣的接続は、図 4 または図 6 に示すような導電性リード板 42 を用いて実現されるか、択一的には従来式のアルミニウムワイヤを用いて行われる。なお、アルミニウムワイヤ（図示せず）を用いて電氣的接続が実現される場合には、モールド成形される熱可塑性樹脂の高温および高圧からアルミニウムワイヤを保護するために、イオン成分の少ない樹脂をアルミニウムワイヤの上方に事前にコーティングしておくことが好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 8 】

上述のように、実施の形態 6 の樹脂パッケージ 1 0 は、図 1 4 において、ガラス繊維を含む熱可塑性樹脂を、樹脂パッケージ 1 0 の長辺方向に延びる側面 1 1 上の樹脂注入口 1 5 から短辺方向（X 方向）に平行に注入することにより成形されるので、樹脂パッケージ 1 0 の大部分のガラス繊維は短辺方向（X 方向）に配向し、これと直交する方向（Y 方向、長辺方向）において樹脂パッケージ 1 0 の線膨張率が最大となる。したがって、実施の形態 6 の樹脂パッケージ 1 0 は、線膨張率の異方性の観点からは、長辺方向（Y 方向）においてより大きい反りが発生する。

【 0 0 5 9 】

長辺方向（Y 方向）における樹脂パッケージ 1 0 の反りに対処するため、実施の形態 6 の放熱板 2 0 は、図 1 5 に示すように、長辺方向（Y 方向）に延びる端面 3 0 の一部を切り起こすことにより形成される折曲部 5 8 を有する。

こうして形成された放熱板 2 0 の折曲部 5 8 により、樹脂パッケージ 1 0 が長辺方向に（Y 方向）に収縮しようとする応力に対抗する抗力を得ることができる。すなわち、樹脂パッケージ 1 0 の長辺方向（Y 方向）の反りを抑制できるため、放熱板 2 0 と外部ヒートシンクとの間に隙間を形成することなく、放熱性を維持するとともに、長辺方向における絶縁層 2 2 の破壊を含む内部回路の故障を防止することができる。

【 0 0 6 0 】

なお、放熱板 2 0 の折曲部 5 8 の代わりに、少なくとも長辺方向（Y 方向）において樹脂パッケージ 1 0 よりも小さい線膨張率を有する材料からなり、長辺方向（Y 方向）に延びる応力緩衝部材を別部材として構成して、放熱板 2 0 に固定しても、同様の効果を得ることができる。ただし、より容易にかつ安価に半導体装置 6 を提供するためには、上述の折曲部 5 8 を用いることが構成部品の数を増やす必要がないので好ましい。

【 0 0 6 1 】

また、放熱板 2 0 の折曲部 5 8 は、図 1 6 に示すような切り欠き部 6 0 を有していてもよい。このように切り欠き部 6 0 内に樹脂が充填されるため、樹脂パッケージ 1 0 と放熱板 2 0 の折曲部 5 8 との間の接触面積が増大し、両者間の密着性およびこれに起因する反り抑制効果（アンカ効果）を向上させることができる。さらに、密着性を向上させるためには、折曲部 5 8 の切り欠き部 6 0 は、図 1 7 に示すように、短辺方向から見て（Y - Z 平面において）放熱板 2 0 に対して傾斜したテーパ部 6 2 を有することが好ましい。

【 0 0 6 2 】

択一的には、放熱板 2 0 の折曲部 5 8 は、図 1 8 に示すような複数の貫通孔 6 4 を有していてもよい。上記の切り欠き部 6 0 と同様、貫通孔 6 4 内に樹脂が充填されるため、樹脂パッケージ 1 0 と放熱板 2 0 の折曲部 5 8 との間の接触面積が増大し、両者間の密着性（アンカ効果）を改善することができる。

【 0 0 6 3 】

上記説明では、樹脂パッケージ 1 0 は、その長辺方向に延びる一方の側面 1 1 上の樹脂注入口 1 5 から短辺方向（Y 方向）に平行に注入することにより成形されるものとしたが、短辺方向に延びる側面 1 3 上の樹脂注入口から長辺方向（X 方向）に平行に注入することにより成形してもよい。ただし、この場合、放熱板 2 0 の折曲部 5 8 は、短辺方向（Y 方向）に延びる端面 3 2 の一部を切り起こすことにより形成される。

【 0 0 6 4 】

実施の形態 7 .

図 1 9 を参照しながら、本発明に係る半導体装置の実施の形態 7 について以下に説明する。実施の形態 7 は実施の形態 6 と同様の構成を有するので、重複する部分に関する詳細な説明を省略する。また、実施の形態 6 と同様の構成部品については、同様の符号を用いて説明する。

【 0 0 6 5 】

実施の形態 7 の樹脂パッケージ 1 0 は、実施の形態 6 とは異なり、短辺方向に延びる側面 1 3 上の樹脂注入口（図示せず）から長辺方向（Y 方向）に平行に注入することにより

成形される。

また、I G B Tチップ26の制御電極27とコネクタ52のコネクタ電極56との間の電氣的接続、ならびにI G B Tチップ26のエミッタ電極25およびF W Dチップ28のアノード電極29とリードパターン層36との間の電氣的接続は、従来式の複数の導電性リードワイヤ(図示せず)を介して実現され、このとき導電性リードワイヤは実質的に短辺方向(X方向)に延びる。

【0066】

したがって、長辺方向(Y方向)に注入される熱可塑性樹脂が、短辺方向(X方向)に延びる導電性リードワイヤを横から押圧して、隣接する異なる電位の導電性リードワイヤが接触し、ショート不良が発生することがある。そこで、実施の形態7によれば、樹脂注入口と導電性リードワイヤの間において、図19に示すような突起部66を形成する。これにより、注入される熱可塑性樹脂による導電性リードワイヤの押圧、ひいては導電性リードワイヤの変形を防止することができる。

10

【0067】

突起部66は、少なくとも短辺方向(X方向)において樹脂パッケージ10よりも小さい線膨張率を有する材料からなり、短辺方向(X方向)に延び、放熱板20から高さ方向(Z方向)に突出する任意の別部材として構成してもよいが、好適には、部品点数を削減するために、実施の形態6の折曲部58と同様、放熱板20の一部を切り起こして形成される。

【0068】

20

実施の形態8

図20を参照しながら、本発明に係る半導体装置の実施の形態8について以下に説明する。実施の形態8の半導体装置8は、概略、I G B Tチップ26のエミッタ電極25およびF W Dチップ28のアノード電極29とリードパターン層36の間の電氣的接続を導電性リード板68により実現し、I G B Tチップ26の制御電極27とコネクタ52のコネクタ電極56の間の電氣的接続を導電性リードワイヤ70で構成する点を除いて、実施の形態7と同様の構成を有するので、重複する部分に関する詳細な説明を省略する。また、実施の形態7と同様の構成部品については、同様の符号を用いて説明する。

【0069】

図20に示す実施の形態8において、熱可塑性樹脂は長辺方向(Y方向)に注入される。上述のように、I G B Tチップ26の制御電極27とコネクタ電極56は、実質的にY方向に延びる導電性リードワイヤ70を介して電氣的に接続される。一方、I G B Tチップ26のエミッタ電極25およびF W Dチップ28のアノード電極29は、図20に示すような導電性リード板68(およびそのU字湾曲部72)を介して、リードパターン層36に電氣的に接続されている。

30

【0070】

また、本実施の形態による導電性リード板68は、導電性リードワイヤ70の少なくとも一部を包囲し、注入される熱可塑性樹脂の長辺方向(X方向)の流れに対して、導電性リードワイヤ70を保護するための一对の延長部74を有する。こうして、導電性リードワイヤ70は、熱可塑性樹脂の長辺方向(X方向)の流れにより変形することなく、不具合の発生を未然に防止することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0071】

【図1】本発明に係る実施の形態1による半導体装置の斜視図である。

【図2】図1のII-II線で切断された断面図である。

【図3】実施の形態1の放熱板の斜視図である。

【図4】図3に示す放熱板上にアセンブリされる半導体チップおよび導電性リード板の斜視図である。

【図5】ガラス繊維を配合した熱可塑性樹脂からなる樹脂パッケージの樹脂注入口と反りを示す平面図、側面図および正面図である。

50

【図 6】図 4 と同様の斜視図であって、異なる導電性リード板を示す。

【図 7】本発明に係る実施の形態 2 による半導体装置の斜視図である。

【図 8】本発明に係る実施の形態 3 による半導体装置を示す、図 2 と同様の断面図である。

【図 9】実施の形態 3 の放熱板を示す、図 3 と同様の斜視図である。

【図 10】図 9 に示す溝部のさまざまな変形例を示す拡大断面図である。

【図 11】本発明に係る実施の形態 4 による半導体装置を示す、図 2 と同様の断面図である。

【図 12】実施の形態 4 の放熱板を示す、図 3 と同様の斜視図である。

【図 13】本発明に係る実施の形態 5 による半導体装置の斜視図である。

【図 14】本発明に係る実施の形態 6 による半導体装置の斜視図である。

【図 15】実施の形態 6 の放熱板の斜視図である。

【図 16】実施の形態 6 の変形例による放熱板の斜視図である。

【図 17】図 16 の折曲部の拡大側面図である。

【図 18】実施の形態 6 の別の変形例による放熱板の斜視図である。

【図 19】本発明に係る実施の形態 7 の放熱板の斜視図である。

【図 20】実施の形態 8 の導電性リード板の斜視図である。

【符号の説明】

【0072】

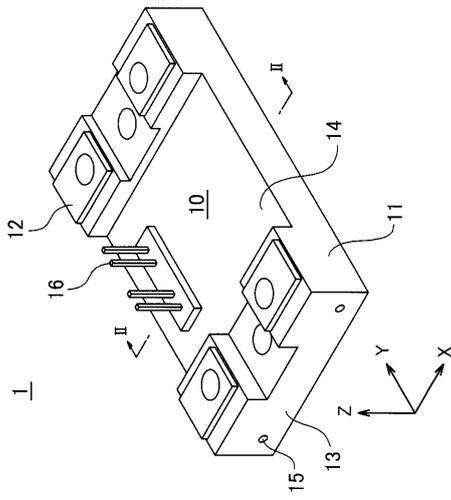
1 ~ 8 : 半導体装置、10 : 樹脂パッケージ、11, 13 : 樹脂パッケージの側面、12 : 主電極、12a : 直流電源電極、12b : 交流駆動電極、14 : 上面、15 : 樹脂注入口、16 : 信号電極、20 : 放熱板 (ベース板)、22 : 絶縁層、24 : 配線パターン層、25 : IGBTチップのエミッタ電極、26 : IGBTチップ、27 : IGBTチップの制御電極、28 : FWDチップ、29 : FWDチップのアノード電極、30, 32 : 放熱板の端面、34 : 島状パターン層、36 : リードパターン層、38 : 制御端子、40 : 貫通孔、42 : 導電性リード板、44 : 導電性リード板の壁面、46 : 平行リブ、48 : 溝部、50 : 凹部、52 : コネクタ、54 : 垂直リブ、56 : コネクタ電極、58 : 折曲部、60 : 切り欠き部、62 : テーパ部、64 : 貫通孔、66 : 突起部、68 : 導電性リード板、70 : 導電性リードワイヤ、72 : U字湾曲部、74 : 延長部。

10

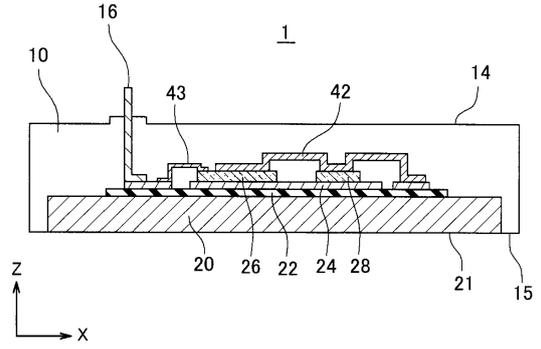
20

30

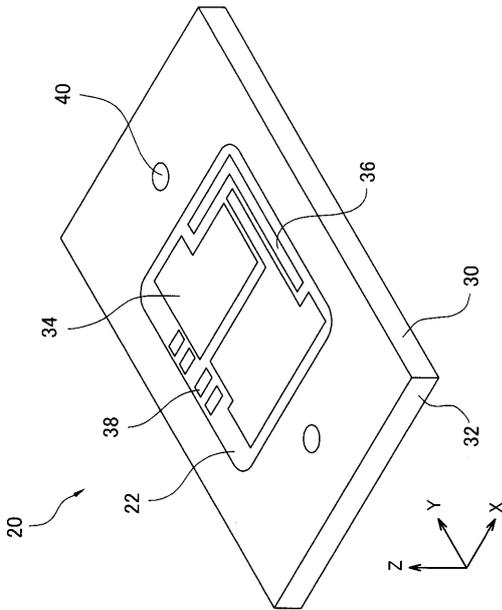
【図1】



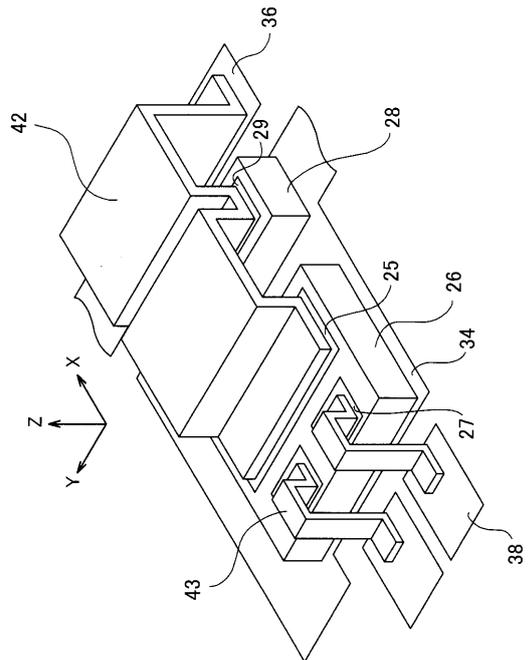
【図2】



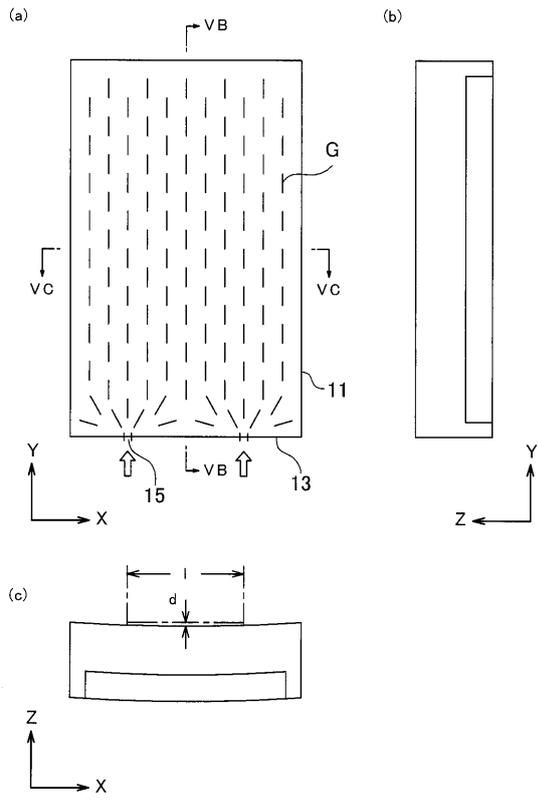
【図3】



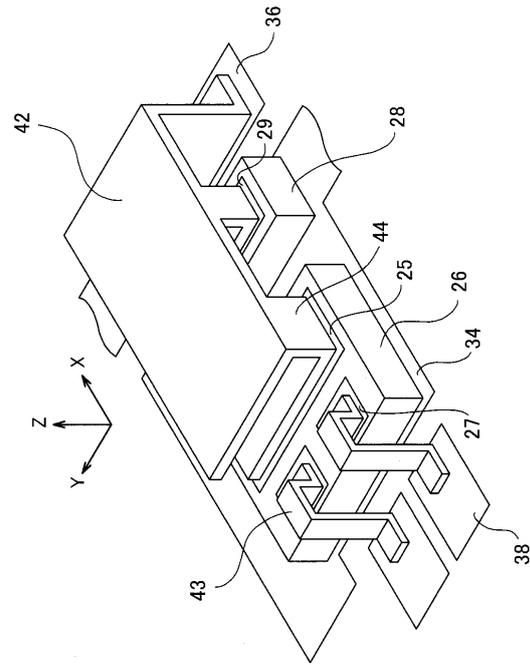
【図4】



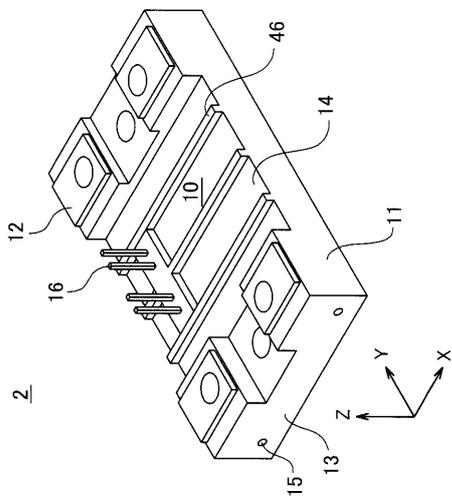
【 図 5 】



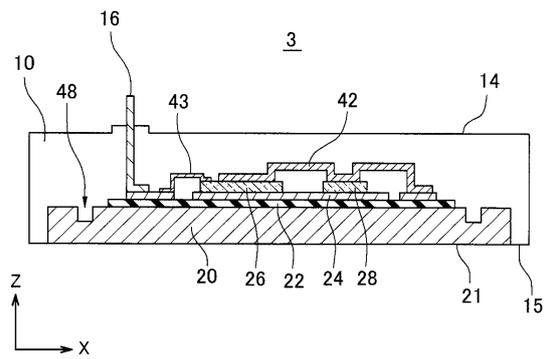
【 図 6 】



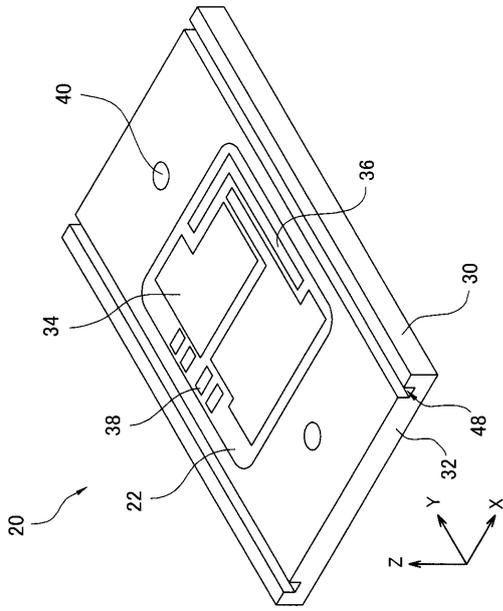
【 図 7 】



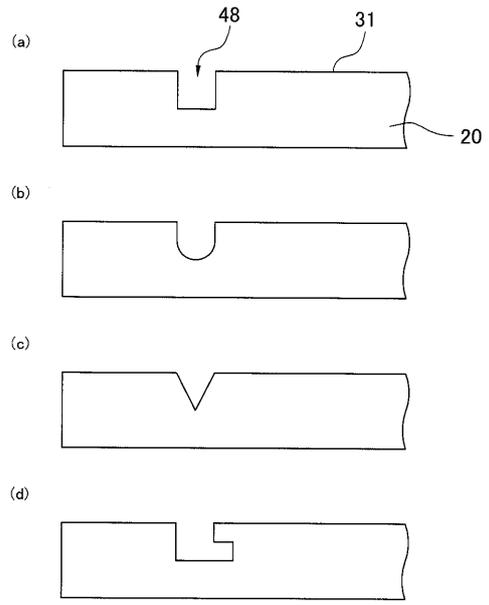
【 図 8 】



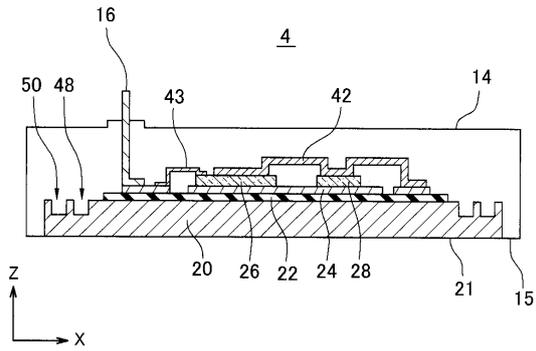
【図9】



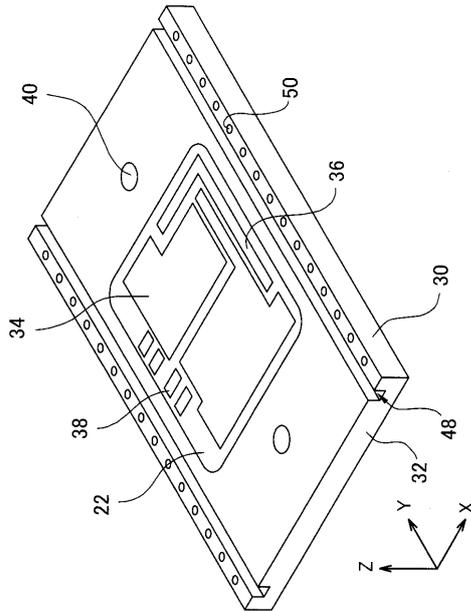
【図10】



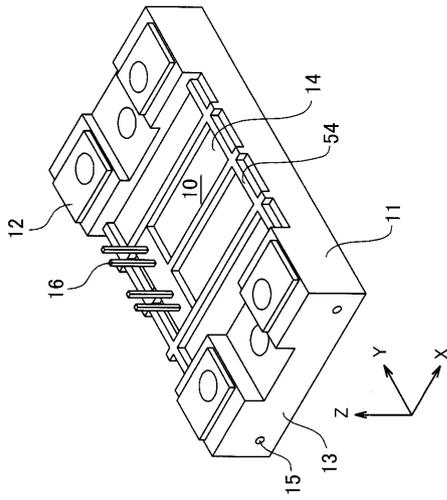
【図11】



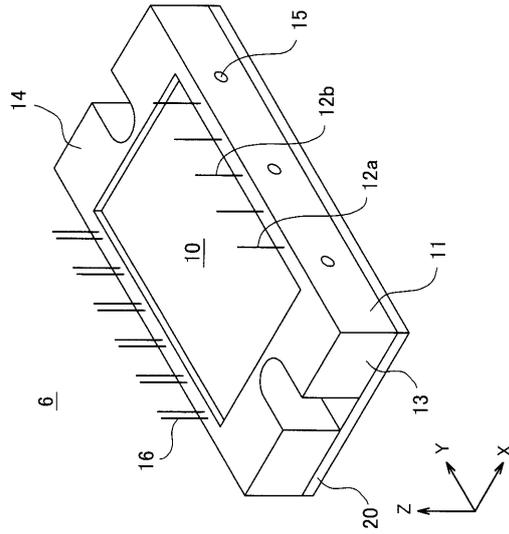
【図12】



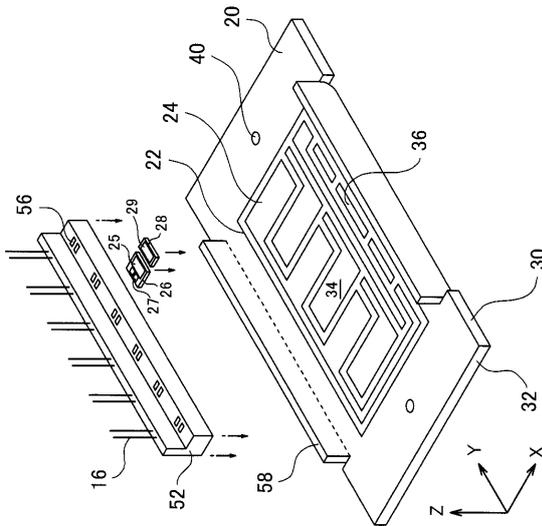
【図 13】



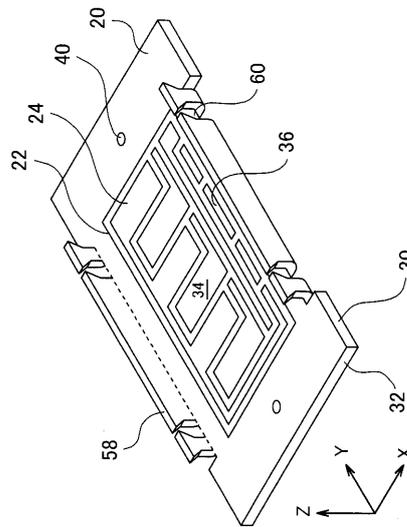
【図 14】



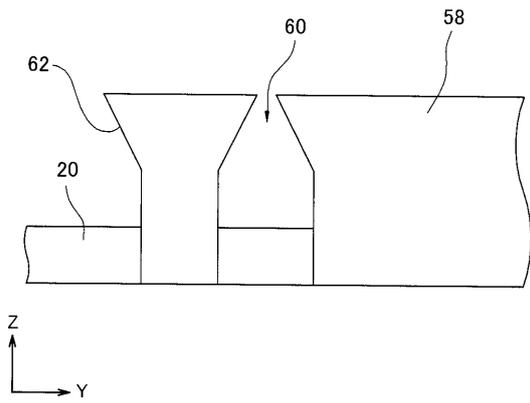
【図 15】



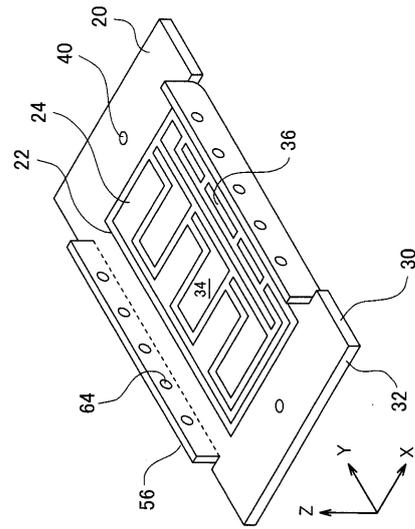
【図 16】



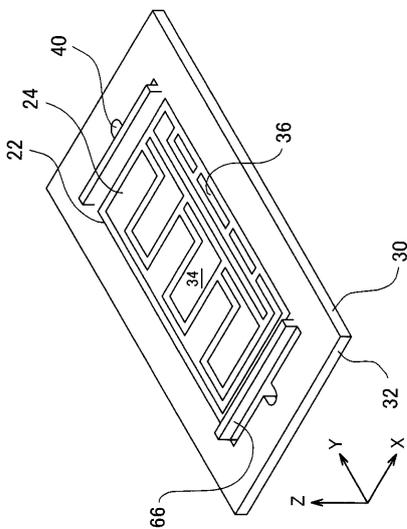
【図 17】



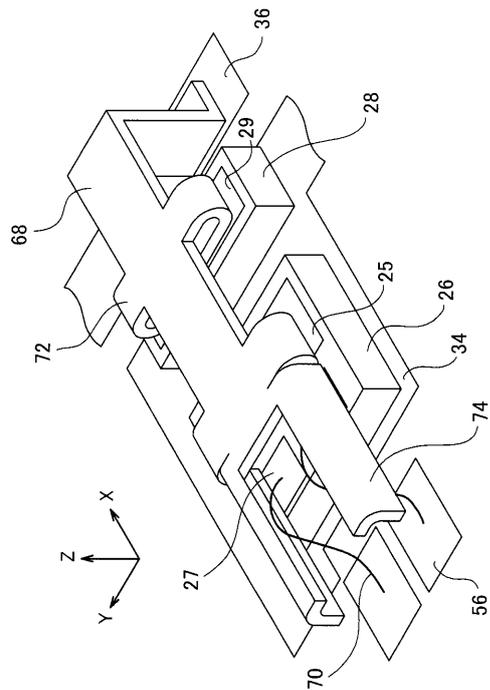
【図 18】



【図 19】



【図 20】



フロントページの続き

- (72)発明者 吉田 博
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 樫本 寛徳
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 宮崎 園子

(56)参考文献 特開平11-354557(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 23/29
H01L 23/31