

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5114323号
(P5114323)

(45) 発行日 平成25年1月9日 (2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月19日 (2012.10.19)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 23/36 (2006.01)	HO 1 L 23/36 C
HO 1 L 23/473 (2006.01)	HO 1 L 23/36 Z
HO 1 L 23/12 (2006.01)	HO 1 L 23/46 Z
	HO 1 L 23/12 J

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2008-176087 (P2008-176087)	(73) 特許権者	000003218
(22) 出願日	平成20年7月4日 (2008.7.4)		株式会社豊田自動織機
(65) 公開番号	特開2010-16254 (P2010-16254A)		愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
(43) 公開日	平成22年1月21日 (2010.1.21)	(73) 特許権者	000002004
審査請求日	平成22年12月1日 (2010.12.1)		昭和電工株式会社
			東京都港区芝大門1丁目13番9号
		(74) 代理人	100068755
			弁理士 恩田 博宣
		(74) 代理人	100105957
			弁理士 恩田 誠
		(72) 発明者	森 昌吾
			愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会
			社 豊田自動織機 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】

絶縁基板の一面に金属配線層が接合されるとともに前記金属配線層には半導体素子が接合され、前記絶縁基板と前記絶縁基板の他面側に配置されたヒートシンクとの間には、高熱伝導性材料からなる応力緩和部材が設けられ、前記絶縁基板と前記ヒートシンクとは互いに熱伝導可能に結合された半導体装置において、

前記ヒートシンクは、一方向に長くかつ間隔を空けて並設された複数の仕切り壁を有し、

前記応力緩和部材には、厚み方向に貫通する貫通孔又は厚み方向に開口する有底穴からなる応力吸収部が設けられ、

前記貫通孔における仕切り壁の長手方向に沿う長さは、前記貫通孔における複数の仕切り壁の並設方向に沿う長さよりも長く、

前記有底穴における仕切り壁の長手方向に沿う長さは、前記有底穴における複数の仕切り壁の並設方向に沿う長さよりも長いことを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】

前記絶縁基板の他面には、金属板が接合され、

前記応力緩和部材は、前記金属板とは別に設けられている請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 3】

前記応力緩和部材のうち前記半導体素子と対応する部分は、前記応力吸収部が形成され

ておらず、前記半導体素子から発生した熱を伝導可能な熱伝導部として構成されている請求項 1 又は請求項 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

絶縁基板の一面に金属配線層が接合されるとともに前記金属配線層には半導体素子が接合され、前記絶縁基板と前記絶縁基板の他面側に配置されたヒートシンクとの間には、高熱伝導性材料からなる応力緩和部材が設けられ、前記絶縁基板と前記ヒートシンクとは互いに熱伝導可能に結合された半導体装置において、

前記ヒートシンクは、一方向に長くかつ間隔を空けて並設された複数の仕切り壁を有し、

前記応力緩和部材には、厚み方向に貫通するとともに前記仕切り壁の長手方向に沿うように配列された複数の貫通孔によって構成された孔群からなる応力吸収部が設けられ、

全ての前記貫通孔は、前記仕切り壁の並設方向に沿う開口幅が前記仕切り壁の長手方向に沿う開口幅よりも長くなるように形成され、

前記孔群における仕切り壁の長手方向に沿う開口幅の総和は、前記応力吸収部における複数の仕切り壁の並設方向に沿う最大幅よりも長いことを特徴とする半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、絶縁基板とヒートシンクとの間に応力緩和部材が設けられるとともに、絶縁基板とヒートシンクとが熱伝導可能に結合された半導体装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体装置としては、窒化アルミニウムなどからなる絶縁基板の表裏両面に純アルミニウムなどの金属板を接合し、表面金属板に半田付けなどにより半導体素子を接合するとともに裏面金属板とヒートシンク（放熱装置）とを互いに熱伝導可能な状態で結合したものがある。そして、この半導体装置では、半導体素子の発する熱を、裏面金属板に接合されたヒートシンクから放熱するようになっている。ところで、半導体装置では、ヒートシンクの放熱性能が長期間にわたって維持されることが要求されているが、従来の構成によれば、使用条件によっては絶縁基板と、金属板及びヒートシンクとの線膨張係数の相違に起因して発生する熱応力によって接合部にクラックや反りが生じ、放熱性能が低下する虞がある。

【0003】

そこで、従来、このような問題を解決するために、裏面側の金属板に対して所定深さの段差、溝、凹陷部からなる熱応力緩和部を設けた半導体モジュールが提案されている（例えば、特許文献 1 参照。）。そして、特許文献 1 に記載の半導体モジュールでは、表面側の金属板に対する裏面側の金属板の体積比が 0.6 以下となるように、熱応力緩和部の数や大きさを設定している。

【0004】

また、その他に、裏金属板に対して放熱装置との接合面に、孔又は溝からなる非接合領域と孔又は溝が形成されていない接合領域とを形成し、接合領域の面積を接合面全体の面積に対して 65%～85%の範囲とした半導体モジュールが提案されている（例えば、特許文献 2 参照。）。

【特許文献 1】特開 2003 - 17627 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 173405 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、特許文献 1 に記載の半導体モジュールは、裏面側の金属板に形成された熱応力緩和部としての段差、溝、凹陷部によって、温度変化時に半導体モジュールに生じる熱応力を緩和するようになっている。このため、半導体モジュールにおいては、段差、溝、

10

20

30

40

50

凹陷部をできる限り大きくして、熱応力緩和部として設けた方が好ましいが、熱応力緩和部を大きくすると、その分、裏面側の金属板の熱伝導性が低下するため、熱伝導性及び応力緩和機能のバランスを考慮する必要があった。ところが、この半導体モジュールでは、熱応力緩和部を大きくすることに比例して裏面側の金属板の熱伝導性が低下してしまうため、応力緩和機能の向上には限界があった。

【 0 0 0 6 】

また、特許文献 2 に記載の半導体モジュールにおいても同様に、非接合領域を大きくするのに比例して裏金属板の熱伝導性が低下してしまうため、応力緩和機能の向上には限界があった。

【 0 0 0 7 】

10

本発明は、前記問題に鑑みてなされたものであって、その目的は、応力緩和部材の熱伝導性の低下を抑えつつ、応力緩和部材による応力緩和機能を向上させることができる半導体装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上記の目的を達成するため、請求項 1 に記載の発明は、絶縁基板の一面に金属配線層が接合されるとともに前記金属配線層には半導体素子が接合され、前記絶縁基板と前記絶縁基板の他面側に配置されたヒートシンクとの間には、高熱伝導性材料からなる応力緩和部材が設けられ、前記絶縁基板と前記ヒートシンクとは互いに熱伝導可能に結合された半導体装置において、前記ヒートシンクは、一方向に長くかつ間隔を空けて並設された複数の仕切り壁を有し、前記応力緩和部材には、厚み方向に貫通する貫通孔又は厚み方向に開口する有底穴からなる応力吸収部が設けられ、前記貫通孔における仕切り壁の長手方向に沿う長さは、前記貫通孔における複数の仕切り壁の並設方向に沿う長さよりも長く、前記有底穴における仕切り壁の長手方向に沿う長さは、前記有底穴における複数の仕切り壁の並設方向に沿う長さよりも長いことを要旨とする。

20

【 0 0 0 9 】

上記の目的を達成するため、請求項 4 に記載の発明は、絶縁基板の一面に金属配線層が接合されるとともに前記金属配線層には半導体素子が接合され、前記絶縁基板と前記絶縁基板の他面側に配置されたヒートシンクとの間には、高熱伝導性材料からなる応力緩和部材が設けられ、前記絶縁基板と前記ヒートシンクとは互いに熱伝導可能に結合された半導体装置において、前記ヒートシンクは、一方向に長くかつ間隔を空けて並設された複数の仕切り壁を有し、前記応力緩和部材には、厚み方向に貫通するとともに前記仕切り壁の長手方向に沿うように配列された複数の貫通孔によって構成された孔群からなる応力吸収部が設けられ、全ての前記貫通孔は、前記仕切り壁の並設方向に沿う開口幅が前記仕切り壁の長手方向に沿う開口幅よりも長くなるように形成され、前記孔群における仕切り壁の長手方向に沿う開口幅の総和は、前記応力吸収部における複数の仕切り壁の並設方向に沿う最大幅よりも長いことを要旨とする。

30

【 0 0 1 0 】

請求項 1 及び請求項 4 に記載の発明では、応力緩和部材は仕切り壁の長手方向に変形し易くなっている。そして、絶縁基板とヒートシンクとの線膨張係数の相違に起因して熱応力が発生したときに、一方向に延びる仕切り壁があることで仕切り壁の長手方向の熱応力は仕切り壁の並設方向の熱応力に比べて大きくなるが、応力緩和部材は仕切り壁の長手方向に沿う熱応力をより緩和できる。したがって、応力緩和部材の応力緩和機能は向上する。

40

【 0 0 1 1 】

また、応力緩和部材において、応力吸収部を形成しても、応力吸収部における複数の仕切り壁の並設方向に沿った長さが長くなることを抑制できる。そのため、例えば、真円形状の孔又は穴を大きくすることで応力緩和部材の応力緩和機能を向上させる場合に比べて、応力緩和部材において高熱伝導性材料からなる部分の減少量を抑制できる。そして、半導体素子から発生した熱は第 1 金属板、絶縁基板、応力緩和部材を介してヒートシンクに

50

円滑に伝達され、ヒートシンクに伝達された熱は、ヒートシンクから外部に放出される。したがって、応力緩和部材に設けられた応力吸収部を大きくしたことに起因する、応力緩和部材の熱伝導性の低下を抑制できる。

【 0 0 1 2 】

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の発明において、前記絶縁基板の他面には、金属板が接合され、前記応力緩和部材は、前記金属板とは別に設けられていることを要旨とする。

【 0 0 1 3 】

この発明では、応力緩和部材は、半導体素子や基板等とは別体の状態で加工することができるため、応力緩和部材に孔や穴を形成する際に半導体素子や基板に対する影響を考慮する必要がない。よって、応力緩和部材の応力吸収部は、高熱伝導性材料に対して、例えば、プレス加工のような機械的な加工を施すことにより形成することができる。

10

【 0 0 1 4 】

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 又は請求項 2 に記載の発明において、前記応力緩和部材のうち前記半導体素子と対応する部分は、前記応力吸収部が形成されておらず、前記半導体素子から発生した熱を伝導可能な熱伝導部として構成されていることを要旨とする。

【 0 0 1 5 】

応力緩和部材において半導体素子と対応する部分は、半導体素子から発生した熱が早くに到達する部分である。そのため、この発明では、この半導体素子と対応する部分を応力緩和部が存在しない熱伝導部とすることで、半導体素子から発生した熱が速やかに応力緩和部材を伝導してヒートシンクに到達できるように構成することができる。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、応力緩和部材の熱伝導性の低下を抑えつつ、応力緩和部材による応力緩和機能を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 7 】

以下、本発明を具体化した一実施形態を図 1 及び図 2 にしたがって説明する。なお、図 1 及び図 2 は、半導体装置の構成を模式的に示したものであり、図示の都合上、一部の寸法を誇張して分かりやすくするために、それぞれの部分の幅、長さ、厚さ等の寸法の比は実際の比と異なっている。

30

【 0 0 1 8 】

図 1 に示すように、半導体装置 1 0 は、絶縁回路基板 1 1 を備え、絶縁回路基板 1 1 上に半導体素子（半導体チップ）1 2 が搭載されている。絶縁回路基板 1 1 は、絶縁基板としてのセラミック基板 1 3 の表面 1 3 a に第 1 金属板（金属回路板）1 4 が接合されるとともにセラミック基板 1 3 の裏面 1 3 b に第 2 金属板 1 5 が接合されることで構成されている。なお、第 1 金属板 1 4 及び第 2 金属板 1 5 は、アルミニウムや銅により形成されている。

【 0 0 1 9 】

40

セラミック基板 1 3 は、図 1 における上側が半導体素子 1 2 の搭載面となる表面 1 3 a 側とされており、表面 1 3 a のうち半導体素子 1 2 の搭載面に金属配線層として機能する第 1 金属板 1 4 が接合されている。そして、第 1 金属板 1 4 には、図示しない半田を介して半導体素子 1 2 が接合されている。半導体素子 1 2 としては、例えば、I G B T（Insulated Gate Bipolar Transistor）、M O S F E T、ダイオードが用いられる。

【 0 0 2 0 】

一方、セラミック基板 1 3 は図 1 における下側が表面 1 3 a の反対面としての裏面 1 3 b とされており、裏面 1 3 b にセラミック基板 1 3 とヒートシンク 1 6 とを結合する結合層として機能する第 2 金属板 1 5 が接合されている。

【 0 0 2 1 】

50

そして、セラミック基板 13 が結合されたヒートシンク 16 は、金属製であるとともに、半導体素子 12 で発生した熱を強制的に除去する強制冷却式の冷却器として機能する。ヒートシンク 16 の冷却能力は、半導体素子 12 が定常発熱状態（通常状態）にある場合、半導体素子 12 で発生した熱が絶縁回路基板 11 を介してヒートシンク 16 に伝導されて円滑に除去されるように設定されている。ヒートシンク 16 は、長手方向が図 2 における左右方向となり、短手方向が図 2 の上下方向となる平面視略長形状に形成されるとともに、その外郭が扁平中空状のケース部 17 によって構成されている。

【0022】

ケース部 17 にはその内部に一直線状に延びる複数の仕切り壁 18 が設けられている。図 1 及び図 2 に示すように、複数の仕切り壁 18 は等間隔に配置されるとともに、互いに平行となるように構成されている。そして、複数の仕切り壁 18 は、隣り合う仕切り壁 18 同士及び仕切り壁 18 とケース部 17 の内側壁部 17a とによって流体（例えば、冷却水）が流れる複数の冷媒通路 19 を区画している。複数の仕切り壁 18 は、ヒートシンク 16 の長手方向に並列されるとともに、ヒートシンク 16 の短手方向に沿って長く延びている。そして、ヒートシンク 16 と絶縁回路基板 11 における第 2 金属板 15 との間には、絶縁回路基板 11 とヒートシンク 16 とを結合する応力緩和部材 20 が設けられている。

10

【0023】

応力緩和部材 20 は高熱伝導性材料としてのアルミニウムからなるとともに、平面視略長方形の平板状に形成されている。そして、応力緩和部材 20 は、一面 20a 全体が第 2 金属板 15 にろう付けされるとともに、一面 20a に背向する他面 20b 全体がヒートシンク 16 にろう付けされている。すなわち、応力緩和部材 20 と第 2 金属板 15 との間、及び応力緩和部材 20 とヒートシンク 16 との間にはろう材よりなる接合部が形成されている。このため、絶縁回路基板 11 とヒートシンク 16 とは、応力緩和部材 20 を介して互いに熱伝導可能に結合され、半導体素子 12 から発せられた熱が絶縁回路基板 11、応力緩和部材 20 の順に伝導してヒートシンク 16 に伝わるようになっている。また、応力緩和部材 20 には、応力緩和部材 20 の厚み方向のみに貫通する平面視楕円形状の複数個（本実施形態では 12 個）の応力吸収部としての貫通孔 21 が形成されている。

20

【0024】

貫通孔 21 は、応力緩和部材 20 を構成する平板にプレス加工（機械加工）を施すことにより形成されている。図 2 に示すように、各貫通孔 21 は、その仕切り壁 18 の長手方向（図 2 で示す矢印 Y 方向）に沿う長さ T1 が、仕切り壁 18 の並設方向（図 1 及び図 2 で示す矢印 X 方向）に沿う長さ T2 よりも長く形成されている。そして、各貫通孔 21 は全て同じ形状に形成されるとともに、2 つ以上の貫通孔 21 が仕切り壁 18 の長手方向に沿って並べられた状態で配置されている。各貫通孔 21 は、その長軸が仕切り壁 18 の長手方向に平行で、かつ、その短軸が仕切り壁 18 の並設方向に平行となるように形成されている。つまり応力緩和部材 20 は、仕切り壁 18 の並設方向に比べて仕切り壁 18 の長手方向へ変形し易く構成されている。各貫通孔 21 は、半導体素子 12 の中心と対応する応力緩和部材 20 の基準点 P を基準として点対称な配置となっている。また、貫通孔 21 は、応力緩和部材 20 のうち半導体素子 12 直下の部分には形成されておらず、平面視において半導体素子 12 と重ならないように構成されている。そして、半導体素子 12 と対応する応力緩和部材 20 の部位は、半導体素子 12 に最も近い部位であり、貫通孔 21 に比べて熱伝導性が良好な熱伝導部 22 として構成されている。

30

40

【0025】

次に、前記のように構成された半導体装置 10 の作用について説明する。

半導体装置 10 は、ハイブリッド車に搭載されるとともに、図示しない冷却媒体循環路にヒートシンク 16 がパイプを介して連通された状態で使用される。冷却媒体循環路にはポンプ及びラジエータが設けられ、ラジエータは、モータにより回転されるファンを備え、ラジエータからの放熱が効率よく行われるようになっている。冷媒として、例えば、水が使用される。

50

【 0 0 2 6 】

半導体装置 1 0 に搭載された半導体素子 1 2 が駆動されると、半導体素子 1 2 から熱が発生する。半導体素子 1 2 から発生した熱は、半導体素子 1 2 の直下に向けて伝導され、第 1 金属板 1 4、セラミック基板 1 3、第 2 金属板 1 5、応力緩和部材 2 0、ヒートシンク 1 6 の順に伝導される。なお、応力緩和部材 2 0 においては、半導体素子 1 2 の直下には貫通孔 2 1 が形成されておらず、熱伝導部 2 2 が形成されているため、応力緩和部材 2 0 に伝達された熱は円滑にヒートシンク 1 6 にまで伝導することができる。

【 0 0 2 7 】

このように熱伝導されると、絶縁回路基板 1 1 及びヒートシンク 1 6 は高温となり、熱膨張する。このとき、例えば、仕切り壁 1 8 の長手方向を考慮せず、図 2 に 2 点鎖線で示す真円形状の仮想孔 R 1 のような形状の孔が形成されている場合、一方向に長い仕切り壁 1 8 が存在するため、仕切り壁 1 8 の長手方向におけるヒートシンク 1 6 とセラミック基板 1 3 との間に発生する熱膨張による応力は、仕切り壁 1 8 の並設方向におけるヒートシンク 1 6 とセラミック基板 1 3 との間に発生する熱膨張による応力に比べて大きくなる。つまり、セラミック基板 1 3 と、ヒートシンク 1 6 及び第 1、第 2 金属板 1 4、1 5 との線膨張係数が異なることで、半導体装置 1 0 には熱応力が発生し、とくに、ヒートシンク 1 6 とセラミック基板 1 3 との間には、仕切り壁 1 8 の長手方向に大きな熱応力が発生しようとする。ここで、この長手方向の熱応力を緩和するために、仮想孔 R 2 のように孔を大きくすればよいが、高熱伝導性材料からなる部分が減少し、熱伝導性が低下する。本実施形態においては、ヒートシンク 1 6 の仕切り壁 1 8 の方向を考慮し、応力緩和部材 2 0 は、仕切り壁 1 8 の長手方向へ変形し易く構成されているため仕切り壁 1 8 の長手方向における熱応力を並設方向における熱応力よりも緩和する。その結果、長手方向と並設方向の熱応力を均一に近づけることになる。したがって、必要以上に貫通孔を大きくすることがないので熱伝導性の低下を抑制できる。さらに、半導体装置 1 0 の温度上昇時に、セラミック基板 1 3 と第 2 金属板 1 5 との間の接合部にクラックが生じたり、ヒートシンク 1 6 の絶縁回路基板 1 1 への接合面に反りが生じたりすることをより抑制できる。

【 0 0 2 8 】

一方、半導体素子 1 2 からの発熱が停止すると、セラミック基板 1 3 及びヒートシンク 1 6 の温度は低下し、熱収縮する。本実施形態においては、このときも、ヒートシンク 1 6 と第 2 金属板 1 5 との間の熱応力について仕切り壁、応力緩和部材 2 0 が仕切り壁 1 8 の長手方向により変形することで、仕切り壁 1 8 の長手方向における熱応力をより緩和する。したがって、半導体装置 1 0 の温度低下時に、セラミック基板 1 3 と第 2 金属板 1 5 との間の接合部にクラックが生じたり、ヒートシンク 1 6 の絶縁回路基板 1 1 への接合面に反りが生じたりすることをより抑制できる。

【 0 0 2 9 】

また、ヒートシンク 1 6 に熱が伝導されると、ケース部 1 7、及び仕切り壁 1 8 と、冷媒通路 1 9 を流れる冷媒との間で熱交換が行われ、半導体素子 1 2 から発生した熱は冷媒によって持ち去られる。即ち、ヒートシンク 1 6 は、冷媒通路 1 9 を流れる冷却媒体によって強制冷却されるため、半導体素子 1 2 等からヒートシンク 1 6 に至る熱の伝導経路における温度勾配が大きくなり、半導体素子 1 2 で発生した熱が絶縁回路基板 1 1 を介して効率よく除去される。

【 0 0 3 0 】

この実施形態によれば以下の効果を得ることができる。

(1) 応力緩和部材 2 0 には、複数の貫通孔 2 1 が形成されている。そして、各貫通孔 2 1 は、その仕切り壁 1 8 の長手方向に沿った長さ T 1 が複数の仕切り壁 1 8 の並設方向に沿った長さ T 2 に比べて長くなるように形成されている。したがって、応力緩和部材 2 0 を仕切り壁 1 8 の長手方向に変形し易くして、その応力緩和機能を向上させることができる。

【 0 0 3 1 】

(2) 貫通孔 2 1 は、複数の仕切り壁 1 8 の並設方向に沿った長さ T 2 は、仕切り壁 1

10

20

30

40

50

8の長手方向に沿った長さT1よりも短く、応力緩和部材20の応力緩和機能を向上させようとして仮想孔R1自体を拡大した場合に比べて応力緩和部材20の接合部分の減少量を抑制できる。したがって、半導体素子12から発生した熱は、応力緩和部材20を円滑に伝導して、ヒートシンク16にまで到達することができる。そのため、応力緩和部材20における熱伝導性の低下を抑制できる。

【0032】

(3) セラミック基板13の裏面13bには、第2金属板15が接合されている。そして、ヒートシンク16と絶縁回路基板11における第2金属板15との間には、絶縁回路基板11とは別に応力緩和部材20が設けられている。したがって、半導体素子12やセラミック基板13とは別の状態で、応力緩和部材20を構成する平板を加工して貫通孔21を形成することができるため、半導体素子12やセラミック基板13に対する影響を考慮する必要がない。よって、応力緩和部材20の貫通孔21を、例えば、プレス加工等の機械加工で簡単に形成することができる。

10

【0033】

(4) 応力緩和部材20において、半導体素子12の直下であって、半導体素子12と対応する部分は、半導体素子12から発生した熱が通過する熱伝導部22として形成されている。したがって、応力緩和部材20のうち、半導体素子12から発生した熱が最も早くに到達する半導体素子12の直下の部分を熱伝導部22として構成することで、半導体素子12から発生した熱は、円滑に応力緩和部材20を伝導してヒートシンク16へ到達することができる。

20

【0034】

(5) 複数の貫通孔21は、応力緩和部材20の厚み方向に貫通している。したがって、高熱伝導性材料からなる板材に複数の有底穴を形成して応力緩和部材とする場合に比べて、応力緩和部材20をより変形し易く構成することができる。

【0035】

実施形態は前記に限定されるものではなく、例えば、次のように構成してもよい。

○ 貫通孔21は、その長軸が仕切り壁18の長手方向と平行となるように形成しなくともよい。例えば、仕切り壁18の長手方向に沿う長さT1が仕切り壁18の並設方向に沿う長さT2に比べて長くなるのであれば、長軸が仕切り壁18の長手方向に対して交差するような楕円形状の貫通孔21を形成してもよい。

30

【0036】

○ 貫通孔21の数についてはとくに限定しない。寸法の大きな応力緩和部材20を用いる場合には、設ける貫通孔21の数を増やしてもよい。

○ 貫通孔21の大きさを変更してもよい。貫通孔21は仕切り壁18の長手方向に沿う長さT1が仕切り壁18の並設方向に沿う長さT2よりも長い形状であるならば、貫通孔21を小さくしてもよいし、大きくしてもよい。したがって、例えば、仕切り壁18の並設方向に沿った長さT2が仮想孔R1の直径よりも長い貫通孔21を形成してもよい。

【0037】

○ 貫通孔21の形状を変更してもよい。例えば、図3(a)に示すように、貫通孔30を平面視矩形状に形成し、その貫通孔30において、仕切り壁18の長手方向に沿った長さT3が仕切り壁18の並設方向に沿った長さT4に比べて長くなるように形成してもよい。また、仕切り壁18の長手方向に沿って配列されている各貫通孔30が連続するように変更してもよい。例えば、図3(b)に示すように、仕切り壁18の長手方向に沿って一続きに延びるように形成された貫通孔31を設けてもよい。ただし、この場合、半導体素子12の直下に位置する応力緩和部材20の部分は、熱伝導部22として構成し、貫通孔31が存在しないようにする必要がある。

40

【0038】

○ 貫通孔21からなる応力吸収部の代わりに、応力緩和部材20の厚み方向に貫通するとともに仕切り壁18の長手方向に沿って配列された複数の孔からなる孔群を応力吸収部として設けてもよい。例えば、貫通孔21が形成されていた部位に、図3(c)に示す

50

ように、孔群 40 を設け、全ての孔群 40 を、仕切り壁 18 の長手方向に沿う開口幅 t_1 が複数の仕切り壁 18 の並設方向に沿う開口幅 t_2 よりも短い矩形状の複数の貫通孔 41 によって形成する。孔群 40 を構成する各貫通孔 41 は、仕切り壁 18 の長手方向に沿うように配列されるとともに、応力緩和部材 20 には貫通孔 41 のみ形成する。そして、応力吸収部を構成する孔群 40 は、仕切り壁 18 の長手方向に沿う開口幅 t_1 の総和が、仕切り壁 18 の並設方向に沿う貫通孔 41 の開口幅 t_2 (応力吸収部の幅) に比べて長くなるように形成する。また、仕切り壁 18 の長手方向において隣り合う孔群 40 間の間隔 H_1 は、孔群 40 を構成する複数の貫通孔 41 のうちの、仕切り壁 18 の長手方向において隣り合う貫通孔 41 の間隔 H_2 よりも長くなるように形成する。そして、このような孔群 40 を設ければ、応力緩和部材 20 は、仕切り壁 18 の長手方向に変形し易くなるため、仕切り壁 18 の長手方向における熱応力をより緩和できるようになり、応力緩和機能が向上する。しかも、応力吸収部が応力緩和部材 20 の厚み方向に貫通する複数の貫通孔 41 からなる孔群 40 によって構成されているため、有底穴からなる応力吸収部に比べて応力緩和部材 20 をより変形し易く構成することができる。また、仕切り壁 18 の並設方向に沿う孔群 40 の最大幅が、孔群 40 における仕切り壁 18 の長手方向に沿った開口幅 t_1 の総和を超えない程度であれば、仕切り壁 18 の並設方向において若干ずれた状態で仕切り壁 18 の長手方向に沿って並べられた複数の貫通孔 41 から孔群 40 を構成してもよい。

10

【0039】

○ 応力緩和部材 20 に形成する貫通孔 21 の配置を変更してもよい。例えば、複数の貫通孔 21 が千鳥状の配置となるように、応力緩和部材 20 に複数の貫通孔 21 を形成してもよい。

20

【0040】

○ 応力吸収部として貫通孔 21 の代わりに応力緩和部材 20 にその厚み方向のみに開口する有底穴を形成してもよい。この場合、例えば、応力緩和部材 20 の他面 20b に仕切り壁 18 の長手方向に沿った開口幅が仕切り壁 18 の並設方向に沿った開口幅に比べて長い有底穴を形成すればよく、この場合、有底穴の開口はヒートシンク 16 側を向くようになる。また、貫通孔 21 の代わりに応力緩和部材 20 に有底穴を形成する場合、応力緩和部材 20 が半導体装置 10 に生じた熱応力を十分に緩和できる機能を得られるのであれば、有底穴の深さについてはとくに限定しない。

30

【0041】

○ 第 2 金属板 15 が応力緩和部材 20 を兼用するように構成してもよい。例えば、応力緩和部材 20 を省略し、第 2 金属板 15 のヒートシンク 16 側の面に、仕切り壁 18 の長手方向に沿った長さが仕切り壁 18 の並設方向に沿った長さに比べて長い穴を複数形成し、第 2 金属板 15 を応力緩和部材として用いてもよい。このように構成すれば、第 2 金属板 15 は、半導体装置 10 の温度変化時に、半導体装置 10 に生じた熱応力を緩和する応力緩和部材として機能する。しかも、第 2 金属板 15 は、応力吸収部として平面視真円状の穴からなる従来の応力緩和部材に比べて仕切り壁 18 の長手方向に大きく変形することができるため、従来に比べて応力緩和機能は向上している。

【0042】

○ 各仕切り壁 18 が延びる方向を変更してもよい。各仕切り壁 18 は、一方向に長い仕切り壁であれば、その延設方向についてはとくに限定されないため、例えば、ヒートシンク 16 の短手方向に対して交差する方向に延びる仕切り壁 18 を設けてもよい。

40

【0043】

○ 各仕切り壁 18 同士は、並設方向に連続して延びる構成でもよい。したがって、例えば、連続する波板状のコルゲートフィンを用いて、各仕切り壁 18 を構成してもよい。この場合、仕切り壁 18 の上端部と別の仕切り壁 18 の上端部とは連続するとともに、仕切り壁 18 の下端部と別の仕切り壁 18 の下端部とは連続するように構成される。

【0044】

○ ヒートシンク 16 の構成を変更してもよい。例えば、ケース部 17 に代えて、板状

50

のヒートシンクベースを用い、ヒートシンクベースの一面に複数の仕切り壁 18 を設けてもよい。そして、この場合、ヒートシンクベースの他面に応力緩和部材 20 を接合することで、ヒートシンク 16 を半導体素子 12 で発生した熱を除去する冷却器として構成すればよい。

【0045】

○ ヒートシンク 16 を構成する材料については、セラミック基板 13 と線膨張係数が異なる金属材料であればよく、例えば、ヒートシンク 16 をアルミニウムや銅等で形成してもよい。なお、アルミニウムとは純アルミニウム又はアルミニウム合金を意味する。

【0046】

○ セラミック基板 13 を構成する具体的な材料については、とくに限定されない。セラミック基板 13 は、窒化アルミニウム、アルミナ、窒化ケイ素などにより形成すればよい。

10

【0047】

○ ヒートシンク 16 は内部に水が流れる構成としたが、水以外にもアルコール等の他の液体が流れる構成としてもよい。また、ヒートシンク 16 を流れる冷媒は、液体に限らず、空気などの気体であってもよい。

【0048】

○ 半導体装置 10 は、車載用に限らず他の用途に使用するものに適用してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0049】

20

【図1】半導体装置の模式断面図。

【図2】絶縁回路基板を省略した状態における半導体装置の部分模式平面図。

【図3】(a)、(b)、(c)は、別の実施形態において絶縁回路基板を省略した状態における半導体装置の部分模式平面図。

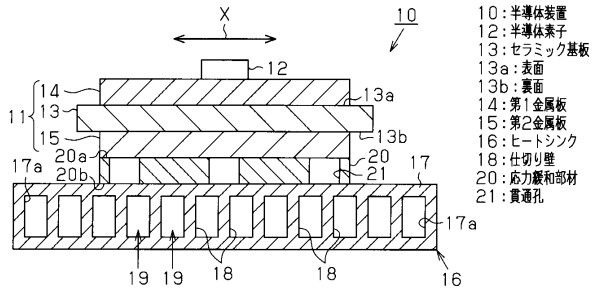
【符号の説明】

【0050】

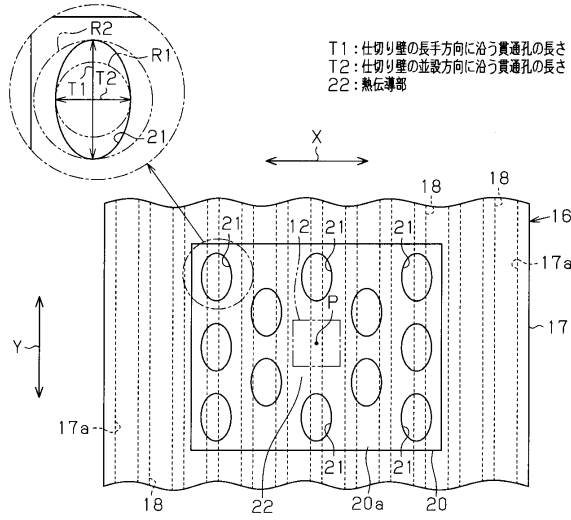
T1...仕切り壁の長手方向に沿う貫通孔の長さ、T2...仕切り壁の並設方向に沿う貫通孔の長さ、t1...仕切り壁の長手方向に沿う開口幅、t2...仕切り壁の並設方向に沿う開口幅、10...半導体装置、12...半導体素子、13...絶縁基板としてのセラミック基板、13a...一面としての表面、13b...他面としての裏面、14...金属配線層としての第1金属板、15...金属板としての第2金属板、16...ヒートシンク、18...仕切り壁、20...応力緩和部材、21, 30, 31...貫通孔、22...熱伝導部、40...孔群、41...貫通孔。

30

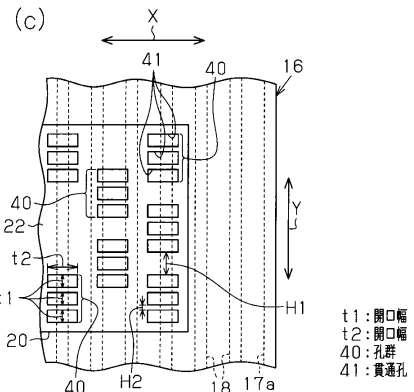
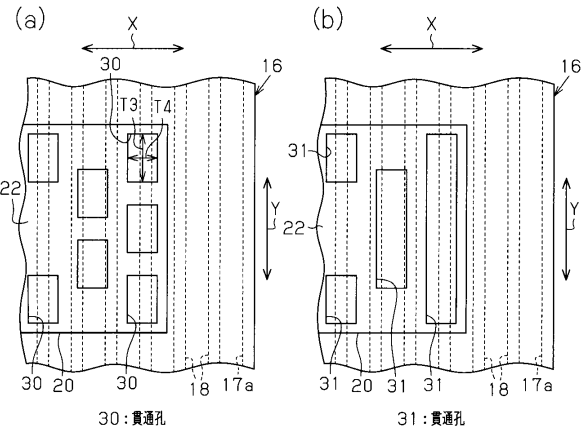
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 田村 忍

栃木県小山市犬塚一丁目480番地 昭和電工 株式会社 小山事業所 内

(72)発明者 山内 忍

栃木県小山市犬塚一丁目480番地 昭和電工 株式会社 小山事業所 内

審査官 日比野 隆治

(56)参考文献 特開2006-294699(JP,A)

特開2007-173405(JP,A)

特開2006-344770(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 23/34 - 23/473

H01L 23/12

H05K 7/20