

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4867793号
(P4867793)

(45) 発行日 平成24年2月1日(2012.2.1)

(24) 登録日 平成23年11月25日(2011.11.25)

(51) Int.Cl. F I
H O I L 23/36 (2006.01) H O I L 23/36 C

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-139032 (P2007-139032)	(73) 特許権者	000003218
(22) 出願日	平成19年5月25日 (2007.5.25)		株式会社豊田自動織機
(65) 公開番号	特開2008-294284 (P2008-294284A)		愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
(43) 公開日	平成20年12月4日 (2008.12.4)	(74) 代理人	100068755
審査請求日	平成21年7月29日 (2009.7.29)		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
		(72) 発明者	熊野 明子
			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
		審査官	石野 忠志

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】

絶縁基板の一面に第1金属板が接合されるとともに他面に第2金属板が接合されて形成された回路基板を備え、前記第1金属板に半導体素子が接合されるとともに前記第2金属板に前記半導体素子の冷却を行う放熱装置が熱的に結合された半導体装置であって、

前記第2金属板と放熱装置との間に、高熱伝導性材料で平面視多角形状の板状に形成された応力緩和部材が介在され、

該応力緩和部材のコーナ部は、平面視ラウンド形状をなすように機械的に加工されており、前記応力緩和部材のコーナ部と該コーナ部に対向する位置にある第2金属板のコーナ部とは段差構造をなしており、前記応力緩和部材の前記コーナ部以外の縁は、前記第2金属板の縁に合致していることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】

前記応力緩和部材は、前記第1金属板への半導体素子の接合面に対向する面全体が第2金属板に接合されている請求項1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、絶縁基板の一面に第1金属板が接合されるとともに他面に第2金属板が接合されて形成された回路基板を備え、第1金属板に半導体素子が接合されるとともに第2金属板に半導体素子の冷却を行う放熱装置が熱的に結合された半導体装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、パワーモジュール等の半導体装置において、回路基板は窒化アルミニウムなどの絶縁基板の表裏両面に金属板が設けられており、回路基板における表面の金属板に半導体素子が熱的に結合（接合）されている。このような半導体装置において、半導体素子と絶縁基板との線膨張係数の相違に起因して、半導体素子と絶縁基板との半田接続部に熱応力が発生する。そして、この熱応力によって半田接続部にクラックが生じたり、絶縁基板に接合された放熱装置の絶縁基板への接合雌に反りが生じたりして放熱性能が低下するという問題があった。

【0003】

そこで、このような問題を解決したパワーモジュールとして、一面が発熱体搭載面となされた絶縁基板と、該絶縁基板の他面にはんだ付けされた放熱体と、放熱体にねじ止めされたヒートシンクとを備えたものがある（例えば、特許文献1参照）。前記放熱体は、アルミニウム、銅などの高熱伝導性材料からなる1対の板状をなす放熱体本体の間に、インバー合金などの低熱膨張材が介在されたものである。しかしながら、特許文献1に記載のパワーモジュールにおいては、放熱体とヒートシンクとがねじ止めされているだけであるので、両者間での熱伝導性が十分ではなく、十分な放熱性能が得られないという問題があった。

【0004】

そこで、十分な放熱性能を得ることを可能とした半導体装置として、特許文献2に開示された放熱装置がある。特許文献2の放熱装置は、一面が発熱体搭載面となされた絶縁基板と、絶縁基板の他面に固定されたヒートシンクとを備えている。また、絶縁基板における発熱体搭載面とは反対側の面に金属層が形成されている。そして、この放熱装置においては、絶縁基板とヒートシンクとの間に、高熱伝導性材料からなり、かつ応力吸収空間を有する応力緩和部材が介在させられ、応力緩和部材が、絶縁基板及びヒートシンクに金属接合されている。このため、絶縁基板とヒートシンクとの間の熱伝導性が優れたものになり、絶縁基板に搭載される半導体素子から発せられる熱の放熱性能が向上する。

【0005】

また、熱応力は半田接続部の中心からの距離が大きいほど大きくなり、半田接続部の周縁部や角部に集中する。そして、半田接合部の周縁部や角部に集中する熱応力を緩和することを可能としたパワーモジュールとして、特許文献3に開示の電子部品の冷却構造及び電子回路装置が提案されている。該電子回路装置において、電子部品と基板の電氣的な接続部以外には、電子部品又は基板に熱伝導のための半田接続用の金属層が設けられている。この金属層は、該金属層における中心軸に対して対称に3つ以上の部分に分割され、かつ分割された部分の、金属層中心から遠い部分が丸みを帯びるように形成されている。そして、この3つ以上に分割された金属層に対応して半田接合部も3つ以上に分割されている。このため、特許文献1の電子回路装置においては、熱応力（熱ひずみ）が発生しても、金属層及び半田接合部は中心から遠い部分が丸みを帯びているため、熱応力の集中が避けられることで熱応力が緩和され、クラックの発生等が回避されるようになっている。

【特許文献1】特開2004-153075号公報

【特許文献2】特開2006-294699号公報

【特許文献3】特開2002-176127号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、近年では半導体装置において熱応力の緩和を達成しつつ、さらなる冷却性能の向上、すなわち半導体素子から放熱装置に至る熱伝導性の向上が切望されている。また、特許文献3における熱応力の緩和のための構成は、半田付け前の電子部品や基板に設けられた金属層に丸みを持たせるため、電子部品や基板に負担の少ない化学処理（めっき処理）を行わざるをえず、熱応力緩和のための構成を備えた電子回路装置の製造に非常に時間

10

20

30

40

50

を要するという問題があった。この発明は、このような従来の技術に存在する問題点に着目してなされたものであり、その目的は、半導体素子から放熱装置に至る熱伝導性を優れたものとしつつ、優れた応力緩和機能を発揮することができるとともに短時間で製造す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】

【0007】

上記問題点を解決するために、請求項1に記載の発明は、絶縁基板の一面に第1金属板が接合されるとともに他面に第2金属板が接合されて形成された回路基板を備え、前記第1金属板に半導体素子が接合されるとともに前記第2金属板に前記半導体素子の冷却を行う放熱装置が熱的に結合された半導体装置であって、前記第2金属板と放熱装置との間に、高熱伝導性材料で平面視多角形状の板状に形成された応力緩和部材が介在され、該応力緩和部材のコーナ部は、平面視ラウンド形状をなすように機械的に加工されており、前記応力緩和部材のコーナ部と、該コーナ部に対向する位置にある第2金属板のコーナ部とは段差構造をなしており、前記応力緩和部材の前記コーナ部以外の縁は、前記第2金属板の縁に合致していることを特徴とするものである。

10

【0008】

この発明によれば、回路基板における絶縁基板と放熱装置との線膨張係数の相違に起因して半導体装置に熱応力が発生したとき、応力緩和部材が変形して熱応力を緩和することができる。ここで、熱応力は応力緩和部材の内側より周縁部の方が大きく作用し、コーナ部は最も大きく作用する。そして、応力緩和部材においてはコーナ部がラウンド形状に形成されることにより、該コーナ部がピン角状に形成されている場合に比して作用する熱応力を低減させることができる。よって、半導体装置においては、コーナ部がラウンド形状に形成された応力緩和部材を設けることで優れた応力緩和機能を発揮することができる。さらに、応力緩和部材は、半導体素子や基板等が一体化されたものではなく、該半導体素子や基板に負荷を掛けないように考慮する必要がない。よって、応力緩和部材のコーナ部は、高熱伝導性材料をプレス加工のように、直接機械的に加工することにより形成される。よって、コーナ部をラウンド形状にするため、例えば、高熱伝導性材料を化学処理（めっきやエッチング）する場合に比して応力緩和部材を簡単、かつ短時間で製造することができる。ひいては半導体装置を短時間で製造することができる。

20

また、第2金属板のコーナ部と放熱装置とに挟まれた位置には応力緩和空間が設けられ、応力緩和部材のコーナ部に大きな熱応力が作用しても応力緩和部材の変形が応力緩和空間によって許容され、熱応力を緩和することができる。

30

さらに、応力緩和部材のコーナ部がラウンド形状に形成され、側辺に凹部が形成されることによる応力緩和部材の面積減少を最小限に抑え、金属板から応力緩和部材への伝熱性能の低下を抑制することができる。

【0009】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の半導体装置において、前記応力緩和部材は、前記第1金属板への半導体素子の接合面に対向する面全体が第2金属板に接合されている。この発明によれば、半導体素子から発せられた熱は、半導体素子の接合面から回路基板及び応力緩和部材を介して放熱装置に伝わる。このとき、応力緩和部材には回路基板（第2金属板）に対して非接合領域が存在しないため、回路基板から応力緩和部材への伝熱が、該応力緩和部材に非接合領域が存在する場合に比して向上され、半導体素子から発せられた熱の放熱装置への伝熱性能を向上させることができる。

40

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、半導体素子から放熱装置に至る熱伝導性を優れたものとしつつ、優れた応力緩和機能を発揮することができるとともに短時間で製造することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明の半導体装置を具体化した一実施形態を図1～図3にしたがって説明する

50

。なお、図1～図3は、半導体装置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易くするために、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。

【0016】

図2に示すように、半導体装置10は、回路基板11に半導体素子12が接合されるとともに放熱装置としてのヒートシンク13が熱的に結合されたものである。まず、前記回路基板11の構成について説明する。回路基板11は、絶縁基板としての四角板状をなすセラミック基板14と、該セラミック基板14の一面14aに接合された第1金属板としての2個の金属回路15と、セラミック基板14において前記一面14aに背向する他面14bに接合された第2金属板としての金属板16とから形成されている。金属板16は、セラミック基板14とヒートシンク13とを接合する接合層として機能する。

10

【0017】

前記回路基板11において、セラミック基板14は、例えば、窒化アルミニウム、アルミナ、窒化ケイ素等により形成されている。また、金属回路15及び金属板16は、例えば、アルミニウム系金属や銅等で形成されている。前記ヒートシンク13はアルミニウム系金属や銅等で形成されている。なお、アルミニウム系金属とはアルミニウム又はアルミニウム合金を意味する。

【0018】

また、図1に示すように、前記半導体素子12は平面視四角形状をなす。そして、半導体素子12は、半田層H(図2参照)を介して金属回路15に接合され、半導体素子12はセラミック基板14の一面14aに金属回路15を介して熱的に結合されている。なお、半導体素子12は、1個の金属回路15に2個接合されている。半導体素子12は、例えば、IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)、MOSFET、ダイオードが用いられている。

20

【0019】

図2に示すように、前記ヒートシンク13の内部には流体(例えば、冷却水)が流れる流路13aが形成されている。また、ヒートシンク13と、回路基板11における金属板16との間には、該回路基板11とヒートシンク13との接合領域を形成する応力緩和部材20が介装されている。応力緩和部材20は、アルミニウムといった高熱伝導性材料から平面視が略四角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20e全体が金属板16にろう付けされ、前記一面20eに背向する他面20f全体がヒートシンク13にろう付けされている。すなわち、応力緩和部材20と金属板16の間、及び応力緩和部材20とヒートシンク13の間にはろう材よりなる接合部が形成されている(図示せず)。

30

【0020】

このため、回路基板11とヒートシンク13とは、応力緩和部材20を介して熱的に結合され、回路基板11(半導体素子12)から発せられた熱が応力緩和部材20を伝導してヒートシンク13に伝わるようになっている。なお、応力緩和部材20において、半導体素子12の金属回路15への接合面12aに対向する一面20e全体が金属板16に接合されている。

40

【0021】

次に、応力緩和部材20について詳細に説明する。なお、図3(a)は半導体装置10の平面図であるが、応力緩和部材20を分かり易く図示するため、セラミック基板14、金属板16及び半導体素子12を2点鎖線で示している。また、図3(a)において、応力緩和部材20の上下に対向する側辺を第1側辺20aと第2側辺20bとし、左右に対向する側辺を第3側辺20cと第4側辺20dとする。そして、前記第1～第4側辺20a～20dと、四つのコーナ部Cとによって応力緩和部材20の周縁部が形成されている。この応力緩和部材20は、平面視四角形状な高熱伝導性材料の四つのコーナ部Cを、プレス加工(機械的加工)により平面視ラウンド形状に形成することにより製造されている。

50

【 0 0 2 2 】

コーナ部 C は、該コーナ部 C を形成する隣接する 2 側辺（第 1 側辺 2 0 a と第 4 側辺 2 0 d、第 2 側辺 2 0 b と第 4 側辺 2 0 d、第 2 側辺 2 0 b と第 3 側辺 2 0 c、第 1 側辺 2 0 a と第 3 側辺 2 0 c）同士を円弧状に繋ぐように平面視がラウンド形状に形成されている。すなわち、コーナ部 C は、該コーナ部 C を形成する隣接する 2 側辺との間にピン角状をなす部位が形成されないように滑らかな円弧状に形成されている。また、コーナ部 C は、応力緩和部材 2 0 の内側に向けて凹むのではなく、応力緩和部材 2 0 の外側に向けて凸となる円弧状に形成されている。

【 0 0 2 3 】

なお、本実施形態では応力緩和部材 2 0 が一辺 3 0 mm の正方形に形成されている。そして、応力緩和部材 2 0 の平面形状と金属板 1 6 の平面形状はほぼ同じになっており、応力緩和部材 2 0 と金属板 1 6 は同じサイズとなっている。このような応力緩和部材 2 0 において、コーナ部 C は直径 3 . 5 ~ 1 0 mm の円の一部を形成する円弧状に形成されるのが好ましく、直径 3 . 5 ~ 5 mm の円の一部を形成する円弧状に形成されるのが特に好ましい。直径が 3 . 5 mm より小さいと、コーナ部 C に集中する熱応力の緩和機能を十分に発揮できず好ましくないからである。一方、直径が 1 0 mm を越えると、応力緩和部材 2 0 のコーナ部 C を形成するために切除される部位が多くなり、応力緩和部材 2 0 の面積が小さくなってしまふ。すると、応力緩和部材 2 0 の、回路基板 1 1（金属板 1 6）及びヒートシンク 1 3 に対する接合面積が小さくなり、半導体素子 1 2 から発せられた熱の伝熱面積が小さくなって好ましくないからである。

【 0 0 2 4 】

なお、応力緩和部材 2 0 においては、コーナ部 C を形成する高熱伝導性材料の外形線上の任意の点に対する接線 M 1 を引いた場合、該接線 M 1 は応力緩和部材 2 0 の範囲内を通過しないようになっている。これは、コーナ部 C のラウンド形状が、応力緩和部材 2 0 を形成する高熱伝導性材料を内側に向けて切り欠いていないからである。

【 0 0 2 5 】

上記構成の応力緩和部材 2 0 の金属板 1 6 及びヒートシンク 1 3 に対するろう付けは、応力緩和部材 2 0 と同じ平面形状をなすシート状のろう材を用いて行われる。すなわち、ろう材において、コーナ部はラウンド形状をなしている。このため、応力緩和部材 2 0 の接合状態では、コーナ部 C の外側にろう材が付着していない。

【 0 0 2 6 】

また、応力緩和部材 2 0 は、ラウンド形状のコーナ部 C が形成される前の高熱伝導性材料の平面形状では金属板 1 6 の平面形状と同じになっている。このため、応力緩和部材 2 0 において、コーナ部 C 以外の縁は、金属板 1 6 の縁と合致するようになっている。よって、図 3（b）に示すように、応力緩和部材 2 0 の各コーナ部 C は、金属板 1 6 のコーナ部 1 6 a より内側に位置し、応力緩和部材 2 0 の各コーナ部 C と該コーナ部 C に対向する金属板 1 6 のコーナ部 1 6 a とは、回路基板 1 1 の厚み方向に段差構造をなしている。そして、応力緩和部材 2 0 の各コーナ部 C は、金属板 1 6 の直下であり、ヒートシンク 1 3 の直上に位置している。このため、金属板 1 6 とヒートシンク 1 3 との間には、応力緩和部材 2 0 の各コーナ部 C によって応力緩和空間 S が形成されている。

【 0 0 2 7 】

図 3（a）に示すように、応力緩和部材 2 0 において、前記第 1 側辺 2 0 a と第 2 側辺 2 0 b の長さの中心点を通過する直線を基準線 L 1 とする。また、応力緩和部材 2 0 において、第 3 側辺 2 0 c と第 4 側辺 2 0 d の長さの中心点を通過する直線を基準線 L 2 とする。この場合、第 1 側辺 2 0 a とその両側の第 3 及び第 4 側辺 2 0 c、2 0 d との間に形成されるコーナ部 C と、第 2 側辺 2 0 b とその両側の第 3 及び第 4 側辺 2 0 c、2 0 d との間に形成されるコーナ部 C とは、基準線 L 2 を挟んで対称となる位置に配置されるとともに対称な形状に形成されている。また、第 3 側辺 2 0 c とその両側の第 1 及び第 2 側辺 2 0 a、2 0 c との間に形成されるコーナ部 C と、第 4 側辺 2 0 d とその両側の第 1 及び第 2 側辺 2 0 a、2 0 b との間に形成されるコーナ部 C とは、基準線 L 1 を挟んで対称と

10

20

30

40

50

なる位置に配置されるとともに対称な形状に形成されている。

【0028】

また、応力緩和部材20のコーナ部Cを通過する2つの対角線のうち一方を基準線L3とし、他方を基準線L4とする。この場合、第1側辺20aと第4側辺20dの間に形成されるコーナ部Cと、第2側辺20bと第3側辺20cの間に形成されるコーナ部Cとは、前記基準線L3を挟んで対称な位置に配置されるとともに対称な形状に形成されている。さらに、第1側辺20aと第3側辺20cの間に形成されるコーナ部Cと、第2側辺20bと第4側辺20dの間に形成されるコーナ部Cとは、前記基準線L4を挟んで対称な位置に配置されるとともに対称な形状に形成されている。

【0029】

さて、このように構成した半導体装置10は、例えば、車載電動モータの駆動に適用されることにより、車両の運転状況に応じて車載電動モータに供給する電力を制御する。そして、半導体素子12から発せられた熱は半導体素子12の直下に向けて伝導され、金属回路15、セラミック基板14、金属板16、及び応力緩和部材20を介してヒートシンク13に伝導される。

【0030】

応力緩和部材20は高熱伝導性材料より形成されているため、回路基板11(金属板16)とヒートシンク13との間の伝熱性が優れたものとなり、半導体素子12から発せられた熱の放熱性能が向上する。また、応力緩和部材20において、半導体素子12の金属回路15に対する接合面12aに対向する面全体が金属板16に接合されている。このため、応力緩和部材20において、半導体素子12からヒートシンク13に向けて伝導される熱の経路上に金属板16への非接合領域が存在しておらず、金属板16に伝導された熱を効率良くヒートシンク13へ伝導させることができる。

【0031】

ヒートシンク13に伝導された熱は、ヒートシンク13内の流路13aを流れる流体に伝導されるとともに持ち去られ、放熱される。すなわち、ヒートシンク13は、流路13aを流れる流体によって強制冷却されるため、半導体素子12で発せられた熱が効率良く除去され、結果として半導体素子12が回路基板11への結合側(接合側)から冷却される。

【0032】

半導体素子12から発せられた熱がヒートシンク13に伝わった際には、セラミック基板14及びヒートシンク13は高温となり、熱膨張する。一方、半導体素子12からの発熱が停止すると、セラミック基板14及びヒートシンク13の温度は低下し、熱収縮する。そして、熱膨張及び熱収縮の際には、セラミック基板14とヒートシンク13の線膨張係数の相違に起因し、半導体装置10に熱応力が発生する。

【0033】

しかし、本実施形態の半導体装置10では、応力緩和部材20の全てのコーナ部Cがラウンド形状に形成されている。このため、コーナ部Cがピン角状に形成されている場合に比して、コーナ部Cに作用する熱応力が低減される。また、金属板16のコーナ部16aとヒートシンク13との間には応力緩和空間Sが形成されている。よって、熱応力が発生したとき、応力緩和空間Sによって応力緩和部材20の変形が許容され、熱応力が緩和される。その結果、応力緩和部材20と金属板16の間、及び応力緩和部材20とヒートシンク13との間の接合部にクラックが生じたり、ヒートシンク13の回路基板11への接合面に反りが生じることが防止される。

【0034】

上記実施形態によれば、以下のような効果を得ることができる。

(1)回路基板11とヒートシンク13との間に高熱伝導性材料よりなる応力緩和部材20を介在させた。このため、回路基板11におけるセラミック基板14とヒートシンク13との線膨張係数の相違に起因して熱応力が発生しても応力緩和部材20の変形により熱応力を緩和することができる。また、半導体装置10に発生する熱応力は、応力緩和部

10

20

30

40

50

材 20 の内側より周縁部の方が大きく作用する。そして、熱応力が大きく作用するコーナ部 C をラウンド形状に形成した。このため、コーナ部 C がピン角状に形成されている場合に比して、コーナ部 C に作用する熱応力が低減され、応力緩和部材 20 によって優れた応力緩和機能を発揮することができる。その結果として、半導体装置 10 において、熱応力により、応力緩和部材 20 と金属板 16 との接合部、及び応力緩和部材 20 とヒートシンク 13 との接合部にクラックが生じたり、ヒートシンク 13 に反りが生じたりすることを防止することができる。

【 0035 】

さらに、応力緩和部材 20 のコーナ部 C は高熱伝導性材料をプレス加工することにより形成されている。このため、例えば、高熱伝導性材料をめっき処理やエッチング処理等の化学処理によってラウンド形状にする場合に比して、応力緩和部材 20 を簡単、かつ短時間で製造することができ、ひいては半導体装置 10 を短時間で製造することができる。

10

【 0036 】

(2) 応力緩和部材 20 は半導体素子 12 の接合面 12a に対向する面全体が金属板 16 に接合されている。そして、半導体素子 12 から発せられた熱は、半導体素子 12 の接合面 12a から回路基板 11 及び応力緩和部材 20 を介してヒートシンク 13 に伝わる。このとき、応力緩和部材 20 には金属板 16 に対して非接合領域が存在しないため、応力緩和部材 20 を介したヒートシンク 13 への伝熱性が、非接合領域が存在する場合に比して向上される。よって、応力緩和部材 20 のコーナ部 C がラウンド形状に形成され、応力緩和部材 20 の金属板 16 への接合面積が削減された構成であっても、応力緩和部材 20 を介したヒートシンク 13 への伝熱性能の低下を抑制している。したがって、半導体装置 10 においては、伝熱性能を低下させることなく優れた応力緩和機能を発揮することができる。

20

【 0037 】

(3) 応力緩和部材 20 は、一枚の板状をなし、複数に分割されていない。よって、背景技術のように分割箇所の縁部に角部が形成されてしまうようなことがなく、コーナ部 C の他に熱応力が作用してしまう角部が存在しないようになっている。よって、本実施形態の半導体装置 10 によれば、応力緩和部材 20 に熱応力が集中する箇所を無くすことで熱応力を効率良く緩和することができる。

【 0038 】

(4) 応力緩和部材 20 の各コーナ部 C をラウンド形状に形成し、金属板 16 のコーナ部 16a と応力緩和部材 20 とを段差構造に形成することにより、該コーナ部 C に対向する金属板 16 のコーナ部 16a とヒートシンク 13 との間には応力緩和空間 S が形成されている。このため、応力緩和部材 20 が熱応力を受けたとき、応力緩和空間 S により応力緩和部材 20 の変形が許容され、熱応力を効果的に緩和することができる。

30

【 0039 】

(5) 応力緩和部材 20 において、コーナ部 C を除いた縁は、金属板 16 の縁と合致するようになっている。このため、応力緩和部材 20 のコーナ部 C がラウンド形状に形成されることによる応力緩和部材 20 の面積減少を最小限に抑え、金属板 16 から応力緩和部材 20 への伝熱性能の低下を抑制することができる。

40

【 0040 】

(6) 応力緩和部材 20 の各コーナ部 C は、基準線 L1 ~ L4 を挟んで対称となる位置に配置されるとともに、対称となる形状に形成されている。このため、応力緩和部材 20 の周縁部における熱応力緩和の不均衡、すなわち、熱応力の局所的な集中が緩和され、熱応力の最大値を低減することができる。

【 0041 】

なお、上記実施形態は以下のように変更してもよい。

図 3(a) の 2 点鎖線に示すように、応力緩和部材 20 において、半導体素子 12 の接合面 12a に対向する面に、応力緩和部材 20 の厚み内に形成される穴や、応力緩和部材 20 を厚み方向に貫通する孔等の凹所 22 を形成してもよい。

50

【 0 0 4 2 】

応力緩和部材 2 0 は平面形状が金属板 1 6 の平面形状より小さくてもよい。すなわち、応力緩和部材 2 0 は、回路基板 1 1 における金属板 1 6 の周縁より内側に配置され、各コーナ部 C がラウンド形状に形成されていてもよい。

【 0 0 4 3 】

図 4 に示すように、応力緩和部材 2 0 の各コーナ部 2 0 k を直線状に面取りしてラウンド形状にしてもよい。

コーナ部 C の形状は、実施形態のような円弧状や図 4 に示す直線状に面取りした形状以外であってもよく、さらには、基準線 L 1 ~ L 4 に対して対応するコーナ部 C 同士が非対称な形状であってもよい。すなわち、応力緩和部材 2 0 のコーナ部 C の形状は、該応力緩和部材 2 0 が対応する金属板 1 6 のコーナ部 1 6 a において、最も鋭角なコーナ部 1 6 a よりも鈍な角であれば任意に変更してもよい。

10

【 0 0 4 4 】

実施形態において、全てのコーナ部 C をラウンド形状に形成したが、いずれか 1 つのコーナ部 C、2 つのコーナ部 C、又は 3 つのコーナ部 C をラウンド形状に形成してもよい。

【 0 0 4 5 】

ヒートシンク 1 3 は強制冷却式の冷却器であればよく、ヒートシンク 1 3 を流れる流体は水に限らず、例えば、他の液体や空気などの気体であってもよい。また、沸騰冷却式の冷却器であってもよい。

20

【 0 0 4 6 】

回路基板 1 1 上に金属回路 1 5 が 2 個形成される構成に限らず、金属回路 1 5 が 1 個又は 3 個以上形成されるとともに、金属回路 1 5 上に半導体素子 1 2 が 1 個又は 3 個以上接合された構成としてもよい。

【 0 0 4 7 】

半導体装置 1 0 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 】

【 0 0 4 8 】

【 図 1 】 実施形態の半導体装置を示す平面図。

【 図 2 】 図 1 の A - A 線断面図。

30

【 図 3 】 (a) は半導体装置における応力緩和部材を示す平面図、(b) は図 3 (a) の b - b 線断面図。

【 図 4 】 回路基板における金属板の別例を示す平面図。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 9 】

C, 2 0 k ... コーナ部、S ... 応力緩和空間、1 0 ... 半導体装置、1 1 ... 回路基板、1 2 ... 半導体素子、1 2 a ... 接合面、1 3 ... 放熱装置としてのヒートシンク、1 4 ... 絶縁基板としてのセラミック基板、1 4 a ... 一面、1 4 b ... 他面、1 5 ... 第 1 金属板としての金属回路、1 6 ... 第 2 金属板としての金属板、1 6 a ... コーナ部、2 0 ... 応力緩和部材、2 0 a ~ 2 0 d ... 第 1 ~ 第 4 側辺、2 2 ... 凹所。

40

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平01-059986(JP,A)
特開平10-004156(JP,A)
特開2006-294699(JP,A)
特開2005-032833(JP,A)
特開2006-351988(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 23/12
H01L 23/34 - 23/473