

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4339660号
(P4339660)

(45) 発行日 平成21年10月7日(2009.10.7)

(24) 登録日 平成21年7月10日(2009.7.10)

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

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2003-350814 (P2003-350814)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成15年10月9日 (2003.10.9)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65) 公開番号	特開2005-116875 (P2005-116875A)	(74) 代理人	100096998 弁理士 碓水 裕彦
(43) 公開日	平成17年4月28日 (2005.4.28)		
審査請求日	平成17年10月31日 (2005.10.31)	(74) 代理人	100123191 弁理士 伊藤 高順
審判番号	不服2007-14982 (P2007-14982/J1)	(72) 発明者	加藤 信之 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
審判請求日	平成19年5月24日 (2007.5.24)	(72) 発明者	平野 尚彦 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内

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】

I G B T から構成された発熱素子(10)の一面側と他面側とに、それぞれ、前記発熱素子(10)からの放熱を行うための放熱板(20、30)が、接合材(50)を介して設けられており、

前記発熱素子(10)における制御電極が形成された一面側における前記発熱素子(10)と前記放熱板(30)との間には、放熱ブロック(40)が、前記発熱素子(10)と前記放熱板(30)とを熱的および電気的に接続するように接合材(50)を介して設けられており、

装置のほぼ全体が樹脂(60)でモールドされてなる半導体装置において、

前記放熱ブロック(40)の端部(43)が、前記放熱ブロック(40)に接する前記接合材(50)の厚さが厚くなるように角取り形状となっており、

前記放熱ブロック(40)において前記角取り形状となっている端部(43)を有する方の面(41)に、前記発熱素子(10)が前記接合材(50)を介して接していることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】

前記角取り形状とは、R形状もしくは面取り形状であ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】

前記角取り形状となっている部位の寸法について、幅Wが0.3mm以上、高さHが0.

0.5 mm以上0.20 mm以下であることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体装置。

【請求項4】

前記放熱ブロック(40)の厚さが、0.5 mm以上1.5 mm以下であることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1つに記載の半導体装置。

【請求項5】

I G B Tから構成された発熱素子(10)の一面側と他面側とに、それぞれ、前記発熱素子(10)からの放熱を行うための放熱板(20、30)が、接合材(50)を介して設けられており、

前記発熱素子(10)における制御電極が形成された一面側における前記発熱素子(10)と前記放熱板(30)との間には、放熱ブロック(40)が、前記発熱素子(10)と前記放熱板(30)とを熱的および電氣的に接続するように接合材(50)を介して設けられており、

装置のほぼ全体が樹脂(60)でモールドされてなる半導体装置において、

前記放熱ブロック(40)における前記発熱素子(10)側の面(41)が球面加工されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項6】

前記放熱ブロック(40)の厚さが、0.5 mm以上1.5 mm以下であることを特徴とする請求項5に記載の半導体装置。

【請求項7】

前記放熱ブロック(40)の材料は、銅合金もしくはアルミ合金もしくは鉄合金であることを特徴とする請求項1ないし6のいずれか1つに記載の半導体装置。

【請求項8】

前記放熱ブロック(40)は、そのヤング率が60 GPa以上240 GPa以下のものであることを特徴とする請求項1ないし7のいずれか1つに記載の半導体装置。

【請求項9】

前記発熱素子(10)の他面側における端部(11)が、前記発熱素子(10)に接する前記接合材(50)の厚さが厚くなるように角取り形状となっていることを特徴とする請求項1ないし8のいずれか1つ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、発熱素子の一面側と他面側とに、それぞれ放熱板を設けるとともに、装置のほぼ全体が樹脂でモールドされてなる半導体装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来この種の半導体装置は、次のような構成を有している。

【0003】

すなわち、発熱素子の一面側と他面側とに、それぞれ、発熱素子からの放熱を行うための放熱板が、接合材を介して設けられており、発熱素子の少なくとも一面側における発熱素子と放熱板との間には、放熱ブロックが、発熱素子と放熱板とを熱的および電氣的に接続するように接合材を介して設けられており、装置のほぼ全体が樹脂でモールドされてなる(たとえば、特許文献1参照)。

【0004】

ここで、発熱素子と放熱板との間に介在する放熱ブロックは、発熱素子と放熱板とを熱的および電氣的に接続するとともに、発熱素子からボンディングワイヤを引き出す際の当該ワイヤの高さを確保する等のために、発熱素子と放熱板との間の高さを確保する役割を有している。

【特許文献1】特開2003-110064号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記特許文献1に記載されているような従来の半導体装置においては、ヒートシンクすなわち放熱板については、その寸法などが規定されているものの、はんだ等の接合材の歪みを低減する他の要因として、ヒートシンクブロックすなわち放熱ブロックの寸法や形状については、特に規定されていなかった。

【0006】

しかし、本発明者らの検討によれば、たとえば、放熱ブロックが厚いと、発熱素子と放熱ブロックとの間に介在する接合材の歪みが上昇することがFEM解析などでわかった。このような場合、接合材が温度サイクルにより破断するなどの不具合を生じる可能性がある。

10

【0007】

そこで、本発明は上記問題に鑑み、放熱ブロックについて寸法や形状などを規定することによって、発熱素子と放熱ブロックとの間に介在する接合材における信頼性を適切に向上させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明者らの検討によれば、放熱ブロックに接する接合材のうち放熱ブロックの端部に位置する部位に、応力が集中することがわかった。そこで、放熱ブロックの端部形状を改良することにより、上記目的の達成を図ることとしたものが、請求項1の発明である。

20

【0015】

請求項1に記載の発明では、IGBTから構成された発熱素子(10)の一面側と他面側とに、それぞれ、発熱素子(10)からの放熱を行うための放熱板(20、30)が、接合材(50)を介して設けられており、発熱素子(10)における制御電極が形成された一面側における発熱素子(10)と放熱板(30)との間には、放熱ブロック(40)が、発熱素子(10)と放熱板(30)とを熱的および電氣的に接続するように接合材(50)を介して設けられており、装置のほぼ全体が樹脂(60)でモールドされてなる半導体装置において、放熱ブロック(40)の端部(43)が、放熱ブロック(40)に接する接合材(50)の厚さが厚くなるように角取り形状となっていることを特徴としている。

30

【0016】

それによれば、放熱ブロック(40)の端部(43)において角を取った角取り形状を採用することにより、従来の直角形状の場合に比べて、放熱ブロック(40)の端部(43)における応力集中を低減し、当該端部(43)に位置する接合材(50)の歪みを低減することができる(図3参照)。

【0017】

また、放熱ブロック(40)の端部(43)において角を取った分、接合材(50)を厚くすることができるから、応力の集中しやすい放熱ブロック(43)の端部(43)に位置する接合材(50)の接合強度を確保しやすくできる。

【0018】

よって、本発明によれば、放熱ブロック(40)について寸法や形状などを規定することによって、発熱素子(10)と放熱ブロック(40)との間に介在する接合材(50)における信頼性を適切に向上させることができる。

40

【0019】

ここで、請求項2に記載の発明のように、請求項1に記載の半導体装置における前記角取り形状とは、R形状もしくは面取り形状であるものにできる。

【0020】

また、請求項3に記載の発明のように、請求項1または請求項2に記載の半導体装置において、前記角取り形状となっている部位の寸法について、幅Wが0.3mm以上、高さHが0.05mm以上0.20mm以下であるものにできる。

50

【0021】

さらに、請求項1に記載の発明では、放熱ブロック(40)において角取り形状となっている端部(43)を有する方の面(41)に、発熱素子(10)が接合材(50)を介して接していることを特徴としている。

【0022】

従来では、放熱ブロックは端部が直角形状であったため、この直角部分にて発熱素子を損傷させる恐れがあったが、本発明では、放熱ブロック(40)における発熱素子(10)側の面において、放熱ブロック(40)の端部(43)を角取り形状としているため、発熱素子(10)を損傷させる恐れが大幅に低減される。

【0023】

また、本発明者らの検討によれば、発熱素子と放熱板との間に介在する放熱ブロックにおいて、特に、発熱素子側の面における端部に応力が集中しやすいことがわかった。そのため、放熱ブロック(40)における発熱素子(10)側の面(41)において端部(43)を角取り形状とすれば、接合材(50)の歪み低減のためには効果的である。

【0024】

また、請求項4に記載の発明では、請求項1～請求項3に記載の半導体装置において、放熱ブロック(40)の厚さが、0.5mm以上1.5mm以下であることを特徴としている。

【0025】

それによれば、放熱ブロック(40)の厚さを0.5mm以上1.5mm以下の範囲とすることにより、発熱素子(10)と放熱ブロック(40)との間に介在する接合材(50)の歪みを適切な範囲に低く抑えることができる(図2参照)。

【0026】

請求項5に記載の発明では、I G B Tから構成された発熱素子(10)の一面側と他面側とに、それぞれ、発熱素子(10)からの放熱を行うための放熱板(20、30)が、接合材(50)を介して設けられており、発熱素子(10)における制御電極が形成された一面側における発熱素子(10)と放熱板(30)の間には、放熱ブロック(40)が、発熱素子(10)と放熱板(30)とを熱的および電氣的に接続するように接合材(50)を介して設けられており、装置のほぼ全体が樹脂(60)でモールドされてなる半導体装置において、放熱ブロック(40)における発熱素子(10)側の面(41)が球面加工されていることを特徴としている。

【0030】

それによれば、上記請求項1に記載の半導体装置と同様に、発熱素子(10)の損傷抑制、および、放熱ブロック(40)において特に応力集中しやすい発熱素子(10)側の面(41)に接する接合材(50)の歪み低減、という効果が発揮され、好ましい。

【0031】

また、請求項6に記載の発明では、請求項5に記載の半導体装置において、放熱ブロック(40)の厚さが、0.5mm以上1.5mm以下であることを特徴としている。

【0032】

それによれば、請求項5に記載の半導体装置において、上記した請求項4に記載の発明の効果がさらに期待できる。

【0033】

ここで、請求項7に記載の発明のように、請求項1～請求項6に記載の半導体装置においては、放熱ブロック(40)の材料は、銅合金もしくはアルミ合金もしくは鉄合金とすることができる。

【0034】

また、請求項8に記載の発明では、請求項1～請求項7に記載の半導体装置において、放熱ブロック(40)のヤング率が60GPa以上240GPa以下であることを特徴としている。

【0035】

10

20

30

40

50

接合材(50)に生じる歪みに影響を与えないようにするためには、放熱ブロック(40)のヤング率がこのような大きさであることが好ましい。

【0036】

また、請求項9に記載の発明では、請求項1～請求項8に記載の半導体装置において、発熱素子(10)の他面側における端部(11)が、発熱素子(10)に接する接合材(50)の厚さが厚くなるように角取り形状となっていることを特徴としている。

【0037】

それによれば、上記請求項1に記載の半導体装置のように、放熱ブロック(40)の端部(43)を角取り形状した場合と同様の効果が、発熱素子(10)についても得られるため、好ましい。

【0038】

なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0039】

以下、本発明の実施形態について図に基づいて説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、説明の簡略化を図るべく、図中、同一符号を付してある。

【0040】

(第1実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態に係る半導体装置S1の概略断面構成を示す図である。

【0041】

この図1に示すように、本実施形態の半導体装置S1は、発熱素子としての半導体チップ10と、放熱板としての下側ヒートシンク20および上側ヒートシンク30と、放熱ブロックとしてのヒートシンクブロック40と、これらに介在する接合材50と、これらをモールドする樹脂60とを備えて構成されている。

【0042】

この構成の場合、半導体チップ10の下面と下側ヒートシンク20の上面との間は、接合材である例えばはんだ50によって接合されている。そして、半導体チップ10の上面とヒートシンクブロック40の下面41との間も、接合材である例えばはんだ50によって接合されている。

【0043】

さらに、ヒートシンクブロック40の上面42と上側ヒートシンク30の下面との間も、接合材である例えばはんだ50によって接合されている。なお、接合材50としては、はんだ以外にも、たとえば導電性接着剤等であってもよい。

【0044】

これにより、上記構成においては、半導体チップ10の上面では、接合材50、ヒートシンクブロック40、接合材50および上側ヒートシンク30を介して放熱が行われ、半導体チップ10の下面では、接合材50から下側ヒートシンク20を介して放熱が行われる構成となっている。

【0045】

なお、発熱素子10としては、特に限定されるものではないが、本実施形態において発熱素子として用いられている上記半導体チップ10は、たとえばIGBT(絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ)やサイリスタ等のパワー半導体素子から構成されている。この場合、半導体チップ10のデバイス構造を、トレンチゲートタイプとすることが好ましい。もちろん、他のタイプのデバイス構造を用いるように構成しても良い。

【0046】

上記半導体チップ10の形状は、たとえば矩形状の薄板状とすることができる。また、下側ヒートシンク20、上側ヒートシンク30およびヒートシンクブロック40は、たとえば銅合金もしくはアルミ合金等の熱伝導性及び電気伝導性の良い金属で構成されている

10

20

30

40

50

。また、ヒートシンクブロック 40 としては、一般的な鉄合金を用いてもよい。

【0047】

この構成の場合、下側ヒートシンク 20 および上側ヒートシンク 30 は、半導体チップ 10 の図示しない各主電極（たとえば、コレクタ電極やエミッタ電極等）に接合材であるはんだ 50 を介して電氣的にも接続されている。

【0048】

また、下側ヒートシンク 20 は、たとえば、全体としてほぼ長方形の板材とすることができる。また、この下側ヒートシンク 20 には、端子部 21 が図 1 中の右方へ向けて延びるように突設されている。

【0049】

また、ヒートシンクブロック 40 は、たとえば、半導体チップ 10 よりも 1 回り小さい程度の大きさの矩形の板材とすることができる。さらに、上側ヒートシンク 30 も、たとえば、全体としてほぼ長方形の板材で構成されており、端子部 31 が右方へ向けて延びるように突設されている。

【0050】

ここで、下側ヒートシンク 20 の端子部 21 および上側ヒートシンク 30 の端子部 31 は、それぞれ半導体装置 S1 における外部配線部材等との接続を行うために設けられているものである。

【0051】

さらに、図 1 に示されるように、一对のヒートシンク 20、30 の隙間、並びに、半導体チップ 10 およびヒートシンクブロック 40 の周囲部分には、樹脂 60 が充填封止されている。

【0052】

この樹脂 60 はたとえばエポキシ樹脂等の通常のモールド材料を採用することができる。また、ヒートシンク 20、30 等を樹脂 60 でモールドするにあたっては、上下型からなる成形型（図示しない）を使用し、トランスファーモールド法によって容易に行うことができる。

【0053】

また、樹脂 60 内において半導体チップ 10 の周囲には、リードフレーム 70 が設けられており、樹脂 60 内において、半導体チップ 10 とリードフレーム 70 とは、ワイヤ 80 によって結線され、電氣的に接続されている。このワイヤ 80 はワイヤボンディング等により形成され、金やアルミ等からなるものである。

【0054】

このような半導体装置 S1 において、本実施形態では、ヒートシンクブロック（放熱ブロック）40 の厚さが 0.5 mm 以上 1.5 mm 以下であること、および、ヒートシンクブロック 40 の端部 43 がヒートシンクブロック 40 に接する接合材 50 の厚さが厚くなるように角取り形状となっていることを独自の構成としている。

【0055】

ここで、図 1 に示される例では、ヒートシンクブロック 40 の端部 43 の角取り形状は、R 形状（ラウンド形状）としているが、面取り形状であってもよい。

【0056】

特に、本実施形態では、ヒートシンクブロック 40 において角取り形状となっている端部 43 を有する方の面 41 すなわち下面 41 に、発熱素子としての半導体チップ 10 が接合材 60 を介して接している。

【0057】

次に、上記した構成の半導体装置 S1 の製造方法について、図 1 を参照して、簡単に説明する。まず、下側ヒートシンク 20 の上面に、半導体チップ 10 とヒートシンクブロック 40 をはんだ付けする工程を実行する。

【0058】

この場合、下側ヒートシンク 20 の上面に、たとえば、はんだ箔を介して半導体チップ

10

20

30

40

50

10を積層するとともに、この半導体チップ10の上にはんだ箔を介してヒートシンクブロック40を積層する。この後、加熱装置(リフロー装置)によって上記はんだ箔を溶融させてから、硬化させる。

【0059】

続いて、半導体チップ10の制御電極(例えばゲートパッド等)とリードフレーム70とをワイヤボンディングする工程を実行する。これにより、ワイヤ80によって半導体チップ10の制御電極とリードフレーム70とが結線され電氣的に接続される。

【0060】

次いで、ヒートシンクブロック40の上に上側ヒートシンク30をはんだ付けする工程を実行する。この場合、ヒートシンクブロック40の上にはんだ箔を介して上側ヒートシンク30を載せる。そして、加熱装置によって上記はんだ箔を溶融させてから、硬化させる。

10

【0061】

こうして溶融したはんだ箔が硬化すれば、硬化したはんだ50が接合材50として構成されることになる。そして、この接合材50を介して、下側ヒートシンク20、半導体チップ10、ヒートシンクブロック40、上側ヒートシンク30間の接合および電氣的・熱的接続が完了する。

【0062】

しかる後、図示しない成形型を使用して、ヒートシンク20、30の隙間及び外周部に樹脂60を充填する工程(モールド工程)を実行する。これにより、図1に示されるように、ヒートシンク20、30の隙間及び外周部等に、樹脂60が充填封止される。

20

【0063】

そして、樹脂60が硬化した後、成形型内から半導体装置S1を取り出せば、半導体装置S1が完成する。

【0064】

なお、上記構成の場合、下側ヒートシンク20の下面及び上側ヒートシンク30の上面が、それぞれ露出するように樹脂モールドされている。これにより、ヒートシンク20、30の放熱性が高められている。

【0065】

ところで、本実施形態によれば、発熱素子10の一面側と他面側とに、それぞれ、発熱素子10からの放熱を行うための放熱板20、30が、接合材50を介して設けられており、発熱素子10の一面側における発熱素子10と放熱板30との間には、放熱ブロック40が、発熱素子10と放熱板30とを熱的および電氣的に接続するように接合材50を介して設けられており、装置のほぼ全体が樹脂60でモールドされてなる半導体装置S1において、放熱ブロック40の厚さが、0.5mm以上1.5mm以下であることを特徴とする半導体装置S1が提供される。

30

【0066】

本実施形態において、ヒートシンクブロック(放熱ブロック)40の厚さを0.5mm以上1.5mm以下とした根拠について述べる。

【0067】

図2は、ヒートシンクブロック(放熱ブロック)40の厚さを变化させた場合の半導体チップ(発熱素子)10の上の接合材(はんだ)50に発生するせん断塑性ひずみを、FEM解析で求めたグラフである。なお、ここでは、ヒートシンクブロック40の端部43は、上記角取り形状ではなく、従来のように直角形状とした。

40

【0068】

この図2に示される結果から、ヒートシンクブロック40の厚さを薄くするほうが接合材(はんだ)50にかかる歪みを低減させることができ、信頼性を高めることができることがわかる。

【0069】

ここで、ヒートシンクブロック40は、半導体チップ(発熱素子)10と上側ヒートシ

50

ンク（放熱板）30との間に介在することにより、これら半導体チップ10と上側ヒートシンク30との間の高さを確保するが、ヒートシンクブロック40の厚さが0.5mmよりも小さいと、たとえば半導体チップ10からワイヤ80を引き出す際の当該ワイヤ80の高さを確保すること等が困難になる。

【0070】

具体的には、図1に示される例では、ヒートシンクブロック40は半導体チップ10のゲート端子を引き出すためワイヤ80が上側ヒートシンク30と接続しないような高さが必要である。

【0071】

たとえば、ワイヤ80の高さが1mm、半導体チップ10の厚さが0.2mm、各接合材50の厚さが0.1mmとすると、ヒートシンクブロック40は0.5mm以上の厚さが必要である。つまり、ヒートシンクブロック40の厚さが0.5mm以上であれば、実用上、ヒートシンクブロック40の厚さは問題ないレベルにて確保される。

【0072】

また、ヒートシンクブロック40が厚すぎると、接合材50の歪みが大きくなったり、ヒートシンクブロック40の熱抵抗や電気抵抗が大きくなりすぎてしまう。

【0073】

そのため、ヒートシンクブロック40の厚さの上限は、FEMによる接合材（はんだ）50の歪みの増加具合や熱抵抗、電気抵抗等を総合的に判断した結果、1.5mm以下であればよいことを見出した。

【0074】

このように、ヒートシンクブロック40の厚さを0.5mm以上1.5mm以下の範囲とすれば、半導体チップ（発熱素子）10と上側ヒートシンク（放熱板）30とを熱的および電氣的に接続すること、および、半導体チップ10と上側ヒートシンク30との間の高さを確保することというヒートシンクブロック40の役割を確保した上で、半導体チップ10とヒートシンクブロック40との間に介在する接合材50の歪みを抑制することができる。

【0075】

さらに、本実施形態によれば、ヒートシンクブロック（放熱ブロック）40の端部43が、ヒートシンクブロック40に接する接合材50の厚さが厚くなるように角取り形状となっていることを特徴とする半導体装置S1が提供される。

【0076】

これは、本発明者らの検討によって、ヒートシンクブロック40に接する接合材50のうちヒートシンクブロック40の端部43に位置する部位に、応力が集中することがわかったため、ヒートシンクブロック40の端部形状を改良することに着目して、見出された構成である。

【0077】

図1に示される例では、ヒートシンクブロック40の半導体チップ10に接する面の端部43形状をR形状としている。このようなR形状にしたときの効果をFEM解析で求めた結果が図3である。

【0078】

図3は、ヒートシンクブロック（放熱ブロック）40の端部43の形状を変化させた場合の半導体チップ（発熱素子）10の上の接合材（この場合ははんだ）50に発生するせん断塑性ひずみを示した図である。

【0079】

図3に示されるように、ヒートシンクブロック40の端部43が直角の場合に比べてR形状にした場合では、はんだの厚みがせん断応力が集中する部分で厚くなるため、歪みが低減することがわかった。なお、このことは、ヒートシンクブロック40の端部43を面取り形状とした場合でも、同様である。

【0080】

10

20

30

40

50

このことから、本実施形態によれば、ヒートシンクブロック40の端部43において角を取った角取り形状を採用することにより、従来の直角形状の場合に比べて、ヒートシンクブロック40の端部43における応力集中を低減し、当該端部43に位置する接合材50の歪みを低減することができる。

【0081】

また、ヒートシンクブロック40の端部43において角を取った分、接合材50を厚くすることができるから、応力集中しやすいヒートシンクブロック40の端部43に位置する接合材50の接合強度を確保しやすくなる。

【0082】

このように、本実施形態によれば、ヒートシンクブロック40についてその厚さ寸法や端部43の形状を規定することによって、半導体チップ10とヒートシンクブロック40との間に介在する接合材50における信頼性を適切に向上させることができる。

10

【0083】

次に、本実施形態の好ましい形態について、さらに述べておく。

【0084】

図4は、図1中のヒートシンクブロック40の拡大図である。本発明者らの実験検討によれば、ヒートシンクブロック40の端部43の寸法すなわち角取り形状となっている部位の寸法について、幅Wが0.3mm以上、高さHが0.05mm以上0.20mm以下であれば、上記した接合材50の信頼性向上を適切に図れることが確認されている。

【0085】

20

また、本実施形態では、上記図1に示されるように、ヒートシンクブロック40において角取り形状となっている端部43を有する方の面41に、半導体素子(発熱素子)10が接合材50を介して接している。

【0086】

従来では、ヒートシンクブロックは端部が直角形状であったため、この直角部分にて発熱素子を損傷させる恐れがあったが、本実施形態では、ヒートシンクブロック40における半導体チップ(発熱素子)10側の面41において、端部43を角取り形状としているため、半導体チップ10を損傷させる恐れが大幅に低減される。

【0087】

また、本発明者らの検討によれば、この種の半導体装置では、発熱素子と放熱板との間に介在する放熱ブロックのうち特に発熱素子側の面における端部において、応力が集中しやすいことがわかった。そのため、ヒートシンクブロック(放熱ブロック)40における半導体チップ(発熱素子)10側の面41において端部43を角取り形状とすることは、接合材50の歪み低減のためには効果的である。

30

【0088】

また、上述したが、ヒートシンクブロック40の材料としては熱伝導、電気伝導の良い銅合金、アルミ合金が適しており、また一般的な鉄合金を用いてもよい。

【0089】

また、ヒートシンクブロック40のヤング率は、60GPa以上240GPa以下の間であれば、接合材(はんだ)50に生じる歪みはほとんど影響が無いことが解析で明らかになっている。

40

【0090】

以上のように、本実施形態によれば、放熱ブロック40について寸法や形状などを規定することによって、発熱素子10と放熱ブロック40との間に介在する接合材50における信頼性を適切に向上させることができる。

【0091】

(第2実施形態)

図5は、本発明の第2実施形態に係る半導体装置S2の要部の概略断面構成を示す図である。以下、上記実施形態と相違する点を中心に述べる。

【0092】

50

本実施形態の半導体装置52も、半導体チップ(発熱素子)10の一面側と他面側とに、それぞれ、ヒートシンク(放熱板)20、30が、接合材50を介して設けられており、半導体チップ10と上側ヒートシンク30との間には、ヒートシンクブロック(放熱ブロック)40が、両者10、30を熱的および電氣的に接続するように接合材50を介して設けられており、装置のほぼ全体が樹脂60でモールドされてなる。

【0093】

そして、本実施形態においても、上記第1実施形態と同様に、ヒートシンクブロック(放熱ブロック)40の厚さを0.5mm以上1.5mm以下としている。

【0094】

ここで、本実施形態では、ヒートシンクブロック40の端部を上記角取り形状とするのではなく、ヒートシンクブロック40における半導体チップ10側の面41および上側ヒートシンク(放熱板)30側の面42のうちの少なくとも一方の面が球面加工されていることを主たる特徴としている。

【0095】

図5に示される例では、ヒートシンクブロック40における半導体チップ10側の面41が球面加工されている。図示しないが、もちろん、ヒートシンクブロック40における上側ヒートシンク(放熱板)30側の面42が球面加工されていてもよく、また、ヒートシンクブロック40の両面41、42が球面加工されていてもよい。

【0096】

上記第1実施形態にて述べたが、上記図4に示されるヒートシンクブロック40の端部43の幅Wが0.3mm以上より大きくなっても、かまわない。このことから、本実施形態のように、ヒートシンクブロック40の全面をラウンド形状にする、すなわちヒートシンクブロック40の全面を球面形状としても問題が無い。

【0097】

それによれば、上記第1実施形態の半導体装置の場合、すなわち、ヒートシンクブロック(放熱ブロック)40の端部43をヒートシンクブロック40に接する接合材50の厚さが厚くなるように角取り形状とした場合と同様の作用効果を発揮することができる。

【0098】

また、本実施形態の半導体装置52では、ヒートシンクブロック40の少なくとも一面を球面形状とすることで、たとえば、図6に示されるように、組み付け時等においてヒートシンクブロック40が傾いても接合材50の厚さが薄くなることがない。

【0099】

また、本実施形態においても、ヒートシンクブロック(放熱ブロック)40における半導体チップ(発熱素子)10側の面41が球面加工されていることが好ましい。

【0100】

それによれば、上記第1実施形態の好ましい形態と同様に、半導体チップ(発熱素子)10の損傷抑制、および、ヒートシンクブロック40において特に応力集中しやすい半導体チップ10側の面41に接する接合材50の歪み低減、という効果が発揮され、好ましい。

【0101】

特に、この場合では、半導体チップ10と対向するヒートシンクブロック40の面41の全面に角がない構成となるため、最悪、接合材50が薄くなり、ヒートシンクブロック40の任意の部分が半導体チップ(発熱素子)10に当たることになっても、半導体チップ10が損傷するのを防ぐことができる。

【0102】

このように、本実施形態によっても、ヒートシンクブロック40について寸法や形状などを規定することによって、半導体チップ10とヒートシンクブロック40との間に介在する接合材50における信頼性を適切に向上させることができる。

【0103】

(第3実施形態)

10

20

30

40

50

図7は、本発明の第3実施形態に係る半導体装置S3の概略断面構成を示す図である。以下、上記実施形態と相違する点を中心に述べる。

【0104】

本実施形態は、上記第1実施形態の半導体装置または上記第2実施形態の半導体装置において、さらに、発熱素子である半導体チップ10の端部11を、半導体チップ10に接する接合材50の厚さが厚くなるように角取り形状としたものである。

【0105】

図7では、本実施形態の半導体チップ10を上記第1実施形態の半導体装置に適用した例を示しているが、もちろん、本実施形態は上記第2実施形態の半導体装置に適用することもできる。

10

【0106】

本実施形態によれば、上記した第1実施形態の半導体装置のように、ヒートシンクブロック(放熱ブロック)40の端部43を角取り形状した場合と同様の効果が、半導体チップ(発熱素子)10についても得られる。

【0107】

本発明者らのFEM解析によれば、半導体チップ10と下側ヒートシンク20との間に位置する接合材50において、半導体チップ10の端部11近傍に位置する部分に応力集中が起こりやすい。

【0108】

そのことから、図7に示されるように、半導体チップ(発熱素子)10における下側ヒートシンク20側の面において端部11を角取り形状とすることが好ましく、接合材50の歪み低減のためには効果的である。

20

【0109】

(他の実施形態)

なお、上記第1実施形態では、ヒートシンクブロック(放熱ブロック)40の厚さが0.5mm以上1.5mm以下であり、且つヒートシンクブロック40の端部43が、ヒートシンクブロック40に接する接合材50の厚さが厚くなるように角取り形状となった構成としている。

【0110】

ここで、ヒートシンクブロック(放熱ブロック)40の厚さが0.5mm以上1.5mm以下であって、ヒートシンクブロック40の端部43が従来のような直角形状である構成を採用してもよい。

30

【0111】

この場合、ヒートシンクブロック(放熱ブロック)40の厚さを0.5mm以上1.5mm以下とすることによる上記の効果が発揮されるため、従来に比べて、発熱素子10とヒートシンクブロック40との間に介在する接合材50における信頼性を適切に向上させることができる。

【0112】

また、ヒートシンクブロック(放熱ブロック)40の厚さが0.5mm以上1.5mm以下の範囲から逸脱しており、且つヒートシンクブロック40の端部43が、ヒートシンクブロック40に接する接合材50の厚さが厚くなるように角取り形状となった構成を採用してもよい。

40

【0113】

この場合、ヒートシンクブロック(放熱ブロック)40の端部43を、ヒートシンクブロック40に接する接合材50の厚さが厚くなるように角取り形状としたことによる上記の効果が発揮されるため、従来に比べて、発熱素子10とヒートシンクブロック40との間に介在する接合材50における信頼性を適切に向上させることができる。

【0114】

また、上記第2実施形態において、ヒートシンクブロック(放熱ブロック)40の厚さが0.5mm以上1.5mm以下の範囲から逸脱しており、且つヒートシンクブロック4

50

0 について上記の球面加工を施した構成を採用してもよい。

【0115】

この場合、ヒートシンクブロック（放熱ブロック）40 について上記の球面加工を施したことによる上記の効果が発揮されるため、従来に比べて、発熱素子10とヒートシンクブロック40との間に介在する接合材50における信頼性を適切に向上させることができる。

【0116】

また、上記第1および第2実施形態において、ヒートシンクブロック（放熱ブロック）40は、発熱素子10と上側ヒートシンク30との間に介在設定されていたが、さらに発熱素子10と下側ヒートシンク20との間にもう一つヒートシンクブロックが介在設定

10

【0117】

また、本発明は、発熱素子と放熱ブロックとの間に介在する接合材における信頼性を適切に向上させるために、放熱ブロックについて寸法や形状などを規定したことを要部とするものであり、半導体装置においてその他の部分は、適宜設計変更してよいことはもちろんである。

【図面の簡単な説明】

【0118】

【図1】本発明の第1実施形態に係る半導体装置の概略断面構成を示す図である。

【図2】放熱ブロックの厚さを変化させた場合の発熱素子上の接合材に発生するせん断塑性ひずみを、FEM解析で求めた結果を示すグラフである。

【図3】放熱ブロックの端部形状を変化させた場合の発熱素子上の接合材に発生するせん断塑性ひずみを、FEM解析で求めた結果を示す図である。

【図4】図1中のヒートシンクブロック（放熱ブロック）の拡大図である。

【図5】本発明の第2実施形態に係る半導体装置の要部の概略断面構成を示す図である。

【図6】上記図5に示される半導体装置においてヒートシンクブロック（放熱ブロック）が傾いた状態を示す概略断面図である。

【図7】本発明の第3実施形態に係る半導体装置の概略断面構成を示す図である。

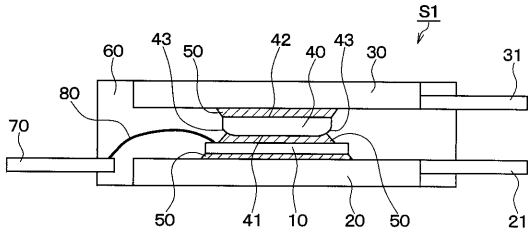
30

【符号の説明】

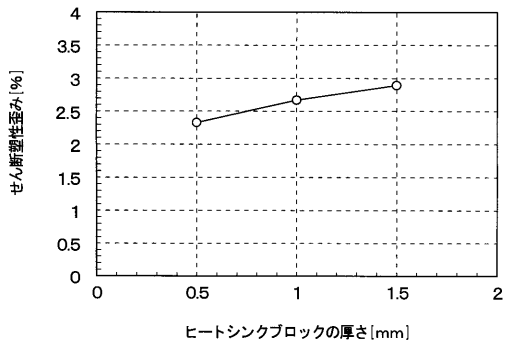
【0119】

- 10 ... 発熱素子としての半導体チップ、
- 20 ... 放熱板としての下側ヒートシンク、
- 30 ... 放熱板としての上側ヒートシンク、
- 40 ... 放熱ブロックとしてのヒートシンクブロック、
- 41 ... ヒートシンクブロックの下面、
- 42 ... ヒートシンクブロックの上面、
- 43 ... ヒートシンクブロックの端部、
- 50 ... 接合材、
- 60 ... 樹脂。

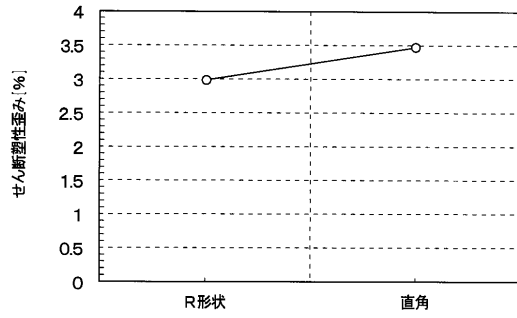
【図1】



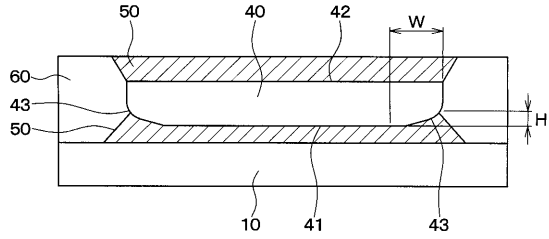
【図2】



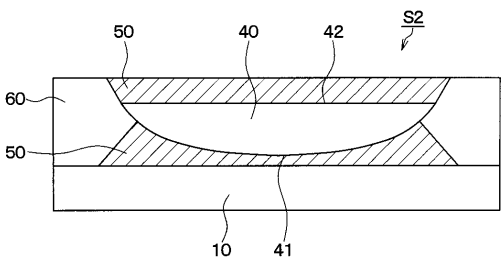
【図3】



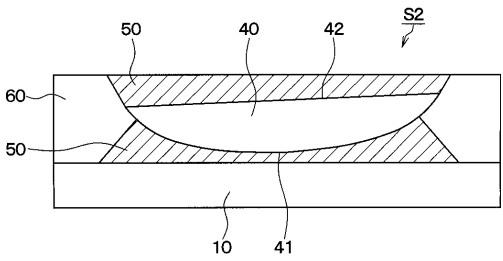
【図4】



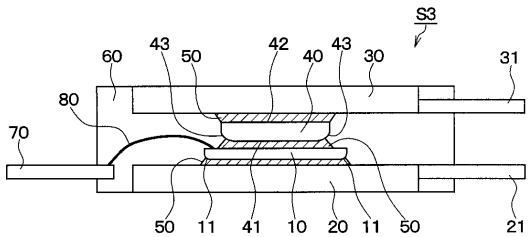
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 中瀬 好美
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

合議体

審判長 藤原 敬士

審判官 川真田 秀男

審判官 粟野 正明

(56)参考文献 特開2002-110893(JP,A)
特開平5-206340(JP,A)
特開平9-331150(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 23/36