

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4617209号  
(P4617209)

(45) 発行日 平成23年1月19日(2011.1.19)

(24) 登録日 平成22年10月29日(2010.10.29)

(51) Int.Cl. F I  
H O 1 L 23/36 (2006.01) H O 1 L 23/36 D

請求項の数 15 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2005-198288 (P2005-198288)	(73) 特許権者	000003218 株式会社豊田自動織機
(22) 出願日	平成17年7月7日(2005.7.7)		愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
(65) 公開番号	特開2007-19203 (P2007-19203A)	(73) 特許権者	000002004
(43) 公開日	平成19年1月25日(2007.1.25)		昭和電工株式会社
審査請求日	平成19年10月18日(2007.10.18)		東京都港区芝大門1丁目13番9号
		(74) 代理人	100083149 弁理士 日比 紀彦
		(74) 代理人	100060874 弁理士 岸本 瑛之助
		(74) 代理人	100079038 弁理士 渡邊 彰
		(74) 代理人	100069338 弁理士 清末 康子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放熱装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

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た放熱装置において、

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、かつ板状本体および板状本体の少なくとも一面に間隔をおいて形成された複数の突起からなる応力緩和部材が介在させられ、応力緩和部材が、絶縁基板およびヒートシンクに金属接合されている放熱装置。

【請求項2】

応力緩和部材の板状本体の一面にのみ複数の突起が形成されており、応力緩和部材の板状本体における突起が形成されていない面および突起の先端面のうちのいずれか一方が絶縁基板に金属接合されるとともに、同他方がヒートシンクに金属接合されている請求項1記載の放熱装置。

【請求項3】

応力緩和部材の板状本体における突起が形成された面に、高熱伝導性材料からなり、かつ突起を通す貫通穴を有する熱伝導板が積層されており、熱伝導板が、絶縁基板およびヒートシンクのうち突起の先端面が金属接合された側に金属接合されている請求項2記載の放熱装置。

【請求項4】

絶縁基板とヒートシンクとの間に、板状本体の一面にのみ複数の突起が形成された2つの

応力緩和部材が配置され、一方の応力緩和部材の板状本体における突起が形成されていない面が絶縁基板に金属接合されるとともに、他方の応力緩和部材の板状本体における突起が形成されていない面がヒートシンクに金属接合されおり、一方の応力緩和部材の突起が他方の応力緩和部材の突起間の間隙に位置するとともに、両応力緩和部材の突起の先端面がそれぞれ他の応力緩和部材の板状本体に金属接合されている請求項 1 記載の放熱装置。

【請求項 5】

突起が、板状本体に一体形成された中実柱状体からなる請求項 1 ~ 4 のうちのいずれかに記載の放熱装置。

【請求項 6】

突起が、板状本体に形成された貫通穴の周囲に一体形成された中空筒状体からなる請求項 1 ~ 4 のうちのいずれかに記載の放熱装置。

10

【請求項 7】

突起の横断面の外形が円形であり、突起の突出高さが突起の横断面の外径よりも大きくなっている請求項 1 ~ 6 のうちのいずれかに記載の放熱装置。

【請求項 8】

突起の横断面の外径が 0.8 mm 以上 1.5 mm 未満、突出高さが 0.8 mm を超え 1.5 mm 以下である請求項 7 記載の放熱装置。

【請求項 9】

突起の横断面の外形が円形であり、突起の突出高さが突起の横断面の外径よりも小さくなっている請求項 1 ~ 6 のうちのいずれかに記載の放熱装置。

20

【請求項 10】

突起の横断面の外径が 1.5 ~ 3 mm、突出高さが 0.5 ~ 0.8 mm である請求項 9 記載の放熱装置。

【請求項 11】

応力緩和部材の突起間の間隙に、高熱伝導性グリースまたは熱伝導樹脂が充填されている請求項 1 ~ 10 のうちのいずれかに記載の放熱装置。

【請求項 12】

絶縁基板が、発熱体搭載面とは反対側の面に金属層を備えており、この金属層に応力緩和部材が金属接合されている請求項 1 ~ 11 のうちのいずれかに記載の放熱装置。

【請求項 13】

高熱伝導性材料がアルミニウムからなる請求項 1 ~ 12 のうちのいずれかに記載の放熱装置。

30

【請求項 14】

金属接合がろう付によるものである請求項 1 ~ 13 のうちのいずれかに記載の放熱装置。

【請求項 15】

請求項 1 ~ 14 のうちのいずれかに記載の放熱装置と、放熱装置の絶縁基板の発熱体搭載面に搭載された半導体素子とを備えたパワーモジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は放熱装置に関し、さらに詳しくは、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おり、絶縁基板に搭載される半導体素子などの発熱体から発せられる熱をヒートシンクから放熱する放熱装置に関する。

40

【0002】

この明細書および特許請求の範囲において、「アルミニウム」という用語には、「純アルミニウム」と表現する場合を除いて、純アルミニウムの他にアルミニウム合金を含むものとする。

【背景技術】

【0003】

たとえば IGBT ( Insulated Gate Bipolar Transistor ) などの半導体素子を使用したパ

50

ワーモジュールにおいては、半導体素子から発せられる熱を効率良く放熱して、半導体素子の温度を所定温度以下に保つ必要がある。そこで、従来、酸化アルミニウム ( $Al_2O_3$ )、窒化アルミニウム ( $AlN$ ) などのセラミックからなりかつ一面が発熱体搭載面となされた絶縁基板と、アルミニウムまたは銅 (銅合金を含む。以下、同じ) などの高熱伝導性金属により形成され、かつ絶縁基板の他面にはんだ付けされたヒートシンクとを備えた放熱装置が用いられており、放熱装置の絶縁基板の発熱体搭載面に半導体素子のはんだ付けされることによってパワーモジュールが構成されていた。

【0004】

ところで、たとえばハイブリットカーなどに用いられるパワーモジュールにおいては、放熱装置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、上述した従来の放熱装置によれば、使用条件によっては、絶縁基板とヒートシンクとの線熱膨張係数の相違に起因して熱応力が発生し、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を接合しているはんだ層にクラックが生じたり、ヒートシンクの絶縁基板への接合面に反りが生じたりすることがあり、いずれの場合にも放熱性能が低下するという問題があった。

10

【0005】

そこで、このような問題を解決した放熱装置として、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ており、放熱体が、アルミニウム、銅などの高熱伝導性材料からなる1対の板状放熱体本体と、両放熱体本体間に介在させられたインバー合金などの低熱膨張材と

20

よりなるものが提案されている (特許文献1参照。)

しかしながら、特許文献1記載の放熱装置においては、高熱伝導性材料と低熱膨張材とからなる放熱体を用いる必要があるので、材料コストが高くなるという問題がある。さらに、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。

【特許文献1】特開2004-153075号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

この発明の目的は、上記問題を解決し、材料コストが安く、しかも放熱性能の優れた放熱装置を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、上記目的を達成するために以下の態様からなる。

【0008】

1) 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た放熱装置において、

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、かつ板状本体および板状本体の少なくとも一面に間隔をおいて形成された複数の突起からなる応力緩和部材が介在させられ、応力緩和部材が、絶縁基板およびヒートシンクに金属接合されている放熱装置

40

【0009】

2) 応力緩和部材の板状本体の一面にのみ複数の突起が形成されており、応力緩和部材の板状本体における突起が形成されていない面および突起の先端面のうちのいずれか一方が絶縁基板に金属接合されるとともに、同他方がヒートシンクに金属接合されている上記1)記載の放熱装置。

【0010】

3) 応力緩和部材の板状本体における突起が形成された面に、高熱伝導性材料からなり、かつ突起を通す貫通穴を有する熱伝導板が積層されており、熱伝導板が、絶縁基板およびヒートシンクのうち突起の先端面が金属接合された側に金属接合されている上記2)記載の

50

放熱装置。

【 0 0 1 1 】

4) 絶縁基板とヒートシンクとの間に、板状本体の一面にのみ複数の突起が形成された2つの応力緩和部材が配置され、一方の応力緩和部材の板状本体における突起が形成されていない面が絶縁基板に金属接合されるとともに、他方の応力緩和部材の板状本体における突起が形成されていない面がヒートシンクに金属接合されおり、一方の応力緩和部材の突起が他方の応力緩和部材の突起間の間隙に位置するとともに、両応力緩和部材の突起の先端面がそれぞれ他の応力緩和部材の板状本体に金属接合されている上記1)記載の放熱装置。

【 0 0 1 2 】

5) 突起が、板状本体に一体形成された中実柱状体からなる上記1)~4)のうちのいずれかに記載の放熱装置。

【 0 0 1 3 】

6) 突起が、板状本体に形成された貫通穴の周囲に一体形成された中空筒状体からなる上記1)~4)のうちのいずれかに記載の放熱装置。

【 0 0 1 4 】

7) 突起の横断面の外形が円形であり、突起の突出高さが突起の横断面の外径よりも大きくなっている上記1)~6)のうちのいずれかに記載の放熱装置。

【 0 0 1 5 】

8) 突起の横断面の外径が0.8mm以上1.5mm未満、突出高さが0.8mmを超え1.5mm以下である上記7)記載の放熱装置。

【 0 0 1 6 】

9) 突起の横断面の外形が円形であり、突起の突出高さが突起の横断面の外径よりも小さくなっている上記1)~6)のうちのいずれかに記載の放熱装置。

【 0 0 1 7 】

10) 突起の横断面の外径が1.5~3mm、突出高さが0.5~0.8mmである上記9)記載の放熱装置。

【 0 0 1 8 】

11) 応力緩和部材の突起間の間隙に、高熱伝導性グリースまたは熱伝導樹脂が充填されている上記1)~10)のうちのいずれかに記載の放熱装置。

【 0 0 1 9 】

12) 絶縁基板が、発熱体搭載面とは反対側の面に金属層を備えており、この金属層に応力緩和部材が金属接合されている上記1)~11)のうちのいずれかに記載の放熱装置。

【 0 0 2 0 】

13) 高熱伝導性材料がアルミニウムからなる上記1)~12)のうちのいずれかに記載の放熱装置。

【 0 0 2 1 】

14) 金属接合がろう付によるものである上記1)~13)のうちのいずれかに記載の放熱装置。

【 0 0 2 2 】

15) 上記1)~14)のうちのいずれかに記載の放熱装置と、放熱装置の絶縁基板の発熱体搭載面に搭載された半導体素子とを備えたパワーモジュール。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 3 】

上記1)の放熱装置によれば、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、かつ板状本体および板状本体の少なくとも一面に間隔をおいて形成された複数の突起からなる応力緩和部材が介在させられ、応力緩和部材が、絶縁基板およびヒートシンクに金属接合されているので、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、絶縁基板の発熱体搭載面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。しかも、絶縁基板とヒートシンクとの線熱膨張係数の相違に起因して、放熱装置に熱

10

20

30

40

50

応力が発生した場合にも、応力緩和部材の突起が変形し、これにより熱応力が緩和されるので、絶縁基板にクラックが生じたり、絶縁基板と応力緩和部材との接合部にクラックが生じたり、ヒートシンクの絶縁基板側の面に反りが生じたりすることが防止される。したがって、放熱性能が長期間にわたって維持される。また、応力緩和部材が、板状本体および板状本体の少なくとも一面に間隔をおいて形成された複数の突起からなるので、応力緩和部材のコストが比較的安くなり、その結果放熱装置の材料コストが安くなる。

【0024】

上記2)の放熱装置によれば、応力緩和部材の板状本体の一面にのみ複数の突起が形成されており、応力緩和部材の板状本体における突起が形成されていない面および突起の先端面のうちのいずれか一方が絶縁基板に金属接合されるとともに、同他方がヒートシンクに金属接合されているので、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、絶縁基板の発熱体搭載面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。しかも、絶縁基板とヒートシンクとの線熱膨張係数の相違に起因して、放熱装置に熱応力が発生した場合にも、応力緩和部材の突起が変形し、これにより熱応力が緩和されるので、絶縁基板にクラックが生じたり、絶縁基板と応力緩和部材との接合部にクラックが生じたり、ヒートシンクの絶縁基板側の面に反りが生じたりすることが防止される。したがって、放熱性能が長期間にわたって維持される。また、応力緩和部材が、板状本体および板状本体の一面のみに形成された複数の突起からなるので、応力緩和部材のコストが比較的安くなり、その結果放熱装置の材料コストが安くなる。

【0025】

上記3)の放熱装置によれば、熱伝導板の働きによって絶縁基板とヒートシンクとの間の伝熱面積が増大するので、絶縁基板とヒートシンクとの間の熱伝導性が一層優れたものになり、絶縁基板の発熱体搭載面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。しかも、絶縁基板とヒートシンクとの線熱膨張係数の相違に起因して、放熱装置に熱応力が発生した場合にも、貫通穴の働きにより熱伝導板が変形し、これによっても熱応力が緩和される。

【0026】

上記4)の放熱装置によれば、2つの応力緩和部材の働きによって絶縁基板とヒートシンクとの間の伝熱面積が増大するので、絶縁基板とヒートシンクとの間の熱伝導性が一層優れたものになり、絶縁基板の発熱体搭載面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。しかも、絶縁基板とヒートシンクとの線熱膨張係数の相違に起因して、放熱装置に熱応力が発生した場合にも、両応力緩和部材の突起が変形し、これにより熱応力が緩和されるので、絶縁基板にクラックが生じたり、絶縁基板と応力緩和部材との接合部にクラックが生じたり、ヒートシンクの絶縁基板側の面に反りが生じたりすることが防止される。

【0027】

上記7)および8)の放熱装置によれば、放熱装置に熱応力が発生した場合の突起の変形度が大きくなり、放熱装置に発生する熱応力が比較的大きい場合にも、熱応力を緩和することができる。

【0028】

上記9)および10)の放熱装置の場合、放熱装置に熱応力が発生した場合の突起の変形度は小さくなるが、放熱装置に発生する熱応力が比較的小さい場合には、十分熱応力を緩和することができる。

【0029】

上記11)の放熱装置によれば、応力緩和部材の突起間の間隙に充填された高熱伝導性グリースまたは熱伝導樹脂の働きにより、絶縁基板とヒートシンクとの間の熱伝導性が一層優れたものになり、絶縁基板の発熱体搭載面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。

【0030】

上記14)の放熱装置によれば、応力緩和部材が絶縁基板およびヒートシンクにろう付さ

10

20

30

40

50

れているので、応力緩和部材と絶縁基板、および応力緩和部材とヒートシンクとを同時に接合することができ、製作する際の作業性が向上する。特許文献1記載の放熱装置においては、絶縁基板と放熱体とをはんだ付けした後に放熱体とヒートシンクとをねじ止めする必要があり、製作の際の作業性が悪い。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

以下、この発明の実施形態を、図面を参照して説明する。なお、以下の説明において、図1、図3および図5の上下、左右を上下、左右というものとする。また、全図面を通じて同一部分および同一物には同一符号を付して重複する説明を省略する。

【0032】

実施形態1

この実施形態は図1および図2に示すものである。

【0033】

図1は実施形態1の放熱装置を用いたパワーモジュールの一部分を示し、図2は実施形態1の放熱装置の応力緩和部材を示す。

【0034】

図1において、パワーモジュールは、放熱装置(1)と、放熱装置(1)に搭載された、たとえばIGBTなどの半導体素子(2)とを備えている。

【0035】

放熱装置(1)は、上面が発熱体搭載面となされた絶縁基板(3)と、絶縁基板(3)の下面に接合された応力緩和部材(4)と、応力緩和部材(4)の下面に接合されたヒートシンク(5)とを備えている。

【0036】

絶縁基板(3)は、必要とされる絶縁特性、熱伝導率および機械的強度を満たしていれば、どのような絶縁材料から形成されていてもよいが、たとえばセラミックから形成される場合、酸化アルミニウムや窒化アルミニウムが用いられる。絶縁基板(3)上面の発熱体搭載面に回路層(6)が形成され、回路層(6)上に半導体素子(2)が接合されている。この接合は、たとえばはんだ付けにより行われる。はんだ層の図示は省略する。回路層(6)は導電性に優れたアルミニウム、銅などの金属により形成されるが、電気伝導率が高く、変形能が高く、しかも半導体素子とのはんだ付け性に優れた純度の高い純アルミニウムにより形成されていることが好ましい。また、絶縁基板(3)の下面に金属層(7)が形成され、金属層(7)に応力緩和部材(4)がろう付されている。ろう材層の図示は省略する。金属層(7)は、熱伝導性に優れたアルミニウム、銅などの金属により形成されるが、熱伝導率が高く、変形能が高く、しかも熔融したろう材との濡れ性に優れた純度の高い純アルミニウムにより形成されていることが好ましい。そして、絶縁基板(3)、回路層(6)および金属層(7)によりパワーモジュール用基板(8)が構成されている。

【0037】

図2に示すように、応力緩和部材(4)は高熱伝導性材料、ここではアルミニウムからたとえば冷間鍛造により形成されたものであり、板状本体(10)と、板状本体(10)の上面に千鳥配置状に間隔をおいて形成された複数の中実円柱状突起(11)とからなる。そして、突起(11)の先端面が金属層(7)にろう付され、板状本体(10)の下面がヒートシンク(5)にろう付されている。応力緩和部材(4)は、熱伝導率が高く、ろう付時の加熱により強度が低下して変形能が高く、しかも熔融したろう材との濡れ性に優れた純度99%以上、望ましく純度99.5%以上の純アルミニウムにより形成されているのがよい。

【0038】

板状本体(10)の肉厚は0.5~3mmであることが好ましい。板状本体(10)の肉厚が薄すぎると、絶縁基板(3)とヒートシンク(5)との熱膨張係数の相違に起因して放熱装置(1)に熱応力が発生した場合の応力緩和部材(4)の変形が不十分になって、応力緩和部材(4)による応力緩和性能が十分ではなくなるおそれがあり、この肉厚が厚すぎると、熱伝導性が低下して放熱性能が低下するおそれがあるからである。

10

20

30

40

50

## 【0039】

放熱装置(1)に発生する熱応力が比較的大きい場合には、突起(11)の突出高さが横断面の外径よりも大きくなっていることが好ましく、突起(11)の突出高さは0.8mmを超え1.5mm以下であり、横断面の外径は0.8mm以上1.5mm未満であることがより好ましい。突起(11)の突出高さが低すぎ、かつ突起(11)の横断面の外径が大きすぎると、絶縁基板(3)とヒートシンク(5)との熱膨張係数の相違に起因して放熱装置(1)に熱応力が発生した場合の応力緩和部材(4)の変形が不十分になって、応力緩和部材(4)による応力緩和性能が十分ではなくなるおそれがあり、突起(11)の突出高さが高すぎ、かつ突起(11)の横断面の外径が小さすぎると、熱伝導性が低下して放熱性能が低下するおそれがあるからである。

10

## 【0040】

また、放熱装置(1)に発生する熱応力が比較的小さい場合には、突起(11)の突出高さが横断面の外径よりも小さくなっていることが好ましく、突起(11)の突出高さは0.5~0.8mm、横断面の外径は1.5~3mmであることがより好ましい。突起(11)の突出高さが低すぎ、かつ突起(11)の横断面の外径が大きすぎると、絶縁基板(3)とヒートシンク(5)との熱膨張係数の相違に起因して放熱装置(1)に熱応力が発生した場合の応力緩和部材(4)の変形が不十分になって、応力緩和部材(4)による応力緩和性能が十分ではなくなるおそれがあり、突起(11)の突出高さが高すぎ、かつ突起(11)の横断面の外径が小さすぎると、熱伝導性が低下して放熱性能が低下するおそれがあるからである。

## 【0041】

ヒートシンク(5)は、複数の冷却流体通路(12)が並列状に設けられた偏平中空状であり、熱伝導性に優れるとともに、軽量であるアルミニウムにより形成されていることが好ましい。冷却流体としては、液体および気体のいずれを用いてもよい。

20

## 【0042】

応力緩和部材(4)と、パワーモジュール用基板(8)の金属層(7)およびヒートシンク(5)とのろう付は、たとえば次のようにして行われる。すなわち、応力緩和部材(4)を上記純アルミニウムのベア材により形成する。ついで、パワーモジュール用基板(8)、応力緩和部材(4)およびヒートシンク(5)を積層状に配置する。このとき、応力緩和部材(4)と、パワーモジュール用基板(8)の金属層(7)およびヒートシンク(5)との間に、それぞれAl-Si系合金、Al-Si-Mg系合金などからなるシート状アルミニウムろう材を介在させておく。シート状アルミニウムろう材の厚みは10~200μm程度であることが好ましい。この厚みが薄すぎるとろう材の供給不足となつてろう付不良を起こすおそれがあり、この厚みが厚すぎるとろう材過多となつてポイドの発生や熱伝導性の低下を招くおそれがある。

30

## 【0043】

ついで、パワーモジュール用基板(8)、応力緩和部材(4)およびヒートシンク(5)を適当な治具により拘束し、接合面に適当な荷重を加えながら、真空雰囲気中または不活性ガス雰囲気中において、570~600に加熱する。こうして、応力緩和部材(4)と、パワーモジュール用基板(8)の金属層(7)およびヒートシンク(5)とが同時にろう付される。

## 【0044】

上述したパワーモジュールは、たとえば電動モータを駆動源の一部とするハイブリッドカーなどの車両に適用されることにより、車両の運転状況に応じて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(2)から発せられた熱は、パワーモジュール用基板(8)および応力緩和部材(4)を介してヒートシンク(5)に伝えられ、冷却流体通路(12)内を流れる冷却流体に放熱される。

40

## 【0045】

半導体素子(2)から発せられた熱がヒートシンク(5)に伝わった際には、絶縁基板(3)およびヒートシンク(5)は高温となり、熱膨張をする。一方、半導体素子(2)からの発熱が停止すると、絶縁基板(3)およびヒートシンク(5)の温度は常温まで低下し、熱収縮する。そして、絶縁基板(3)とヒートシンク(5)との線熱膨張係数の相違に起因して、上述した熱膨

50

張および熱収縮の際に、放熱装置に、図1の左右方向、および図1の紙面表裏方向に熱応力が発生する。しかしながら、応力緩和部材(4)の突起(11)が、その横断面の外径が膨張、収縮するように変形し、これにより熱応力が緩和されるので、絶縁基板(3)にクラックが生じたり、絶縁基板(3)と応力緩和部材(4)との接合部にクラックが生じたり、ヒートシンク(5)の上面に反りが生じたりすることが防止される。したがって、放熱性能が長期間にわたって維持される。

#### 【0046】

上述した実施形態1において、応力緩和部材(4)の突起(11)は中実の円柱状であるが、これに限定されるものではなく、中実の柱状であれば、その横断面の外形は適宜変更可能であり、たとえば角柱状であってもよい。また、パワーモジュール用基板(8)の金属層(7)と、応力緩和部材(4)の板状本体(10)との間において、突起(11)間の間隙に高熱伝導性グリースまたは熱伝導樹脂が充填されていることが好ましい。高熱伝導性グリースとしては、たとえばシリコン系グリース、銀ペースト、導電性ペーストなどが用いられ、熱伝導樹脂としては、たとえばエポキシ樹脂が用いられる。この場合、パワーモジュール用基板(8)からヒートシンク(5)への熱伝導性が向上し、放熱性能が優れたものになる。

#### 【0047】

#### 実施形態2

この実施形態は図3および図4に示すものである。

#### 【0048】

図3は実施形態2の放熱装置を用いたパワーモジュールの一部分を示し、図4は実施形態2の放熱装置の応力緩和部材を示す。

#### 【0049】

図3および図4において、放熱装置(15)におけるパワーモジュール用基板(8)とヒートシンク(5)との間に、実施形態1と同様な構成の応力緩和部材(4)と、高熱伝導性材料、ここではアルミニウムからなり、かつ応力緩和部材(4)の突起(11)を通す複数の貫通穴(17)を有する熱伝導板(16)とが配置されている。なお、実施形態2において、応力緩和部材(4)の突起(11)は千鳥配置状に形成されておらず、縦横に並んで形成されている。熱伝導板(16)は、貫通穴(17)に突起(11)を通した状態で、応力緩和部材(4)における板状本体(10)の上面に配置されており、パワーモジュール用基板(8)の金属層(7)にろう付されている。突起(11)の外周面と、貫通穴(17)の内周面との間には隙間が存在している。また、応力緩和部材(4)の板状本体(10)の上面と熱伝導板(16)の下面との間にも隙間が存在している(図3参照)。応力緩和部材(4)の板状本体(10)の上面と熱伝導板(16)の下面との間に隙間を形成するには、金属層(7)と応力緩和部材(4)および熱伝導板(16)のろう付、ならびに応力緩和部材(4)とヒートシンク(5)とのろう付を、図3に示す場合とは上下逆向きに行えばよい。なお、応力緩和部材(4)の板状本体(10)の上面と熱伝導板(16)の下面との間の隙間は必ずしも必要とせず、熱伝導板(16)と応力緩和部材(4)の板状本体(10)とがろう付されていてもよい。

#### 【0050】

熱伝導板(16)は、熱伝導率が高く、ろう付時の加熱により強度が低下して変形能が高く、しかも溶融したろう材との濡れ性に優れた純度99%以上、望ましく純度99.5%以上の純アルミニウムにより形成されているのがよい。

#### 【0051】

熱伝導板(16)と金属層(7)とのろう付は、実施形態1における突起(11)の先端面を金属層にろう付するシート状アルミニウムろう材を用いて行われる。また、熱伝導板(16)と板状本体(10)とのろう付は、Al-Si系合金、Al-Si-Mg系合金などからなり、かつ突起(11)が通される複数の貫通穴を有するシート状アルミニウムろう材を、熱伝導板(16)と板状本体(10)との間に介在させることにより行われる。

#### 【0052】

実施形態2の放熱装置(15)の場合、突起(11)の外周面と貫通穴(17)の内周面との間の隙間、および応力緩和部材(4)の板状本体(10)の上面と熱伝導板(16)の下面との間の隙間に

10

20

30

40

50

、実施形態 1 の場合と同様な高熱伝導性グリースまたは熱伝導樹脂が充填されていることが好ましい。

【 0 0 5 3 】

なお、実施形態 2 の放熱装置(15)の場合、熱伝導板(16)を、純度 99%以上、望ましく純度 99.5%以上の純アルミニウムからなる芯材と、芯材の両面を被覆するアルミニウムろう材製皮材とからなるアルミニウムブレージングシートにより形成しておき、熱伝導板(16)と金属層(7)とのろう付をブレージングシートの皮材を用いて行ってもよい。上記アルミニウムブレージングシートの皮材としては、たとえば Al-Si 系合金、Al-Si-Mg 系合金などが用いられる。また、皮材の厚みは 10 ~ 200 μm 程度であることが好ましい。この厚みが薄すぎるとろう材の供給不足となつてろう付不良を起こすおそれがあり、この厚みが厚すぎるとろう材過多となつてボイドの発生や熱伝導性の低下を招くおそれがある。

10

【 0 0 5 4 】

実施形態 3

この実施形態は図 5 および図 6 に示すものである。

【 0 0 5 5 】

図 5 は実施形態 3 の放熱装置を用いたパワーモジュールの一部分を示し、図 6 は実施形態 3 の放熱装置の応力緩和部材を示す。

【 0 0 5 6 】

図 5 および図 6 において、放熱装置(20)におけるパワーモジュール用基板(8)とヒートシンク(5)との間に、実施形態 1 と同様な構成の応力緩和部材(4)が 2 つ配置されている。上側の応力緩和部材(4)は突起(11)が下向きとなるように配置され、下側の応力緩和部材(4)は突起(11)が上向きとなるように配置されている。なお、実施形態 3 において、両応力緩和部材(4)の突起(11)は千鳥配置状に形成されておらず、縦横に並んで形成されている。そして、上側応力緩和部材(4)の板状本体(10)の上面がパワーモジュール用基板(8)の金属層(7)にろう付されるとともに、下側応力緩和部材(4)の板状本体(10)の下面がヒートシンク(5)にろう付されている。これらのろう付は、シート状アルミニウムろう材を用いて行われる。また、両応力緩和部材(4)の突起(11)は互いに干渉しないように形成されており、上側応力緩和部材(4)の突起(11)先端面は下側応力緩和部材(4)の板状本体(10)上面に、下側応力緩和部材(4)の突起(11)先端面は上側応力緩和部材(4)の板状本体(10)下面にそれぞれろう付されている。これらのろう付は、Al-Si 系合金、Al-Si-Mg 系合金などからなり、かつ突起(11)が通される複数の貫通穴を有するシート状アルミニウムろう材を、両応力緩和部材(4)の板状本体(10)と突起(11)の先端面との間に介在させることにより行われる。

20

30

【 0 0 5 7 】

実施形態 3 の放熱装置(20)の場合、上下両応力緩和部材(4)間において、突起(11)間の隙間に、実施形態 1 の場合と同様な高熱伝導性グリースまたは熱伝導樹脂が充填されていることが好ましい。

【 0 0 5 8 】

上記実施形態 1 ~ 3 において、パワーモジュール用基板(8)の絶縁基板(3)の下面には金属層(7)が形成されているが、これに限定されるものではなく、金属層は必ずしも必要としない。そして、実施形態 1 および 3 の放熱装置(1)(15)の場合には、応力緩和部材(4)が絶縁基板(3)に直接ろう付され、実施形態 2 の放熱装置(20)の場合には、応力緩和部材(4)および熱伝導板(16)が絶縁基板に直接ろう付される。

40

【 0 0 5 9 】

図 7 は実施形態 1 ~ 3 の放熱装置(1)(15)(20)に用いられる応力緩和部材の変形例を示す。

【 0 0 6 0 】

図 7 に示す応力緩和部材(25)は高熱伝導性材料、ここではアルミニウムからたとえばプレス加工により形成されたものであり、複数の貫通穴(27)が千鳥配置状に間隔をおいて形

50

成された板状本体(26)と、板状本体(26)の貫通穴(27)の周囲に立ち上がり状に一体形成された中空円筒状の突起(28)とからなる。

【0061】

板状本体(26)の肉厚は0.5～3mmであることが好ましい。板状本体(26)の肉厚が薄すぎると、絶縁基板(3)とヒートシンク(5)との熱膨張係数の相違に起因して放熱装置(1)(15)(20)に熱応力が発生した場合の応力緩和部材(25)の変形が不十分になって、応力緩和部材(25)による応力緩和性能が十分ではなくなるおそれがあり、この肉厚が厚すぎると、熱伝導性が低下して放熱性能が低下するおそれがあるからである。

【0062】

放熱装置(1)(15)(20)に発生する熱応力が比較的大きい場合には、突起(28)の突出高さが横断面の外径よりも大きくなっていることが好ましく、突起(28)の突出高さは0.8mmを超え1.5mm以下であり、横断面の外径は0.8mm以上1.5mm未満であることがより好ましい。突起(28)の突出高さが低すぎ、かつ突起(28)の横断面の外径が大きすぎると、絶縁基板(3)とヒートシンク(5)との熱膨張係数の相違に起因して放熱装置(1)(15)(20)に熱応力が発生した場合の応力緩和部材(25)の変形が不十分になって、応力緩和部材(25)による応力緩和性能が十分ではなくなるおそれがあり、突起(28)の突出高さが高すぎ、かつ突起(28)の横断面の外径が小さすぎると、熱伝導性が低下して放熱性能が低下するおそれがあるからである。

【0063】

また、放熱装置(1)(15)(20)に発生する熱応力が比較的小さい場合には、突起(28)の突出高さが横断面の外径よりも小さくなっていることが好ましく、突起(28)の突出高さは0.5～0.8mm、横断面の外径は1.5～3mmであることがより好ましい。突起(28)の突出高さが低すぎ、かつ突起(28)の横断面の外径が大きすぎると、絶縁基板(3)とヒートシンク(5)との熱膨張係数の相違に起因して放熱装置(1)(15)(20)に熱応力が発生した場合の応力緩和部材(25)の変形が不十分になって、応力緩和部材(25)による応力緩和性能が十分ではなくなるおそれがあり、突起(28)の突出高さが高すぎ、かつ突起(28)の横断面の外径が小さすぎると、熱伝導性が低下して放熱性能が低下するおそれがあるからである。

【0064】

応力緩和部材(25)は、純度99%以上、望ましく純度99.5%以上の純アルミニウムにより形成されているのがよい。

【0065】

この応力緩和部材(25)を用いる場合、実施形態1～3で述べたように、高熱伝導性グリースまたは熱伝導樹脂が充填されていることに加えて、突起(28)内に高熱伝導性グリースまたは熱伝導樹脂が充填されていることが好ましい。

【0066】

なお、図7に示す応力緩和部材(25)を、純度99%以上、望ましく純度99.5%以上の純アルミニウムからなる芯材と、芯材の両面を被覆するアルミニウムろう材製皮材とからなるアルミニウムブレイジングシートにより形成しておき、応力緩和部材(25)のろう付を、アルミニウムブレイジングシートの皮材を用いて行ってもよい。なお、皮材としては、たとえばAl-Si系合金、Al-Si-Mg系合金などが用いられる。また、皮材の厚みは10～200μm程度であることが好ましい。この厚みが薄すぎるとろう材の供給不足となつてろう付不良を起こすおそれがあり、この厚みが厚すぎるとろう材過多となつてボイドの発生や熱伝導性の低下を招くおそれがある。

【0067】

図8は実施形態2の放熱装置(15)に用いられる応力緩和部材および熱伝導板のの変形例を示す。

【0068】

図8において、応力緩和部材(30)の板状本体(10)の上面に形成された突起(31)は中実角柱状であり、熱伝導板(32)にはこの突起(31)を通す複数の角形貫通穴(33)が形成されている。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図1】この発明による放熱装置の実施形態1を示し、放熱装置を用いたパワーモジュールの一部分を示す垂直断面図である。

【図2】図1の放熱装置に用いられる応力緩和部材を示す斜視図である。

【図3】この発明による放熱装置の実施形態2を示す図1相当の図である。

【図4】図3の放熱装置に用いられる応力緩和部材および熱伝導板を示す斜視図である。

【図5】この発明による放熱装置の実施形態3を示す図1相当の図である。

【図6】図5の放熱装置に用いられる応力緩和部材を示す斜視図である。

【図7】実施形態1～3の放熱装置に用いられる応力緩和部材の変形例を示す一部切り欠き斜視図である。

10

【図8】実施形態2の放熱装置に用いられる応力緩和部材および熱伝導板の変形例を示す斜視図である。

【符号の説明】

【0070】

(1)(15)(20)：放熱装置

(2)：半導体素子

(3)：絶縁基板

(4)(25)(30)：応力緩和部材

(5)：ヒートシンク

(7)：金属層

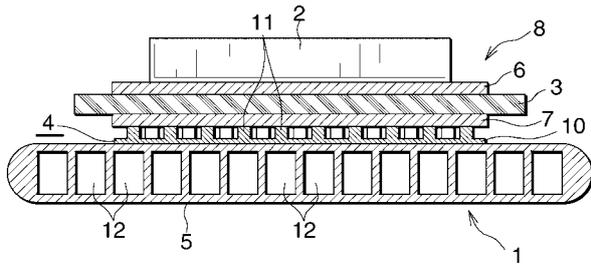
(10)(26)：板状本体

(11)(28)(31)：突起

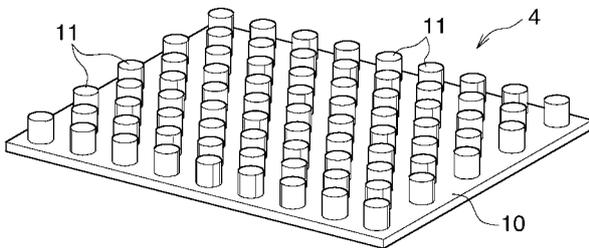
(16)(32)：熱伝導板

20

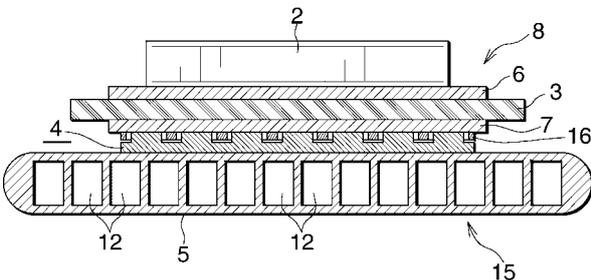
【図1】



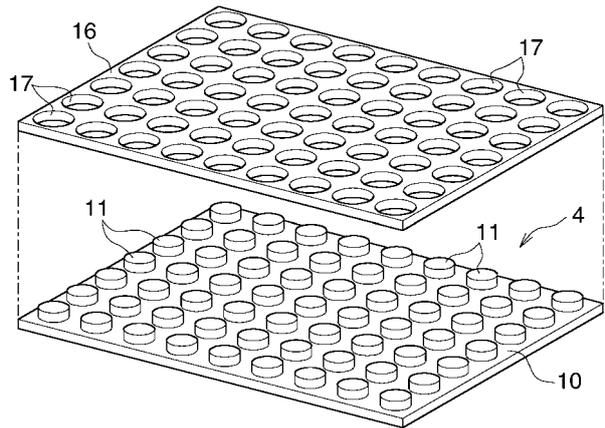
【図2】



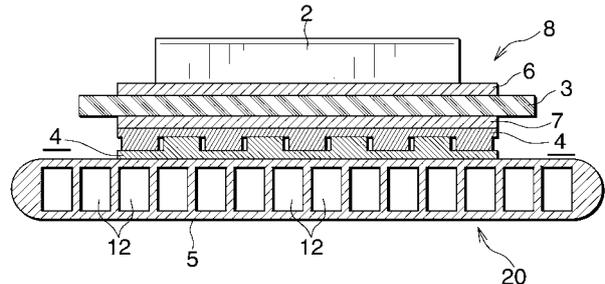
【図3】



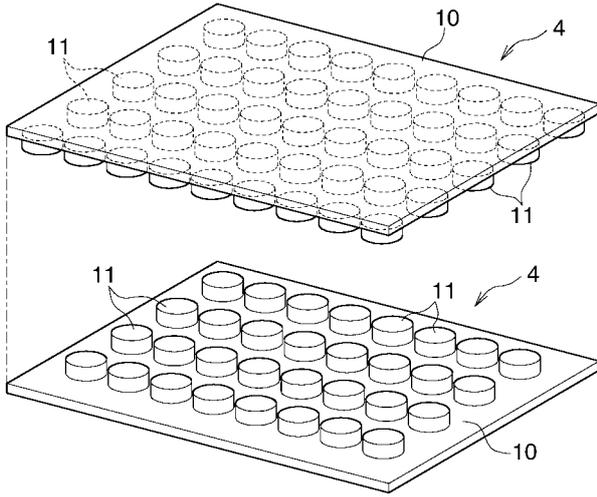
【図4】



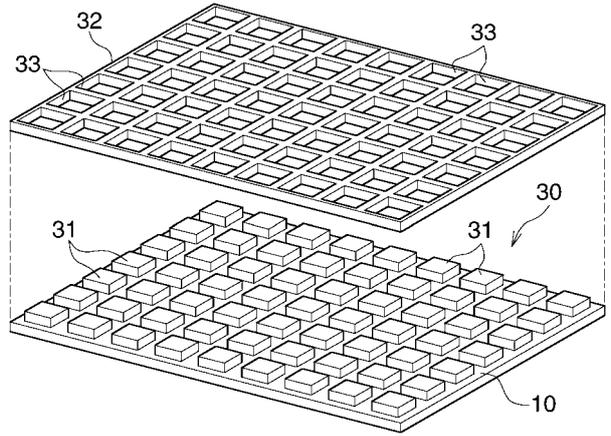
【図5】



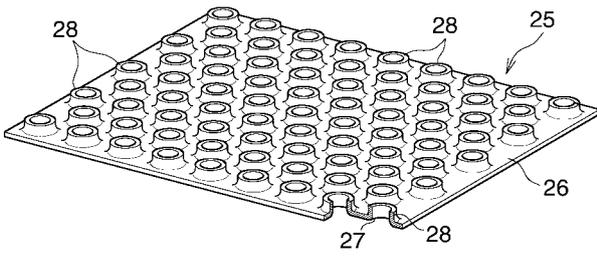
【図 6】



【図 8】



【図 7】



## フロントページの続き

- (72)発明者 大年 浩太  
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 河野 栄次  
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 藤 敬司  
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 田中 勝章  
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 古川 裕一  
栃木県小山市犬塚1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1丁目480番地 昭和電工株式会社 小山事業所内
- (72)発明者 星野 良一  
栃木県小山市犬塚1丁目480番地 昭和電工株式会社 小山事業所内
- (72)発明者 若林 信弘  
栃木県小山市犬塚1丁目480番地 昭和電工株式会社 小山事業所内
- (72)発明者 中川 信太郎  
栃木県小山市犬塚1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 特開平4 - 123441 (JP, A)  
特開平4 - 71256 (JP, A)  
特開平2 - 102565 (JP, A)  
特開平3 - 253063 (JP, A)  
特開2004 - 87612 (JP, A)  
特開2000 - 82887 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 23/36  
H05k 1/02