



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

被放熱体の熱を放熱させる放熱体の製造方法であって、  
純Cu，又はCu合金からなる板状体同士の間、該板状体の熱膨張係数より低い材質からなり、かつ一方の面と他方の面とに亘る厚み方向と連絡し、かつ該厚み方向と交差方向で互いに連なる連絡開口部を有して設けられた低熱膨張材を配した後、  
前記各板状体により前記低熱膨張材を挟持した状態で、前記板状体同士の間、純Cu，又はCu合金からなる溶湯を注入し、前記低熱膨張材を鑄包むことを特徴とする放熱体の製造方法。

## 【請求項 2】

被放熱体の熱を放熱させる放熱体であって、  
放熱体本体と、該放熱体本体の熱膨張係数より低い材質からなる低熱膨張材とを備え、  
前記放熱体本体は、純Cu，又はCu合金からなる板状体、及び鑄造体を少なくとも備えた積層体をなし、かつ前記板状体が前記放熱体本体の各最外層に各々配設された構成をなし、  
前記低熱膨張材は、一方の面と他方の面とに亘る厚み方向と連絡し、かつ該厚み方向と交差方向で互いに連なる連絡開口部を有し、かつ前記板状体同士の間、前記連絡開口部を介して前記鑄造体により鑄包まれて配設されていることを特徴とする放熱体。

## 【請求項 3】

請求項 2 記載の放熱体において、  
前記板状体が圧延材であることを特徴とする放熱体。

## 【請求項 4】

請求項 2 又は 3 に記載の放熱体において、  
前記各板状体の厚さは、放熱体において、被放熱体側の熱膨張係数が放熱体側の熱膨張係数より小さいとき、被放熱体側の板状体の厚さを放熱体側の板状体の厚さより厚く形成する一方、  
被放熱体側の熱膨張係数が放熱体側の熱膨張係数より大きいとき、被放熱体側の板状体の厚さを放熱体側の板状体の厚さより薄く形成することを特徴とする放熱体。

## 【請求項 5】

請求項 2 から 4 のいずれかに記載の放熱体において、  
前記低熱膨張材は、帯状の単位板状体を同列位置で互いに組付けて前記連絡開口部を連続的に有する連鎖状体に形成し、該連鎖状体を同一平面上で複数列設けるとともに、互いに隣接する列毎に前記連絡開口部の位置をずらして配設することを特徴とする放熱体。

## 【請求項 6】

絶縁基板と、該絶縁基板の一方の面側に設けられた放熱体とを備えたパワーモジュール用基板であって、  
前記放熱体は、請求項 2 から 5 のいずれかに記載の放熱体であることを特徴とするパワーモジュール用基板。

## 【請求項 7】

請求項 6 記載のパワーモジュール用基板において、  
前記絶縁基板の前記一方の面に金属層を、他方の面に回路層を各々備え、前記金属層及び前記回路層は、純Al，Al合金，純Cu，又はCu合金からなることを特徴とするパワーモジュール用基板。

## 【請求項 8】

請求項 6 又は 7 に記載のパワーモジュール用基板の前記絶縁基板の他方の面側に、チップを搭載してなることを特徴とするパワーモジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

この発明は、被放熱体の熱を放熱させる放熱体の製造方法及び放熱体並びにこの放熱体を

10

20

30

40

50

用いたパワーモジュール用基板及びパワーモジュールに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体装置としてのパワーモジュールは、一般に、半導体チップがパワーモジュール用基板に搭載され、半導体チップの熱がパワーモジュール用基板に伝導されることから、パワーモジュール用基板に伝わる熱を放熱する必要がある。

このような被放熱体としてのパワーモジュール用基板は、セラミックス材料からなる絶縁基板（セラミックス基板）に金属薄板が直接積層され、この金属薄板に可塑性多孔質金属層を介し、ヒートシンクからなる放熱体が積層接着される（例えば、特許文献1参照）。可塑性多孔質金属層は、気孔率20～50%のCuの多孔質焼結体であって、絶縁基板が、これに搭載されている半導体チップからの熱を受けたとき、その熱変形を吸収する応力緩和層をなす構成であり、これにより、絶縁基板及び放熱体の反りや割れを防止できて、放熱体が良好な放熱作用を果たすこともできるようになっている。

10

【0003】

【特許文献1】

特開平8-335652号公報（第4-12頁、図1～図5）

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、前記従来では、被放熱体としてのパワーモジュール用基板に設けられた可塑性多孔質金属層が、絶縁基板や放熱体の熱変形を吸収するので、絶縁基板と放熱体との熱膨張係数が異なっても、絶縁基板、放熱体に反りや割れが起こるのを防止できるようにしているものの、絶縁基板と放熱体との間に可塑性多孔質金属層が介在しているため、その分だけ熱抵抗が上昇して熱伝導率が低下してしまい、そのため、放熱体の放熱効果が悪くなっていた。

20

【0005】

一般に、放熱体は、被放熱体との間で互いに熱膨張係数の異なる材質で構成する場合、両者の熱膨張係数の差による反りを防止するために、両者の熱膨張係数を合わせることが容易に考えられる。この場合、熱膨張係数の低い方（被放熱体）に合わせることになるが、そうすると、反りを低減できる反面、その分だけ熱伝導率が低下して放熱効果の低下をきたしてしまい、反り対策と良好な放熱効果との双方を兼ね備えたものの要請に応えることができない問題があった。

30

【0006】

この発明は、このような事情を考慮してなされたもので、その目的は、被放熱体と間で熱膨張係数差があっても、これに拘わることなく反りを低減することができるとともに、熱伝導率が低下することも抑制することができる放熱体の製造方法及び放熱体並びにこの放熱体を用いたパワーモジュール用基板及びパワーモジュールを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するために、この発明は以下の手段を提案している。

請求項1に係る発明は、被放熱体の熱を放熱させる放熱体の製造方法であって、純Cu、又はCu合金からなる板状体同士の間、該板状体の熱膨張係数より低い材質からなり、かつ一方の面と他方の面とに亘る厚み方向と連絡し、かつ該厚み方向と交差方向で互いに連なる連絡開口部を有して設けられた低熱膨張材を配した後、前記各板状体により前記低熱膨張材を挟持した状態で、前記板状体同士の間、純Cu、又はCu合金からなる溶湯を注入し、前記低熱膨張材を鑄包むことを特徴とする。

40

【0008】

この発明に係る放熱体の製造方法によれば、前記低熱膨張材を放熱体本体に鑄包む際に予め、板状体により低熱膨張材を挟持しておき、この状態で板状体同士の間、溶湯を注入して、前記低熱膨張材を放熱体本体に鑄包むため、放熱体の厚み方向及び沿面方向に対する低熱膨張材の配設位置が高精度に位置決めされる。すなわち、低熱膨張材を放熱体本体に

50

鑄包む際に、低熱膨張材に作用する溶湯の注入圧により、低熱膨張材の放熱体本体に対する配設位置がずれ易いことになるが、この際、低熱膨張材は板状体により狭持されているので、前記注入圧による低熱膨張材の前記配設位置のずれ発生が抑制されることになる。これにより、熱膨張係数、熱伝導率等の特性を安定させてパワーモジュール用基板を形成することができ、量産品質を確保できるようになる。さらに併せて、低熱膨張材の前記位置ずれに起因した、低熱膨張材の放熱体（本体）表面への露出も抑制されるため、被放熱体が載置される放熱体本体表面が平滑面となり、絶縁基板と放熱体とを良好に密着させることができ、被放熱体からの熱を放熱体に良好に伝導できるようになる。

また、放熱体と、この放熱体の熱膨張係数と異なる熱膨張係数の被放熱体とをはんだ接合した際に放熱体に発生する反りと略同等且つ反対方向の反りが、低熱膨張材を鑄包む際に放熱体に生じるように、板状体の厚さを各別に異ならせる設定を容易に行うことができるようになる。このように板状体の厚さを各別に設定することにより、低熱膨張材を鑄包む際に放熱体に発生した反りと、この放熱体と被放熱体とをはんだ接合した際に放熱体に発生しようとする反りとが互いに相殺し合い、結果として放熱体と被放熱体との双方が平坦となり、被放熱体と放熱体との密着性が確保されることになるため、被放熱体の熱を放熱体に確実に伝導できるようになる。

さらに、板状体、及び溶湯が純Cu又はCu合金であるので容易且つ低コストで形成することができる。

#### 【0009】

請求項2に係る発明は、被放熱体の熱を放熱させる放熱体であって、放熱体本体と、該放熱体本体の熱膨張係数より低い材質からなる低熱膨張材とを備え、前記放熱体本体は、純Cu、又はCu合金からなる板状体、及び鑄造体を少なくとも備えた積層体をなし、かつ前記板状体が前記放熱体本体の各最外層に各々配設された構成をなし、前記低熱膨張材は、一方の面と他方の面とに亘る厚み方向と連絡し、かつ該厚み方向と交差方向で互いに連なる連絡開口部を有し、かつ前記板状体同士の間前記連絡開口部を介して前記鑄造体により鑄包まれて配設されていることを特徴とする。

#### 【0010】

この発明に係る放熱体によれば、放熱体内部に低熱膨張材が配設されているので、放熱体の熱膨張係数が可及的に小さくなり、これにより、被放熱体と放熱体とをはんだ等によって接合した際、放熱体に被放熱体に向かう反りが発生することを確実に抑制する。また、放熱体本体が積層体をなし、この積層体の各最外層に板状体が配設されているので、放熱体の被放熱体との当接面が平滑面となる。これにより、放熱体と被放熱体とが互いに良好に密着することになり、被放熱体からの熱が放熱体へ確実に伝導することになる。さらに、低熱膨張材が放熱体本体の内部に前記連絡開口部を介して鑄包まれて配設されているので、放熱体内部に低熱膨張材が設けられた構成においても、放熱体の厚さ方向、及びこの方向に垂直な方向に放熱体本体が連通することになり、放熱体の熱伝導率の低下が抑制される。

以上により、放熱体の熱膨張係数を可及的に小さくでき、放熱体の前記反りの発生を抑制することができるとともに、このような構成においても放熱体の熱伝導率の低下を最小限に抑制することができるようになる。

さらに、板状体、及び鑄造体が純Cu又はCu合金により形成されているので容易且つ低コストで形成することができるとともに、熱伝導率が大きいため放熱性に優れた放熱体を提供することができる。

#### 【0011】

請求項3に係る発明は、請求項2記載の放熱体において、前記板状体が圧延材であることを特徴とする。

#### 【0012】

この発明に係る放熱体によれば、板状体が圧延材であるため、板状体に内在する空孔等の内部欠陥の含有が最小限に抑制され、放熱体の熱伝導率の低下が抑制される。すなわち、放熱体本体全体が例えば、鑄造体である場合、巣を始めとする内部欠陥が発生する場合は

10

20

30

40

50

あり、この内部欠陥が放熱体内部における熱の伝導を阻害することになるため、放熱体全体の熱伝導率の低下を招くことがある。しかしながら、前述したように板状体が圧延材の場合、前記内部欠陥が形成される場合が少ないため、前記熱伝導率の低下が最小限に抑制される。

【0013】

請求項4に係る発明は、請求項2又は3に記載の放熱体において、前記各板状体の厚さは、放熱体において、被放熱体側の熱膨張係数が放熱体側の熱膨張係数より小さいとき、被放熱体側の板状体の厚さを放熱体側の板状体の厚さより厚く形成する一方、被放熱体側の熱膨張係数が放熱体側の熱膨張係数より大きいとき、被放熱体側の板状体の厚さを放熱体側の板状体の厚さより薄く形成することを特徴とする。 10

【0014】

この発明に係る放熱体によれば、各板状体の厚さが前述のように設定されているので、鑄造体を形成する際に放熱体に発生した反りと、この放熱体と被放熱体とをばんだ接合した際に放熱体に発生しようとする反りとが互いに相殺し合い、結果として放熱体と被放熱体との双方が平坦となる。従って、被放熱体と放熱体との密着性が確保されることとなるため、被放熱体の熱を放熱体に確実に伝導できるようになる。

【0015】

請求項5に係る発明は、請求項2から4のいずれかに記載の放熱体において、前記低熱膨張材は、帯状の単位板状体を同列位置で互いに組付けて前記連絡開口部を連続的に有する連鎖状体に形成し、該連鎖状体を同一平面上で複数列設けるとともに、互いに隣接する列毎に前記連絡開口部の位置をずらして配設することを特徴とする。 20

【0016】

この発明に係る放熱体によれば、帯状の単位板状体を同列位置で互いに組付けて連絡開口部を連続的に有する連鎖状体に形成し、該連鎖状体を同一平面上で複数列設けるとともに、互いに隣接する列毎に前記連絡開口部の位置をずらして配設したので、一方の面と他方の面とに亘る厚み方向に互いに連なる連絡開口部を有する低熱膨張材を確実に形成できる。

【0017】

請求項6に係る発明は、絶縁基板と、該絶縁基板の一方の面側に設けられた放熱体とを備えたパワーモジュール用基板であって、前記放熱体は、請求項2から5のいずれかに記載の放熱体であることを特徴とする。 30

【0018】

この発明に係るパワーモジュール用基板によれば、放熱体が請求項2から5のいずれかに記載の放熱体であるので、この放熱体の熱膨張係数を可及的に小さくでき、放熱体の前記反りの発生を抑制することができるとともに、このような構成においても放熱体の熱伝導率の低下を最小限に抑制することができるため、反り発生抑制効果と熱伝導率の低下抑制効果との双方を有するパワーモジュール用基板を提供できるようになる。

【0019】

請求項7に係る発明は、請求項6記載のパワーモジュール用基板において、前記絶縁基板の前記一方の面に金属層を、他方の面に回路層を各々備え、前記金属層及び前記回路層は、純Al, Al合金, 純Cu, 又はCu合金からなることを特徴とする。 40

【0020】

この発明に係るパワーモジュール用基板によれば、絶縁基板と放熱体との熱膨張係数の差に拘わることなく、両者の反りを可及的に抑えつつ良好な熱伝導率を有するパワーモジュール用基板が確実に得られる。

【0021】

請求項8に係る発明は、請求項6又は7に記載のパワーモジュール用基板の前記絶縁基板の他方の面側に、チップを搭載してなることを特徴とする。

【0022】

この発明に係るパワーモジュールによれば、絶縁基板と放熱体との熱膨張係数の差に拘わることなく、両者の反りを可及的に抑えつつ良好な熱伝導率を有するパワーモジュールが得られる。

#### 【0023】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照し、この発明の実施の形態について説明する。図1はこの発明の一実施形態に係るパワーモジュール用基板を適用したパワーモジュールを示す全体図である。

本実施形態のパワーモジュールPにおいて、パワーモジュール用基板10は、大別すると図1に示すように、絶縁基板11と、放熱体16とを備える。

絶縁基板11は、例えばAlN, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, SiC等により所望の大きさに形成され、絶縁基板11の上面に回路層12が、下面に金属層13がそれぞれ積層接合されている。回路層12及び金属層13は、純Al, Al合金, 純Cu, Cu合金等により形成され、はんだ付け又はろう付け等により絶縁基板11上下面に積層接合されている。

10

#### 【0024】

絶縁基板11上面に設けられた回路層12上面に、はんだ14によって半導体チップ30が搭載される一方、絶縁基板11下面に設けられた金属層13の下面に、はんだ15によって或いはろう付けや拡散接合等によって放熱体16が接合され、更に、この放熱体16下面に冷却シンク部31が設けられている。このように構成されたパワーモジュールPにおいては、絶縁基板11側から放熱体16に伝導された熱が、冷却シンク部31内の冷却液(或いは冷却空気)32により外部に放熱される構成となっている。なお、放熱体16は、冷却シンク部31に取付ねじ33によって密着した状態で取付けられている。

20

#### 【0025】

ここで、放熱体16は放熱体本体17と、放熱体本体17の熱膨張係数より低い材質からなる低熱膨張材18とを備えている。

放熱体本体17は、図2に示すように、純Cu又はCu合金からなる、板状体17a及び鑄造体17bを備えた積層体をなし、且つ板状体17aが放熱体本体17の各最外層、すなわち絶縁基板11側、及び冷却シンク部31側に各々配設された構成となっている。ここで、板状体17aは圧延材により形成されている。

30

#### 【0026】

一方、低熱膨張材18は、図3に示すように、一方の面と他方の面とに亘る厚み方向と連絡し、かつこの厚み方向と交差方向で互いに連なる連絡開口部40を有して設けられている。この低熱膨張材18は、図2に示すように、放熱体本体17(放熱体16)の前記厚み方向の略中央部に連絡開口部40を介して、鑄造体17bに鑄包まれて配設されている。

具体的に述べると、低熱膨張材18は、図3に示すように、例えば二枚からなる帯状の単位板状体41, 42を前記厚み方向に沿って組付けることで連絡開口部40を連続的に有する連鎖状体43が形成される。そして、これら連鎖状体43が同一平面上で複数列設けられるとともに、連絡開口部40を互いに隣接する列毎に互い違いに配列して形成されている。

40

#### 【0027】

ここで、放熱体本体17は、前述したように、純Cu又はCu合金、好ましくは純度99.9%以上の高純度Cuのような変形抵抗が小さく、且つ熱伝導性の良好な材質、いわゆる高熱伝導材によって形成されている。高熱伝導材としては、熱伝導率が例えば、100 W/m·K以上、好ましくは150 W/m·K以上のものである。

一方、低熱膨張材18は、放熱体本体17の熱膨張係数より低い材質からなっており、鑄造体17bに鑄包む、すなわち放熱体本体17の内部に埋設することで、放熱体16全体の熱膨張係数と絶縁基板11の熱膨張係数との差が可及的に近づく構成となっている。この低熱膨張材18は、Fe-Ni系合金、例えばインバー合金からなり、熱膨張係数がおよそ5×10<sup>-6</sup>/以下である。ここで、インバー合金とは、室温付近でほとんど熱膨

50

張が生じない合金であって、Feが64.6mol%で、Niが35.4mol%の組成率となっている。但し、Fe中には、それ以外の不可避不純物が含まれたものもインバー合金と呼ばれている。

以上のように構成されたパワーモジュールPにおいては、絶縁基板11側の熱膨張係数が放熱体16側の熱膨張係数より小さくなっており、この場合、絶縁基板11側の板状体17aの厚さが冷却シンク部31側の板状体17aの厚さより厚く形成されている。

#### 【0028】

以上のように構成された放熱体16を形成する製造方法について説明する。

まず、純Cu又はCu合金からなる圧延材の板状体17a同士の間、低熱膨張材18を配した後、各板状体17aにより低熱膨張材18を挟持した状態で、低熱膨張材18側面側から純Cu又はCu合金からなる溶湯を注入する。この際、溶湯はまず、低熱膨張材18の連絡開口部40に至る。ここで、低熱膨張材18は、図3において前述したように、連絡開口部40が厚み方向に連絡しているため、連絡開口部40に至った溶湯は低熱膨張材18を挟持している各板状体17aの低熱膨張材18との当接面にまで至る。そして、この溶湯を冷却硬化することで、放熱体16の最外層を構成する各板状体17a同士を接合するとともに、低熱膨張材18を鑄包む鑄造体17bが形成され、放熱体16が形成される。

10

#### 【0029】

以上説明したように、本実施形態によるパワーモジュール用基板10によれば、放熱体16が、放熱体本体17の熱膨張係数より低い材質からなる低熱膨張材18を備えているので、放熱体16全体としての熱膨張係数を確実に下げることができ、絶縁基板11と放熱体16全体との熱膨張係数の差を可及的に小さくすることができる。

20

#### 【0030】

このため、絶縁基板11と放熱体16とをはんだ15（若しくはろう付けや拡散接合等）によって接合した場合、放熱体16に絶縁基板11に向かう反りが発生することを確実に抑制することができる。これにより、放熱体16を冷却シンク部31に取り付けても、冷却シンク部31と放熱体16との間に間隙が発生することを防止することができ、放熱体16から冷却シンク部31へ高効率に熱を伝導することができる。

#### 【0031】

しかも、低熱膨張材18が金属であってかつ相応の熱伝導率を有しているため、絶縁基板11上の半導体チップ30からの発熱が、回路層12、絶縁基板11、金属層13、はんだ15、放熱体16及び冷却シンク部31を介して外部に良好に放熱されることになる。すなわち、パワーモジュールP全体としての熱伝導率が低下することを抑制することができる。この結果、絶縁基板11と放熱体16との熱膨張係数に差があっても、放熱体16の温度上昇を抑制することができるため、放熱体16の反り発生を確実に抑制することができる。

30

#### 【0032】

ここで、絶縁基板11側の板状体17aの厚さを冷却シンク部31側の板状体17aの厚さより厚く形成しているため、鑄造体17bを形成する際、放熱体16には、絶縁基板11へ向かう反りが発生することになる。また、この放熱体16を絶縁基板11と接合する際、絶縁基板11の熱膨張係数は放熱体16の熱膨張係数より小さいので、放熱体16には、絶縁基板11へ向かう方向に反りが発生しようとする。この際、放熱体16には、鑄造体17bを形成した際に絶縁基板11から遠ざかる方向に反りが生じているので、これらの各反りが互いに相殺し合うことになり、結果として放熱体16と絶縁基板11との双方を平坦とすることができ、これらを良好に互いに密着させることができる。

40

すなわち、放熱体16と、この放熱体16の熱膨張係数と異なる熱膨張係数の絶縁基板11とをはんだ接合した際に放熱体16に発生する反りと略同等且つ反対方向の反りが、低熱膨張材18を鑄造体17bに鑄包む際に放熱体16全体に生じるように、板状体17aの厚さを絶縁基板11側と冷却シンク部31側とで各別に異ならせる設定を容易になすことができるようになり、放熱体16と絶縁基板11とを良好に密着させることができ、絶

50

縁基板 11 の熱を放熱体 16 に確実に伝導させる構成を容易に形成することができる。

【0033】

また、低熱膨張材 18 を放熱体本体 17 に鋳包む際に予め、板状体 17a により低熱膨張材 18 を狭持しておき、この状態で低熱膨張材 18 の側面側から溶湯を注入するため、放熱体 16 の厚み方向、及び沿面方向に対する低熱膨張材 18 の配設位置を高精度に位置決めすることができる。

すなわち、低熱膨張材 18 を放熱体本体 17 に鋳包む際に、低熱膨張材 18 に作用する溶湯の注入圧により、低熱膨張材 18 の放熱体本体 17 に対する配設位置がずれ易いことになるが、この際、低熱膨張材 18 は板状体 17a により狭持されているので、前記注入圧による低熱膨張材 18 の配設位置のずれ発生を抑制することができる。これにより、熱膨張係数、熱伝導率等の特性を安定させてパワーモジュール用基板 10 を形成することができる、量産品質を確保することができる。

10

【0034】

さらに併せて、形成される放熱体 16 の各最外層に板状体 17a が配設されるので、放熱体 16 表面に低熱膨張材 18 が露出することを抑制することができ、絶縁基板 11 が載置される放熱体 16 表面を平滑面とすることを容易に実現することができる。ここで、前述したように、板状体 17a を圧延材としているため、放熱体 16 の絶縁基板 11 との当接面を平滑面とすることをより確実に実現することができる。従って、放熱体 16 と絶縁基板 11 との各当接面を互いに一様に密着させることができ、絶縁基板 11 からの熱を放熱体 16 に確実に伝導することができる。

20

【0035】

また、低熱膨張材 18 が、鋳造体 17b により連絡開口部 40 を介して鋳包まれて配設されているので、放熱体 16 内部に低熱膨張材 18 が設けられた構成においても、放熱体 16 の厚さ方向、及びこの方向に垂直な方向に放熱体本体 17 が連通することになり、放熱体 16 の熱伝導率の低下を最小限に抑制することができる。従って、放熱体 16 の熱膨張率の低下と、熱伝導率の低下抑制との双方を図ることができる。また、板状体 17a、及び鋳造体 17b が純 Cu 又は Cu 合金により形成されているので容易且つ低コストで形成することができるとともに、熱伝導率が大きいため放熱性に優れたパワーモジュール用基板 10 を提供することができる。

【0036】

さらに、板状体 17a が圧延材であるため、板状体 17a に内在する空孔等の内部欠陥の含有を最小限に抑制することができ、放熱体 16 の熱伝導率の低下を抑制することができる。すなわち、放熱体本体 17 全体が例えば、鋳造体である場合、巣を始めとする内部欠陥が発生し易いが、この場合、放熱体 16 内部を熱が伝導する際、前記内部欠陥が熱伝導を阻害することになるため、放熱体 16 全体の熱伝導率の低下を招くことになる。しかしながら、前述したように板状体 17a が圧延材の場合、前記内部欠陥が発生する場合が少ないため、前記熱伝導率の低下を最小限に抑制することができる。

30

【0037】

さらにまた、低熱膨張材 18 が、帯状の単位板状体 41、42 を同列位置で互いに組付けて連絡開口部 40 を連続的に有する連鎖状体 43 に形成し、連鎖状体 43 を同一平面上で複数列設けるとともに、互いに隣接する列毎に連絡開口部 40 の位置をずらして配設したので、一方の面と他方の面とに亘る厚み方向に互いに連なる連絡開口部 40 を有する低熱膨張材 18 を確実に形成することができる。

40

【0038】

なお、本発明は前記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。例えば、放熱体本体 17 に設けられた低熱膨張材 18 として、Fe-Ni 系合金を用いた例を示したが、他の低熱膨張材、例えば高炭素鋼 (Fe-C)、42 アロイ、モリブデン (Mo)、タングステン (W) 等で構成しても、同様の作用効果が得られる。

【0039】

50

また、放熱体 16 表面に冷却シンク部 31 を設けた構成を示したが、この構成に限らず、コルゲートフィンを設けた構成としてもよい。すなわち、放熱体 16 表面にろう材を介して接合された接合部と、接合部の一端に設けられ接合部と直交して立上がる立上がり部と、立上がり部の上端に設けられ接合部に平行且つ離間する方向に延びる平坦部と、平坦部の一端に設けられ平坦部に直交且つ放熱体 16 に向かって折返る折返し部とを備えた突出部を、放熱体 16 の沿面方向に沿って繰返し連続して設けた構成としてもよい。なお、この構成においては、立上がり部と平坦部と折返し部と放熱体 16 表面とが空間を形成することになる。

#### 【0040】

さらに、放熱体 16 が取り付けられる絶縁基板 11 として、放熱体 16 側の面に金属層 13 が設けられた例を示したが、金属層 13 を設けず絶縁基板 11 をはんだ 15 を介して放熱体 16 に直接接合しても、同様の作用効果が得られる。

また、低熱膨張材 18 に替えて、いわゆるコルゲート、コルゲートルーバ、厚さ方向にエキスパンドした断面矩形の連絡開口部 40 を有するエキスパンド構造、若しくは前述した実施形態で示したいわゆる、ハニカム構造を一層設けたもの、又は前記各構成のうちの一つを複数積層させた構成としてもよい。

#### 【0041】

さらにまた、絶縁基板 11 側の板状体 17a において、絶縁基板 11 側の表面を平滑面としたが、この表面において、絶縁基板 11 が接合される領域を、絶縁基板 11 側へ凸とする台座部を形成してもよい。この場合、板状体 17a は圧延材ではなく鑄造により形成してもよい。また、各板状体 17a の低熱膨張材 18 側の表面において、任意の領域を凹ませて形成してもよく、さらに、波形の凹凸形状を付与する等してもよく、平滑面に限らない。

また、低熱膨張材 18 表裏面を板状体 17a により狭持した状態で、その後、低熱膨張材 18 の側面側から溶湯を注入したが、低熱膨張材 18 を一方の板状体 17a 上へ載置した後、低熱膨張材 18 をシリコン粒子により埋設し、そして、低熱膨張材 18 上に他方の板状体 17a を載置した後、各板状体 17a によりこれらを押圧し、その後、溶湯を注入してもよい。

#### 【0042】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、請求項 1 に係る発明によれば、放熱体の厚み方向に対する低熱膨張材の配設位置を高精度に位置決めすることができるため、熱膨張係数、熱伝導率等の特性を安定させて放熱体を形成することができ、量産品質を確保することができる。また、被放熱体が載置される放熱体表面を平滑面とすることを容易且つ確実に実現することができ、放熱体と被放熱体とを各々の当接面において一様に密着させることができるため、被放熱体からの熱を放熱体に確実に伝導することができる。さらに、放熱体と、この放熱体の熱膨張係数と異なる熱膨張係数の被放熱体とをはんだ接合した際に放熱体に発生する反りと略同等且つ反対方向の反りが、低熱膨張材を鑄包む際に放熱体に生じるように、板状体の厚さを各別に異ならせて設定することが容易になる。さらにまた、板状体及び溶湯が、純 Cu 又は Cu 合金からなるので、容易且つ低コストで形成することができる。

#### 【0043】

請求項 2 に係る発明によれば、被放熱体と放熱体とをはんだ等によって接合した際、放熱体に被放熱体に向かう反りが発生することを確実に抑制することができる。また、放熱体の被放熱体との当接面を平滑面とする構成を確実に実現することができる。さらに、放熱体内部に低熱膨張材が設けられた構成においても、放熱体の厚さ方向、及びこの方向に垂直な方向に放熱体本体が連通することになり、放熱体の熱伝導率の低下を最小限に抑制することができる。従って、放熱体の熱膨張率の低下と、熱伝導率の低下抑制との双方を図ることができる。さらに、板状体、及び鑄造体が純 Cu 又は Cu 合金により形成されているので容易且つ低コストで形成できるとともに、熱伝導率が大きい放熱性に優れた放熱体を提供することができる。

## 【 0 0 4 4 】

請求項 3 に係る発明によれば、板状体が圧延材であるため、板状体に内在する空孔等の内部欠陥の含有を最小限に抑制することができ、放熱体の熱伝導率の低下を抑制することができる。

## 【 0 0 4 5 】

請求項 4 に係る発明によれば、鑄造体を形成する際に放熱体に発生した反りと、この放熱体と被放熱体とをはんだ接合した際に放熱体に発生しようとする反りとが互いに相殺し合い、結果として放熱体と被放熱体との双方が平坦となる。従って、被放熱体と放熱体との密着性が確保されることになるため、被放熱体の熱を放熱体に確実に伝導することができる。

10

## 【 0 0 4 6 】

請求項 5 に係る発明によれば、帯状の単位板状体を同列位置で互いに組付けて連絡開口部を連続的に有する連鎖状体に形成し、該連鎖状体を同一平面上で複数列設けるとともに、互いに隣接する列毎に前記連絡開口部の位置をずらして配設したので、一方の面と他方の面とに亘る厚み方向に互いに連なる連絡開口部を有する低熱膨張材を確実に形成できる。

## 【 0 0 4 7 】

請求項 6 に係る発明によれば、この放熱体の熱膨張係数を可及的に小さくでき、放熱体の前記反りの発生を抑制することができるとともに、このような構成においても放熱体の熱伝導率の低下を最小限に抑制することができるため、反り発生抑制効果と熱伝導率の低下抑制効果との双方を有するパワーモジュール用基板を提供することができる。

20

## 【 0 0 4 8 】

請求項 7 に係る発明によれば、絶縁基板と放熱体との熱膨張係数の差に拘わることなく、両者の反りを可及的に抑えつつ良好な熱伝導率を有するパワーモジュール用基板が確実に得られる。

## 【 0 0 4 9 】

請求項 8 に係る発明によれば、絶縁基板と放熱体との熱膨張係数の差に拘わることなく、両者の反りを可及的に抑えつつ良好な熱伝導率を有するパワーモジュールが得られる。

## 【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 この発明の一実施形態に係る放熱体を適用したパワーモジュールを示す全体図である。

30

【 図 2 】 図 1 に示す放熱体の断面側面図である。

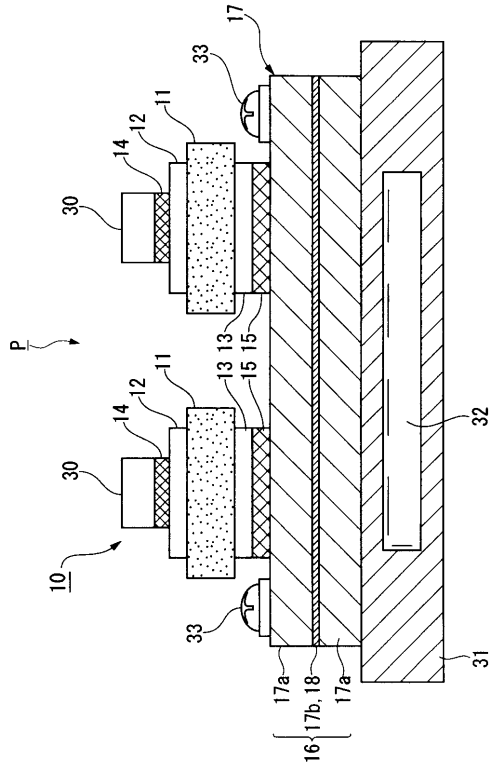
【 図 3 】 図 2 に示す低熱膨張材の要部を示す斜視図である。

## 【 符号の説明 】

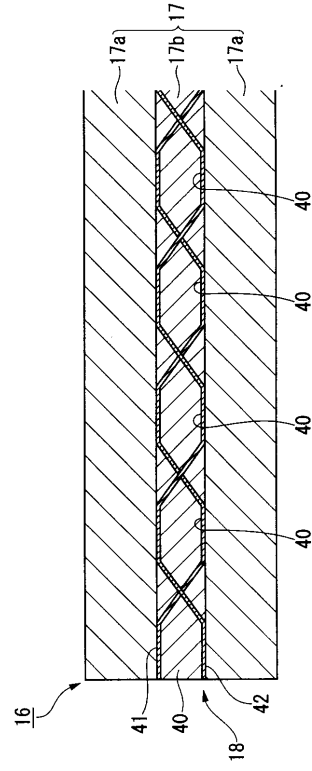
- 1 0 パワーモジュール用基板
- 1 1 絶縁基板
- 1 6 放熱体
- 1 7 放熱体本体
- 1 7 a 板状体
- 1 7 b 鑄造体
- 1 8 低熱膨張材
- 3 0 半導体チップ (チップ)
- 4 0 連絡開口部
- 4 1 , 4 2 単位板状体
- 4 3 連鎖状体
- P パワーモジュール

40

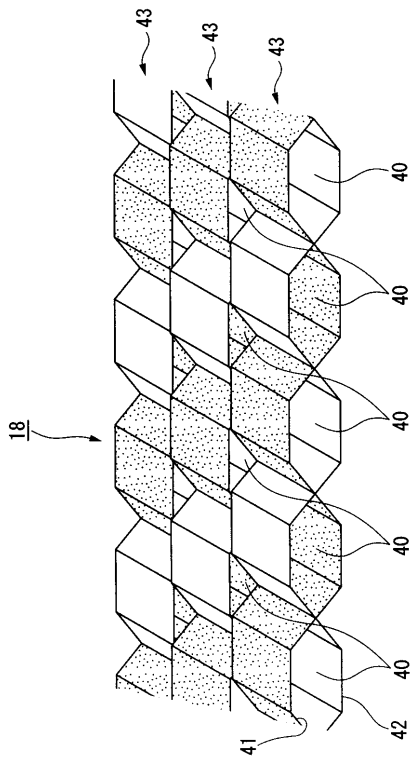
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100106057

弁理士 柳井 則子

(72)発明者 久保 和明

茨城県那珂郡那珂町向山1002-14 三菱マテリアル株式会社総合研究所那珂研究センター内

(72)発明者 長瀬 敏之

茨城県那珂郡那珂町向山1002-14 三菱マテリアル株式会社総合研究所那珂研究センター内

Fターム(参考) 5F036 AA01 BA23 BB08 BB21 BD01 BD03