

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-200566

(P2004-200566A)

(43) 公開日 平成16年7月15日(2004.7.15)

(51) Int. Cl.⁷

H 0 1 L 23/36

H 0 1 L 23/373

F I

H 0 1 L 23/36

H 0 1 L 23/36

D

M

テーマコード (参考)

5 F 0 3 6

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2002-369846 (P2002-369846)

(22) 出願日 平成14年12月20日 (2002.12.20)

(71) 出願人 000006264

三菱マテリアル株式会社

東京都千代田区大手町1丁目5番1号

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武

(74) 代理人 100108578

弁理士 高橋 昭男

(74) 代理人 100101465

弁理士 青山 正和

(74) 代理人 100117189

弁理士 江口 昭彦

(74) 代理人 100120396

弁理士 杉浦 秀幸

(74) 代理人 100108453

弁理士 村山 靖彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放熱体及びその製造方法、パワーモジュール用基板、パワーモジュール

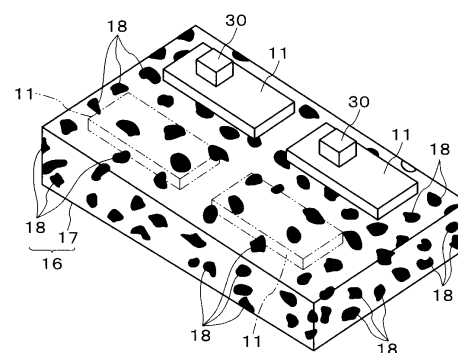
(57) 【要約】

【課題】加工性が良好で軽量化を図り、充分な強度を得ることができると共に反り防止を図ることができること

。

【解決手段】放熱体16は、熱膨張係数の小さい特性を有する材料によって形成された低密度成形体17に、金属製の高熱伝導材18が含浸されて形成される。低密度成形体17を構成する低熱膨張材としては、鉄ニッケル系合金であり、例えばインバー合金からなっている。高熱伝導材18としては、例えばCu、又はその合金、或いはAl若しくはその合金のような熱伝導率の良好な材質によって形成されている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

伝達される熱を放熱させる放熱体の製造方法において、鉄ニッケル系合金により形成された低密度成形体に、金属製の高熱伝導材の溶湯を含浸させて放熱体を形成することを特徴とする放熱体の製造方法。

【請求項 2】

伝達される熱を放熱させる放熱体の製造方法において、鉄ニッケル系合金により形成された低密度成形体に、金属製の高熱伝導材の溶湯を含浸させてコア体を形成し、
次いで、前記コア体を高熱伝導材からなる金属板で挟着して放熱体を形成することを特徴とする放熱体の製造方法。 10

【請求項 3】

請求項 2 記載の放熱体の製造方法において、前記金属板は、熱間圧延又は冷間圧延によりコア体を挟着することを特徴とする放熱体の製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 記載の放熱体又は請求項 2 記載のコア体は、前記低密度成形体に対し前記高熱伝導材の溶湯を高圧鑄造することを特徴とする放熱体の製造方法。

【請求項 5】

伝達される熱を放熱させる放熱体において、
鉄ニッケル系合金により形成された低密度成形体と、該低密度成形体に含浸により一体に形成された金属製の高熱伝導材とにより形成することを特徴とする放熱体。 20

【請求項 6】

伝達される熱を放熱させる放熱体において、鉄ニッケル系合金により形成された低密度成形体に、金属製の高熱伝導材を含浸により一体に形成されたコア体と、該コア体を挟着し、かつ高熱伝導材からなる金属板とにより形成することを特徴とする放熱体。

【請求項 7】

請求項 5 又は 6 記載の放熱体において、前記低密度成形体は、所望の気孔率を有する気孔部を設けていることを特徴とする放熱体 30。

【請求項 8】

請求項 5～7 のいずれか記載の放熱体において、前記高熱伝導材は、Cu と、その合金と、Al と、その合金とのいずれかであることを特徴とする放熱体。

【請求項 9】

請求項 5～8 のいずれか記載の放熱体を、絶縁基板に取り付けることを特徴とするパワーモジュール用基板。

【請求項 10】

請求項 9 記載のパワーモジュール用基板の絶縁基板上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。 40

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、放熱体及びその製造方法と、パワーモジュール用基板と、パワーモジュールとに係り、特に大電圧・大電流を制御する半導体装置に用いられて、半導体チップ等の発熱体から発生する熱を放散させるのに好適な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

この種のパワーモジュール用基板にあっては、セラミックス材料からなる絶縁基板の一方 50

の面に回路層を、他方の面に放熱体を各々備え、この放熱体の絶縁基板と対向する面に、冷却水等の冷却手段を備えた冷却シンク部を備えた構成のものが一般的である。

このようなパワーモジュール用基板に設けられる放熱体は、絶縁基板と接合するために低熱膨張係数の特性を有することが要求される一方、絶縁基板に搭載された半導体チップの熱を放熱するために高熱伝導性も要求される。

【0003】

これらの要求を満たすため、放熱体として、セラミックス仮焼結体にAlを含浸したAlSiCや、Cuを含浸したCuSiC、更にはカーボンにAl又はCuを含浸したAlC又はCuCなどが知られているが、金属系としては、従来では、モリブデン(Mo)やタングステン(W)の仮焼結体にCuを含浸したCuMoやCuWが提案されている(例えば、特許文献1参照)。

【0004】

【特許文献1】

特開2001-358266号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、従来のパワーモジュール用基板において、放熱体がAlSiC、CuSiCで構成されると、金属とセラミックスとからなるので、加工性に劣る問題がある。しかも、AlとCとの場合、またCuとCとの場合、つまり金属とカーボンとの接合体なので、完全な接合性を得ることができにくく、強度上の問題もあり、しかも絶縁基板と高温によって接合されたとき、熱膨張係数の違いにより大きな反りを発生するという問題もあった。

一方、CuMoやCuWの場合では、重量が大きくなる問題もあった。

【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、加工性が良好で軽量化を図り、また十分な強度を得ることができると共に反り防止を図ることができる放熱体及びその製造方法と、その放熱体を有する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】

上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、伝達される熱を放熱させる放熱体の製造方法において、鉄ニッケル系合金により形成された低密度成形体に、金属製の高熱伝導材の溶湯を含浸させて放熱体を形成することを特徴とする。

【0008】

この発明に係る放熱体の製造方法によれば、鉄ニッケル系合金からなる低密度成形体に金属製の高熱伝導材の溶湯を含浸することで形成されるので、構成材料が全て金属となる放熱体を確実に形成することができ、従って、全ての構成材料が金属となるので、加工性が良好になると共に、構成材料間の接合性も良好となり、かつ放熱体自体を軽量化することができる。

【0009】

請求項2に係る発明は、伝達される熱を放熱させる放熱体の製造方法において、鉄ニッケル系合金により形成された低密度成形体に、金属製の高熱伝導材の溶湯を含浸させてコア体を形成し、次いで、前記コア体を高熱伝導材からなる金属板で挟着して放熱体を形成することを特徴とする。

【0010】

この発明に係る放熱体の製造方法によれば、低密度成形体に高熱伝導材の溶湯を含浸させてコア体を形成し、これを高熱伝導材からなる金属板で挟着して放熱体を形成するので、構成材料が全て金属となる放熱体を確実に形成することができ、従って、全ての構成材料が金属となるので、加工性が良好になると共に、構成材料間の接合性も良好となり、かつ

放熱体自体を軽量化することができる。

【0011】

請求項3に係る発明は、請求項2記載の放熱体の製造方法において、前記金属板は、熱間圧延又は冷間圧延によりコア体を挟着することを特徴とする。

この発明に係る放熱体の製造方法によれば、金属板が熱間圧延又は冷間圧延でコア体を挟着するので、放熱体を強固に形成することができ、良好な放熱体を形成できる。

【0012】

請求項4に係る発明は、請求項1記載の放熱体又は請求項2記載のコア体は、前記低密度成形体に対し前記高熱伝導材の溶湯を高圧鑄造することを特徴とする。

この発明に係る放熱体の製造方法によれば、低密度成形体に高熱伝導材が高圧鑄造されることで放熱体を形成するので、低密度成形体と高熱伝導材とを確実に一体に形成することができる。

【0013】

請求項5に係る発明は、伝達される熱を放熱させる放熱体において、鉄ニッケル系合金により形成された低密度成形体と、該低密度成形体に含浸により一体に形成された金属製の高熱伝導材とにより形成することを特徴とする。

【0014】

この発明に係る放熱体によれば、低密度成形体と、これに含浸によって一体に形成された高熱伝導材とで形成されるので、構成材料が全て金属となる放熱体を確実に形成することができ、従って、全ての構成材料が金属となることで、加工性が良好になると共に、構成材料間の接合性も良好となり、かつ放熱体自体を軽量化することができる。

【0015】

請求項6に係る発明は、伝達される熱を放熱させる放熱体において、鉄ニッケル系合金により形成された低密度成形体に、高熱伝導材を含浸により一体に形成されたコア体と、該コア体を挟着し、かつ高熱伝導材からなる金属板とにより形成することを特徴とする。

【0016】

この発明に係る放熱体によれば、低密度成形体及びこれに一体に形成された高熱伝導材によってコア体と、これを挟着する金属板とで形成されるので、構成材料が全て金属となる放熱体を確実に形成することができ、従って、全ての構成材料が金属となることで、加工性が良好になると共に、構成材料間の接合性も良好となり、かつ放熱体自体を軽量化することができる。

【0017】

請求項7に係る発明は、請求項5又は6記載の放熱体において、前記低密度成形体は、所望の気孔率を有する気孔部を設けていることを特徴とする。

この発明に係る放熱体によれば、高熱伝導材を含浸させると、高熱伝導材の溶湯が低密度成形体の気孔部に入り込むことで、低密度成形体内の熱伝導率を高めることができ、これにより、低熱膨張係数を有する材質で形成されてあっても、良好な熱伝導を得ることができる。

【0018】

請求項8に係る発明は、請求項5～7のいずれか記載の放熱体において、前記高熱伝導材は、Cuと、その合金と、Alと、その合金とのいずれかであることを特徴とする。

この発明に係る放熱体によれば、高熱伝導材がCuとその合金とAlとその合金とのいずれかからなるので、鉄ニッケル系合金と確実に接合することができ、良好な放熱体を形成することができる。

【0019】

請求項9に係る発明は、請求項5～8のいずれか記載の放熱体を、絶縁基板に取り付けることを特徴とする。

この発明に係るパワーモジュール用基板によれば、加工性が良好で、かつ軽量化を図ることができ、その上、構成部材間の接合性が良好となる放熱体を有するので、それだけ信頼性が高まる。

【0020】

請求項10に係る発明は、請求項9記載のパワーモジュール用基板の絶縁基板上にチップを搭載してなることを特徴とする。

この発明に係るパワーモジュールによれば、加工性が良好で、かつ軽量化を図ることができ、その上、構成部材間の接合性が良好となる放熱体を有するので、それだけ信頼性が高まる。

【0021】

【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から図4はこの発明の第1の実施の形態に係る放熱体を示す図であって、図1は放熱体を適用したパワーモジュールを示す全体図、図2は放熱体を示す説明用斜視図、図3は放熱体を製造するときの説明図、図4は低密度成形体を型締めする説明図である。

図1に示すパワーモジュール10は、被放熱体としてのパワーモジュール用基板11に放熱体16が接合して構成されている。

パワーモジュール用基板11は、例えば AlN 、 Al_2O_3 、 Si_3N_4 、 SiC 等により所望の大きさに形成された絶縁基板であって、その上面に回路層12が積層接合されると共に、その下面に金属層13が積層接合される。回路層12及び金属層13は、 Al 、 Cu 等により形成されている。以下、パワーモジュール用基板11を「絶縁基板11」と略称する。

【0022】

絶縁基板11の回路層12上には、図1に示すように、はんだ14によって半導体チップ30が搭載される一方、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が冷却シンク部20に取り付けられて使用され、該冷却シンク部20内の冷却水（或いは冷却空気）21により、放熱体16に伝達される熱が外部に放熱されることで、パワーモジュール10が構成されている。放熱体16は、冷却シンク部20に取付ねじ22によって密着した状態で取り付けられる。

【0023】

この実施形態の放熱体16は、図2に示すように、熱膨張係数の小さい低熱膨張係数の特性を有する材料によって形成された低密度成形体17に、これより熱膨張係数の大きい材質からなる金属製の高熱伝導材18が含浸されて形成されている。

【0024】

即ち、低密度成形体17を構成する低熱膨張材としては、いわゆる鉄ニッケル系合金であり、例えばインバー合金からなっている。インバー合金（以下、インバーと略称す）は、室温付近でほとんど熱膨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。高熱伝導材18としては、例えば Cu 、又はその合金、或いは Al 若しくはその合金のような熱伝導率の良好な材質によって形成されている。

【0025】

低密度成形体17は、インバーの粉末が金型によって成形されることで低密度の状態に形成され、内外部に図3に示すように気孔部17aが設けられる。これは例えば、図4に示すように、インバーの粉末19が焼結金型31で型締めされることで低密度成形体17が形成されたとき、その低密度成形体17に気孔部17aが必然的に形成されるものである。焼結金型31に限らず、通常の成形金型で成形してもよい。このような気孔部17aは、インバーの粉末19の場合、40～70%程度の気孔率からなっている。

なお、図4に示す焼結金型31は、ダイ32のキャビティ内にコア33がセットされると低熱膨張材の粉末19が充填され、その状態でパンチ34が下降することで、図3のような低密度成形体17が形成される。

【0026】

また、低密度成形体 17 の成形に際し、インバーの粉末 19 のみならず、それ以外の他の金属製の低熱膨張材が混入されてあってもよく、例えば線状に形成されたフィラー等を混入させてもよく、要は、その後に含浸すべき高熱伝導材より小さい低熱膨張材であって、その高熱伝導材との接合性が良好な鉄ニッケル系合金であればよい。

【0027】

そして、低密度成形体 17 が形成された後、その低密度成形体 17 を放熱体成形金型に入れ、次いで、その金型に高熱伝導材 18 の溶湯を含浸すると、その溶湯が気孔部 17a 内に充満し、その状態で硬化させることで、放熱体 16 が、図 1 及び図 2 に示すように低密度成形体 17 と、これに鑄ぐまれた高熱伝導材 18 とによって形成されるようになっている。この場合、高熱伝導材 18 の溶湯が高圧鑄造されることで、低密度成形体 17 内の気孔部 17a に確実に充填されるようになっている。なお、図 1、図 2 に示す高熱伝導材 18、及び図 3 に示す気孔部 17a は説明の都合上、極端に描かれている。

【0028】

このようにして形成された放熱体 16 は、例えば熱伝導率が 100 W/mK 以上で、熱膨張係数が絶縁基板 11 の熱膨張係数 α の $\pm 40\%$ 程度、つまり $4 \times 10^{-6} / \text{K} < \alpha < 10 \times 10^{-6} / \text{K}$ の大きさとなっている。この場合、放熱体 16 全体における低密度成形体の占める割合としては、体積含有率（断面積比率ともいう）が少なくとも 30% 以上、好ましいのは 50% 以上である。

【0029】

このように、放熱体 16 がインバーのような低熱膨張材によって形成された低密度成形体 17 に、高熱伝導材 18 の溶湯を鑄ぐるむことで形成されると、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るので、放熱体 16 と絶縁基板 11 間の熱膨張係数の差を小さくして絶縁基板 11 に近づけることができる。そのため、両者 16、11 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 に向かうような反りが発生するのを防止することができると共に、絶縁基板 11 から放熱体 16 への熱伝達が良好に行われることとなる。

【0030】

この実施形態の放熱体 16 は、前述したように、インバーのような低熱膨張材からなる低密度成形体 17 に高熱伝導材 18 の溶湯を含浸させることで形成され、従って、従来のようにカーボンを使用しておらず、全ての構成材料が金属となることで加工性が良好になると共に、構成部材間の接合性が良好となる。また、Mo や W も使用していないので、放熱体 16 自体を軽量化することができ、ひいては絶縁基板 11 全体の軽量化を図ることができる。それだけパワーモジュール 10 を軽量化できる。

【0031】

また、低密度成形体 17 に高熱伝導材 18 を高圧鑄造によって鑄込むと、高熱伝導材 18 が低密度成形体中の気孔部 17a の隅々まで流れ込み、しかも低密度成形体 17 と高熱伝導材 18 とが互いに金属結合してアンカーボルト効果が作用するので、高熱伝導材 18 と低密度成形体 17 との接合性を強固にすることができ、強固な接合性が得られる。しかも、低密度成形体 17 は、高熱伝導材 18 に比較すると、熱伝達率が落ちるものの、気孔部 17a に高熱伝導材 18 が入り込むことで、放熱体 16 としての熱伝達が低下するのを回避することができ、低密度成形体 17 内における熱伝導を良好に行うことができる。

【0032】

従って、この実施形態によれば、構成部材が全て金属であって重い材料が使用されていないことから、加工性が良好で、かつ軽量化を図ることができ、その上、構成部材間の接合性が良好となる放熱体を確実に形成でき、これにより、絶縁基板 11 及びパワーモジュール 10 としての信頼性を高めることができる。

【0033】

図 5 は、この発明の第 2 の実施の形態の放熱体を示している。

この実施の形態においては、低密度成形体 17 に高熱伝導材 18 の溶湯を含浸させること

10

20

30

40

50

でコア体 24 を形成した後、次いで、高熱伝導材 18 と同程度の高熱伝導材からなる金属板 25 を用意し、これらの金属板 25、25 でコア体 24 を挟着することで放熱体 16 が構成される。この金属板 25 は、コア体 24 中における高熱伝導材 18 との接合性を考慮すれば、高熱伝導材 18 と同一であることが好ましいが、異なってもよい。

【0034】

従って、前述した実施形態の放熱体の場合と同様にしてコア体 24 を形成した後、これを金属板 25 で挟着することで放熱体 16 が形成されることとなる。その場合、金属板 25 は、熱間圧延又は冷間圧延加工されることでコア体 20 を確実にかつ強固に挟着することができる。このようにして形成された放熱体 16 の熱伝導率及び熱膨張率は、前述した実施形態の場合と同程度に構成される。

10

【0035】

この実施形態によれば、低密度成形体 17 に高熱伝導材 18 を含浸させて形成されたコア体 24 を用いるので、基本的には第 1 の実施形態と同様の作用効果を得ることができ、しかも、コア体 24 が金属板 25 で挟着されるので、第 1 の実施形態に比較すると、絶縁基板 11 と放熱体 16 間での熱伝導がいっそう良好なり、放熱作用がいっそう高まる利点もある。

【0036】

なお、上記実施の形態において、低密度成形体 17 又はコア体 24 として、インバーを用いた例を示したが、他の低熱膨張材を用いてもよく、例えば、42 合金のような低熱膨張材によって形成してもよい。42 合金によって形成された低密度成形体の場合、気孔率が 50 % 程度若しくはそれより低くなるが、インバーの場合には 30 ~ 70 % の気孔率が得られる。これらの気孔率の大きさは、使用する低熱膨張材の材質、含浸すべき高熱伝導材 19 の材質、目標とすべき熱伝導率や熱膨張係数の値によって適宜選定すればよい。また上記の材質以外にもスーパーインバー等を用いてもよく、いずれにしろ、低熱膨張材として鉄ニッケル系合金であればよく、図示実施形態に限定されるものではない。

20

更に、放熱体 16 に冷却シンク部 20 を設けた構成を示したが、この形態に限らず、放熱体 16 表面にろう材を介してコルゲートフィンを設ける構成としてもよい。

【0037】

【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、鉄ニッケル系合金からなる低密度成形体に金属製の高熱伝導材を含浸し、構成材料が全て金属となる放熱体を形成するようにしたので、加工性が良好になると共に、構成材料間の接合性も良好となり、かつ放熱体自体を軽量化でき、熱伝導と放熱特性に優れた良好な放熱体を製造できる効果が得られる。

30

【0038】

請求項 2 に係る発明によれば、低密度成形体に高熱伝導材の溶湯を含浸させてコア体を形成し、これを金属板で挟着して放熱体を形成することで、請求項 1 と同様全ての構成材料が金属となるので、加工性が良好で、構成材料間の接合性も良好となり、かつ放熱体自体の軽量化できる結果、熱伝導と放熱特性に優れた良好な放熱体を製造できる効果が得られる。

【0039】

請求項 3 に係る発明によれば、放熱体を強固に形成することができるという効果が得られる。

40

【0040】

請求項 4 に係る発明によれば、低密度成形体に高熱伝導材が高圧鋳造されることで放熱体を形成するので、低密度成形体と高熱伝導材とを確実に一体に形成できるという効果が得られる。

【0041】

請求項 5 に係る発明によれば、低密度成形体と、これに含浸によって一体に形成された高熱伝導材とで形成されるので、加工性が良好で、構成材料間の接合性も良好となり、かつ放熱体自体の軽量化できる結果、熱伝導と放熱特性に優れる効果が得られる。

50

【0042】

請求項6に係る発明によれば、全ての構成材料が金属であることにより、加工性が良好になると共に、構成材料間の接合性も良好となり、かつ放熱体自体を軽量化できる結果、熱伝導と放熱特性に優れる効果が得られる。

【0043】

請求項7に係る発明によれば、低密度成形体内の熱伝導率を高めることができ、低熱膨張材で形成されてあっても、良好な熱伝導を得るという効果が得られる。

【0044】

請求項8に係る発明によれば、高熱伝導材がCuとその合金とAlとその合金とのいずれかからなるので、鉄ニッケル系合金と確実に接合することができ、良好な放熱体を形成することができる。 10

【0045】

請求項9に係る発明によれば、加工性が良好で軽量化を図り、かつ構成部材間の接合性が良好となる放熱体を有するので、パワーモジュール用基板としての信頼性が高まる効果が得られ、特に窒化アルミのような基板にろう付けのような高温で放熱体を接合するのに有益となる。

【0046】

請求項10に係る発明によれば、加工性が良好で軽量化を図り、かつ構成部材間の接合性が良好となる放熱体を有するので、パワーモジュールとしての信頼性が高まる効果が得られる。 20

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施の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。

【図2】放熱体を示す説明用斜視図である。

【図3】図1及び図2における放熱体を製造するときの説明図である。

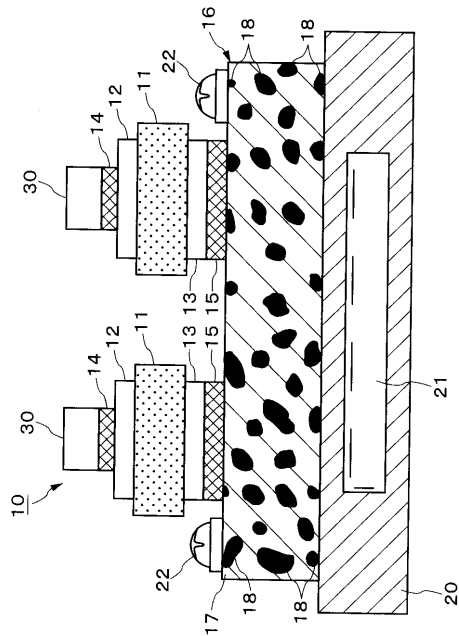
【図4】低密度成形体を型締めする説明図である。

【図5】この発明の第2の実施の形態に係る放熱体を示す要部の断面図である。

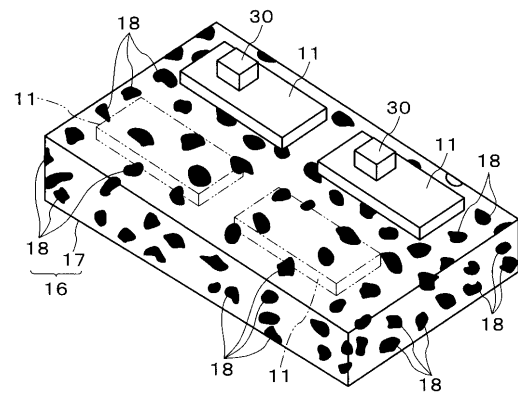
【符号の説明】

- 10 パワーモジュール
- 11 パワーモジュール用基板（絶縁基板）
- 16 放熱体
- 17 低密度成形体
- 18 高熱伝導材
- 19 インバーの粉末
- 24 コア体
- 25 金属板
- 30 半導体チップ

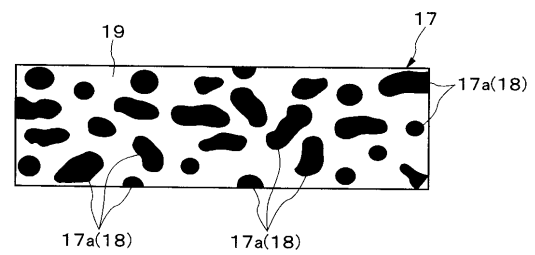
【図 1】



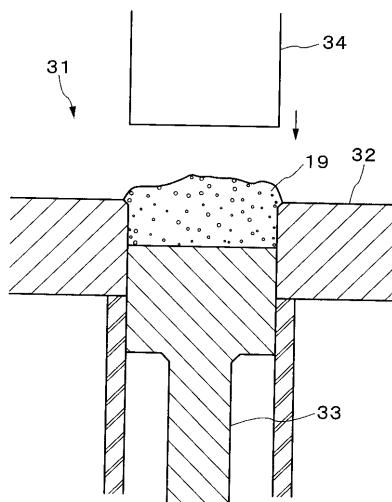
【図 2】



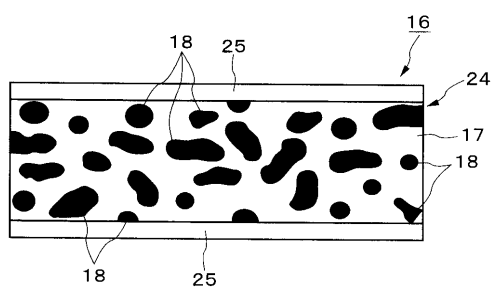
【図 3】



【図 4】



【図 5】



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 長瀬 敏之

埼玉県さいたま市北袋町1丁目297番地 三菱マテリアル株式会社総合研究所内

(72)発明者 根岸 健

埼玉県さいたま市北袋町1丁目297番地 三菱マテリアル株式会社総合研究所内

(72)発明者 長友 義幸

埼玉県さいたま市北袋町1丁目297番地 三菱マテリアル株式会社総合研究所内

Fターム(参考) 5F036 AA01 BA23 BB21 BC03 BD01 BD03