

(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2005-238331

(P2005-238331A)

(43) 公開日 平成17年9月8日(2005.9.8)

(51) Int.CI.⁷

B22D 19/00
B22D 19/14
C22C 1/10
// **C22C 21/00**
C22C 29/02

F 1

B22D 19/00
B22D 19/14
C22C 1/10
HO1L 23/36
C22C 21/00

テーマコード(参考)

E 4KO2O
A 5FO36
G
M
E

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2005-10020 (P2005-10020)
(22) 出願日 平成17年1月18日 (2005.1.18)
(31) 優先権主張番号 特願2004-16694 (P2004-16694)
(32) 優先日 平成16年1月26日 (2004.1.26)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 301076681
西野 明義
東京都世田谷区八幡山3丁目9番地17-
302
(71) 出願人 501491413
長野 充朋
東京都府中市住吉町2-30-31-2-
1002
(72) 発明者 長野 充朋
東京都府中市住吉町2-30-31-2-
1002
(72) 発明者 西野 明義
東京都世田谷区八幡山3-9-17-30
2

最終頁に続く

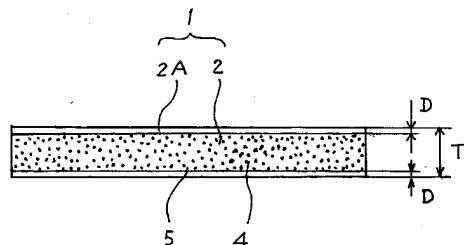
(54) 【発明の名称】複合材およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高熱伝導性を得ることができるとともに、表面を容易に高精度の平滑面とできて被取り付け部材に密着して取り付けることができ、かつ、繰り返し使用しても被取り付け部材との間で剥離することができない複合材およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 複合材1が、粒度が比較的大きなセラミック粒体4を40~85容積%、アルミニウム5を15~60容積%含み、セラミック粒体間の隙間にアルミニウム5が連続相を形成し、かつ、セラミック粒体4とアルミニウム5との界面に隙間がないようにした本体部2を備えて構成され、この本体部2の厚さ方向の表裏面が、無電解ニッケルメッキ処理が施された所定厚さの被覆部2Aで覆われている。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

比較的大きな粒度のセラミック粒体が40～85容積%、アルミニウムまたはアルミニウム合金が15～60容積%からなるとともに、前記セラミック粒体間の間隙に前記アルミニウムまたはアルミニウム合金が連続相を形成し、かつ、前記セラミック粒体とアルミニウムまたはアルミニウム合金との界面に隙間がないようにした複合材において、

前記セラミック粒体およびアルミニウムまたはアルミニウム合金で構成された板状の本体部と、この本体部の厚さ方向の少なくとも一方側表面を覆いかつ加工性に優れた被覆部とで形成されていることを特徴とする複合材。

【請求項 2】

請求項1に記載の複合材において、

前記被覆部が、前記本体部の表面に施された無電解ニッケルメッキからなる無電解ニッケルメッキ層で形成されていることを特徴とする複合材。

【請求項 3】

請求項2に記載の複合材において、

前記無電解ニッケルメッキ層の表面には、電気メッキを施した電気メッキ層が形成されていることを特徴とする複合材。

【請求項 4】

請求項2に記載の複合材を製造する方法であって、

金型を用いて前記セラミック粒体とアルミニウムまたはアルミニウム合金とを複合する際に、前記金型のキャビティ内に前記セラミック粒体を収容した後、前記金型のキャビティ内を真空で吸引しながら前記アルミニウムまたはアルミニウム合金の溶湯を前記セラミック粒体間の間隙に含浸させて前記本体部を形成し、この本体部が前記金型内で冷却された後、金型から取り出され、次いで、前記本体部の表裏面に無電解ニッケルメッキ処理を施して形成された無電解ニッケルメッキ層により被覆部を形成することを特徴とする複合材の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、セラミック粒体とアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる複合材およびその製造方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

例えば、パワー半導体素子は大電流で駆動されるため発熱し、素子特性を維持するため放熱性に優れた放熱板が必要とされる。近年、特に高密度集積化や制御回路との混載による小型、軽量化が進められているため、高密度熱流の放散が重要な課題となっており、高熱伝導性の放熱基板が求められている。また、プラズマテレビ製造用の均熱板や、液晶パネル用ガラス基板に真空中でパターンを蒸着する際にも高熱が発生するため高熱伝導性の放熱基板が求められている。

【0003】

さらに、小型パソコンや測定機器、プロジェクタ等の分野においては、半導体素子の高密度集積化が進むに従って、半導体素子の発熱量が増大する一方で、機器の小型化によって、放熱に困難な構造となる傾向にある。このように、筐体、ヒートシンク材に対しても高熱伝導性の放熱基板が求められている。

また、車両においては、例えば、制動の分野においてブレーキディスクには高い放熱性が要求されており、パワートランジスタ等を使うような部分では、高熱伝導性の放熱基板が求められている。

以上のように、様々な分野で熱伝導性の高い材料が求められており、この要望に対して、従来は、SiC（シリコンカーバイド）とAl（アルミニウム）との複合材であるSiC/Al系複合材が提案されている（例えば、特許文献1）。

10

20

30

40

50

【0004】

【特許文献1】特開2002-322524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、金属板を使用する場合は熱膨張係数が大きい問題があり、一方、SiC/A1系複合材は熱伝導率が充分ではないという問題がある。

また、従来のSiC/A1系複合材では、アルミニウム溶湯の中にSiC粉末を分散させる方法、SiC粒体とアルミニウムまたはアルミニウム合金粒子をバインダーや焼結助剤を加えて成形し、次いで焼結する方法などがある。これらの方法において熱伝導率が充分でないのは、以下に示す理由によるものと考えられている。
10

- ・ SiCの含有率が20%容積程度と低いため。
- ・ SiCの粒度が10μ～100μと非常に細かく、アルミニウムとの接触面積が非常に大きくなるため。
- ・ SiCとアルミニウムとの界面にバインダーや焼結助剤の残留物が異物として残るため。
- ・ SiCとアルミニウムとの界面に空気を含んだ空隙が存在するため、などである。

【0006】

さらに、以上のようなSiC/A1系複合材を、例えば放熱基板として、MPUやパワーモジュール等の半導体と接続して使用する場合、SiC/A1系複合材と半導体とを接着することが多い。場合によってはねじ止めすることもある。
20

しかし、複合材を構成するSiCとA1との収縮率が違うため、複合材が収縮したとき、図16に示すように、SiC4の尖端部4Aが複合材100の表面から寸法Sだけ突出した状態となり、複合材100の表面に微妙な凹凸が生じている。凹凸は、例えば0.05mm程度であるが、凹凸にかわりはなく、複合材100の表面は平滑ではない。そのため、複合材100をそのままの状態で使用し、SiC/A1系複合材とパワーモジュール等の半導体とを接着、固定した場合、両者の対向する表面間に上記0.05mm程度の凹凸があることから、互いが充分に密着されない。その結果、半導体からの放熱がSiC/A1系複合材100に充分に伝達されなくなり、放熱基板としての充分な機能を果たせないという問題が生じている。
30

【0007】

そこで、平滑性を得て密着性をよくするために、SiC/A1系複合材の表面を研削または研磨することが行われるが、SiCの尖端が多数突出しているうえ、そのSiCの硬度が大きいため、研削加工の場合、工具の損傷が早い。また、研磨加工の場合は、長時間にわたる作業となり効率が悪く、大量の需要がある場合に対応できない。

さらに、研削、研磨加工して平滑に仕上げられた取り付け面に、被取り付け部材を取り付けたとしても、SiC/A1系複合材と被取り付け部材との膨張率の違いから、繰り返し使用のうちに、互いが剥離してしまうという問題も生じている。

【0008】

本発明の目的は、高熱伝導性を得ることができるとともに、表面を容易に高精度の平滑面とできて被取り付け部材に密着して取り付けることができ、かつ、繰り返し使用しても被取り付け部材との間で剥離することがない複合材およびその製造方法を提供することにある。
40

【課題を解決するための手段】**【0009】**

本発明の複合材は、比較的大きな粒度のセラミック粒体が40～85容積%、アルミニウムまたはアルミニウム合金が15～60容積%からなるとともに、前記セラミック粒体間の隙間に前記アルミニウムまたはアルミニウム合金が連続相を形成し、かつ、前記セラミック粒体とアルミニウムまたはアルミニウム合金との界面に隙間がないようにした複合材において、前記セラミック粒体およびアルミニウムまたはアルミニウム合金で構成され
50

た板状の本体部と、この本体部の厚さ方向の少なくとも一方側表面を覆いかつ加工性に優れた被覆部とで形成されていることを特徴とする。

【0010】

このような本発明によれば、複合材の本体部が、粒度が比較的大きなセラミック粒体をできるだけ多く含有させ、しかも、セラミック粒体とアルミニウムまたはアルミニウム合金とが連続相となっているので、互いの密着性が高まって形成される。セラミック粒体とアルミニウムとも、熱伝導性が鉄等他の金属と比べて優れており、その結果、高熱伝導性の複合材を得ることができる。

【0011】

また、複合材を被取り付け部材に取付ける際には、加工性に優れた被覆部を加工すればよく、被覆部の表面を容易に高精度の平滑面とできる。その結果、被取り付け部材との間で充分に密着して取り付けることができ、被取り付け部材の熱が本体部に充分に伝達されて放熱されるので、放熱基板としての充分な機能を発揮することができる。

【0012】

さらに、本体部中に粒度が比較的大きなセラミック粒体が多く含有されているので、本体部の線膨張率を小さく抑えることができる。従って、寸法精度が極めて優れた本体部となり、このような本体部を被取り付け部材に取り付けたとき、被取り付け部材との膨張率の違いにより互いが剥離することを防止でき、その結果、繰り返し使用が可能となり、複合材の長寿命化を図ることができる。

【0013】

以上の複合材において、セラミック粒体の粒度とは、幅方向および厚さ方向の最大外接円の大きさをいい、比較的大きな粒度としては、0.15mm(100meshふるい上)以上あればよいが、0.3mm~2.0mm(48~49mesh)程度が好ましい。

【0014】

本発明の複合材において、前記請求項1記載の被覆部が、前記本体部の表面に施された無電解ニッケルメッキからなる無電解ニッケルメッキ層で形成されていることが好ましい。

【0015】

このような本発明によれば、本体部の表面に、セラミックとアルミニウムとの収縮率の違いによる微妙な凹凸が形成されても、外部電源を必要としない無電解ニッケルメッキ処理によれば、対象物がセラミックであっても施すことができるので、上記凹凸を解消することができる。

また、無電解ニッケルメッキ層を形成するには、例えば金型で製造した本体部を、前処理を施した後に、無電解ニッケルメッキ処理装置に収容してメッキ処理を行なえばよく、容易に被覆部を形成することができる。

さらに、無電解ニッケルメッキ層の表面は所定の平滑度を有する平滑面となる。そのため、被取り付け部材の種類によっては、新たに平面加工をしなくても、そのままの状態で用いることができ、その場合は加工の手間を省くこともできる。

【0016】

以上の本発明において、無電解ニッケルメッキとしては、自己触媒型科学還元メッキ型を用いると好適である。

無電解ニッケルメッキは、外部電源を必要としないメッキ法であり、外部電源を必要とする電気メッキに対応するものである。外部電源を用いない金属析出法としては、金属の標準酸化還元電位(イオン化傾向)の差によって生じる置換(浸漬)メッキと、還元剤を用いる科学還元メッキとの2つがよく知られている。

【0017】

科学還元メッキは、金属イオンが還元剤によって還元析出するものであり、析出金属が還元剤の反応に対して触媒作用を有することに最大の特徴がある。つまり、この自己触媒作用により、金属析出反応は連続的に進行し、メッキ皮膜が成長する。

現在、広く工業的に利用されている無電解ニッケルメッキや、無電解銅メッキは、以上

10

20

30

40

50

に述べた自己触媒型科学還元メッキである。

なお、置換（浸漬）メッキによって無電解ニッケルメッキ層を形成してもよい。また、無電解ニッケルメッキに替えて、本体部に無電解銅メッキ処理を施して被覆部を形成してもよい。

【0018】

本発明の複合材において、請求項2に記載の複合材における前記無電解ニッケルメッキ層の表面には、電気メッキを施した電気メッキ層が形成されていることが好ましい。

【0019】

このような本発明によれば、本体部の表面に、セラミックとアルミニウムとの収縮率の違いによりセラミックが露出していても、まず、無電解ニッケルメッキを施すことで、セラミックとアルミニウムとの収縮率の違いによる凹凸を解消することができる。そして、無電解ニッケルメッキより経費が少なくてすむ電気メッキを無電解ニッケルメッキの表面に施すことで、全体の経費節減を図ることができる。

また、電気メッキ層の表面は所定の平滑度を有する平滑面となる。そのため、被取り付け部材の種類によっては、新たに平面加工をしなくても、そのままの状態で用いることができ、その場合は加工の手間を省くこともできる。

【0020】

前記複合材を製造するため、本発明の製造方法は、請求項2に記載の複合材を製造する方法であって、金型を用いて前記セラミック粒体とアルミニウムまたはアルミニウム合金とを複合する際に、前記金型のキャビティ内に前記セラミック粒体を収容した後、前記金型のキャビティ内を真空で吸引しながら前記アルミニウムまたはアルミニウム合金の溶湯を前記セラミック粒体間の隙間に含浸させて前記本体部を形成し、この本体部が前記金型内で冷却された後、金型から取り出され、次いで、前記本体部の表裏面に無電解ニッケルメッキ処理を施して形成された無電解ニッケルメッキ層により被覆部を形成することを特徴とする。

【0021】

通常の凝固を行い、セラミック粒体とアルミニウムとの界面、あるいはアルミニウムと遮蔽部材との界面に空隙ができたものについて、その空隙を除去する方法として以下の方法が有効である。

- ・複合材の本体部を、アルミニウムまたはアルミニウム合金が半溶融状態になる温度まで加熱し、圧力をかけて空隙を埋めてしまう方法。
- ・複合材の本体部を、アルミニウムまたはアルミニウム合金が軟化する温度で押出加工する方法。
- ・複合材の本体部を、アルミニウムまたはアルミニウム合金が軟化する温度で熱間圧延する方法。
- ・複合材の本体部を、アルミニウムまたはアルミニウム合金が軟化する温度で熱間鍛造する方法。

【0022】

前記記載のすべての方法において使用される溶湯について、セラミック微粉末をセラミック粒体に塗す他に、セラミック微粉末を、溶融したアルミニウムまたはアルミニウム合金の中に混入して攪拌した溶湯に使うことで、セラミック微粉末の含有量をさらに多くすることができます。

また、セラミック微粉末とアルミニウムまたはアルミニウム合金との濡れをよくするために、ニッケルのメッキをセラミック粒体に施してもよい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明の実施形態を添付図面に基づいて説明する。

図1，2に示すように、第1実施形態の複合材1は本体部2と、この本体部2の表裏面を覆い、かつ本体部2と一体化された被覆部2Aとで構成されている。

【0024】

10

20

30

40

50

本体部2は、分散したセラミック粒体4の間に、アルミニウムまたはアルミニウム合金(以下、単にアルミニウムという)5を隙間なく混入して形成された連続相を有している。複合材1の厚さTは、例えば、3mmとなっているが、この厚さTは、3mmに限定されず、3mm以上でもよく、あるいは3mm以下でもよい。

【0025】

セラミック粒体4としては、SiCの他、AIN、BN、カーボン等の粒体が用いられ、その粒度は比較的大きなものが用いられている。比較的大きな粒度としては、例えば、0.15mm(100meshふるい上)以上あればよいが、製品の厚さなどを考慮に入れると、0.3mm~2.0mm(48~9mesh)程度の粒度範囲が好ましい。

【0026】

ここで、セラミック粒体4の粒度が0.15mm未満であると、セラミック粒体4間の隙間が小さくなりすぎて、アルミニウムの溶湯が入り込まなくなり、含浸不良を起こす。また、セラミック粒体4の使用に際しては、全体をほぼ同じ粒度のものとしてもよいが、異なる粒度のセラミック粒体4を組み合わせて使用してもよい。

なお、セラミック粒体4の粒度とは、幅方向および厚さ方向の最大外接円の大きさをいう。また、セラミック粒体4は粒体ばかりでなく、纖維状のものを併用してもよい。さらに、カーボンとしては、カーボンブラック、カーボンバルーン等を用いることができる。

そして、本実施形態ではセラミック粒体4として、例えば、粒度0.7mmのSiC4が使用されている。

【0027】

SiC4の量は、40~85容積%が適当である。40容積%未満であれば、複合材1における本体部2の熱伝導率が高くならず、85容積%を越えると本体部2の強度が不十分となる。一方、アルミニウムの量は、SiC4の量に対応して15~60容積%とされている。

このように、本体部2の中に、比較的粒度が大きいSiC4を比較的多量に含有させたので、熱伝導率を200W/mK以上、線膨張係数を $9 \sim 12 \times 10^{-6}$ 程度にすることができる。

また、SiC4には、予めセラミック微粉末が塗されている。このセラミック微粉末の量はSiC4に対して、例えば、1:0.2~0.4の割合とすることが好ましい。

【0028】

以上の本体部2は、図3に示すような製造装置10で製造することができる。

製造装置10は、金型20と、注湯部30と、吸引部40とを含み構成されている。金型20は、一対の板状体21, 22、および板状体21, 22と直交しあつ結合される一対の側板(図示しない)を含み構成され、これらの板状体21, 22および側板によりキャビティ20Aが形成されている。

注湯部30には、キャビティ20Aの上端に連通する湯道31が形成されている。また、キャビティ20Aの下端は、真空ポンプPによって吸引される真空ボックス41に連通している。

【0029】

本体部2の製造に際しては、まず、金型20のキャビティ20Aの内部に、セラミックの微粉末を塗したSiC4を充填する。

次いで、キャビティ20A内を真空ポンプPによって吸引しながら、アルミニウム5の溶湯を注湯部30の湯道31から流入、充填する。このアルミニウム5の溶湯は、キャビティ20A内のSiC4同士の隙間に含浸して本体部2を形成する。

なお、金型20の下部と吸引部40との間には、例えばシート状の受け部材(図示しない)が設けられている。この受け部材には、アルミニウム5の溶湯は通さないが、エアを吸引できる極細の孔が多数あけられている。

【0030】

以上のように金型20で形成された本体部2を冷却後に取出したとき、その表裏面には、前述のようにアルミニウム5とSiC4とが現われ、かつ両者5, 4の収縮率の違いに

10

20

30

40

50

より、本体部2の表裏面は、前述のように微妙な凹凸となっている。

【0031】

アルミニウム溶湯の凝固の時に、普通に凝固させると、アルミニウム溶湯の凝固収縮が大きいために、SiC4とアルミニウム5との界面に真空の空隙ができてしまう。この真空の空隙は熱伝導率を著しく低下させる。従って、この真空の空隙は除去しなければならない。真空の空隙を除去する方法として以下の各方法が有効である。

- ・本体部2を、その構成要素のアルミニウム5が半溶融状態になる温度まで加熱し、圧力をかけて、アルミニウム5で真空の空隙を埋めてしまう方法。
- ・本体部2を、その構成要素のアルミニウム5が軟化する温度で押し出す方法。この方法では、押し出し加工時に、軟化状態のアルミニウム5が真空の空隙を埋めてしまう。
- ・本体部2を、その構成要素のアルミニウム5が軟化する温度で熱間圧延する方法。
- ・本体部2を、その構成要素のアルミニウム5が軟化する温度で熱間鍛造する方法。
- ・キャビティ20A内を真空中で吸引しながら、アルミニウム5の溶湯を注入している間に、同時にアルミニウム溶湯を加圧する。

【0032】

前記いずれの方法においても、SiC4の粒度を0.15mm以上と大きくすることができる。また、その含有量も40容積%以上とすることができる。さらに、SiC4とアルミニウム5以外は特に何も使わないでよい。そして、最後にSiC4とアルミニウム5との界面にできる空隙を除去することが可能となる。その結果、より熱伝導性に優れた複合材1の製造が可能となる。

【0033】

図4に示すように、被覆部2Aは、本体部2の表裏面に施工された厚さ寸法がDの無電解ニッケルメッキ層で構成されている。この無電解ニッケルメッキ層の厚さDは、例えば10μ～50μに形成されており、製造された本体部2の前記微妙な凹凸を埋めることができる厚さになっている。

無電解ニッケルメッキ層は、金型20から取り出した本体部2の表裏面に所定の前処理を施した後、その本体部2を、図示しない無電解ニッケルメッキ用装置に収容し、無電解ニッケルメッキ処理を施して形成される。そして、この無電解ニッケルメッキ層により本体部2の表裏面の微妙な凹凸が埋められ、高精度の平滑面となっている。そのため、被取付け部材の種類によっては、表面の二次加工をしなくても、そのままの状態で使用することができる。

【0034】

以上のような複合材1の使用状態の一例が模式図として、図5に示されている。

この使用例では、被覆部2Aの表面が、無電解ニッケルメッキ処理された状態のままのものが使用され、研磨加工等の二次加工は行なわれていない。なお、被覆部2Aの表面は、被取付け部材との間で要求される密着度を満たす程度に平滑面となっている。

【0035】

図5に示すように、例えばMPU用のパワー半導体素子50は、A1Nチップ51に固定されており、このA1Nチップ51は、複合材1の被覆部2Aに固定されている。従って、複合材1と、A1Nチップ51および導体回路配線53とが、高精度の密着度で相互に取り付けられている。また、パワー半導体素子50には、ワイヤ52により導体回路配線53が接続されている。

【0036】

以上のような本実施形態によれば、次の効果がある。

(1) 複合材1の本体部2が、粒度が比較的大きなSiC4が40～85容積%、アルミニウム5が15～60容積%からなり、SiC4間の隙間にアルミニウム5が連続相を形成し、かつ、SiC4とアルミニウム5との界面に隙間がないように形成されているので、熱伝導率を200W/mK以上にすることができる。その結果、高熱伝導性の複合材1を得ることができ、優れた放熱基板として利用することができる。

【0037】

10

20

30

40

50

(2) 複合材1の線膨張係数を $9 \sim 12 \times 10^{-6}$ 程度に抑えることができるので、複合材1が膨張しにくい。従って、パワートランジスタ等の被取付け部材に取付けたとき、互いの膨張率の違いから生じる、繰り返し使用による剥がれ等を防止することができ、複合材1の長寿命化を図ることができる。

【0038】

(3) 本体部2の表面に、SiC4とアルミニウム5との収縮率の違いによる微妙な凹凸が形成されても、対象物がSiC4であっても無電解ニッケルメッキ処理を施すことができるので、上記凹凸を解消することができる。無電解ニッケルメッキ層の表面は高精度の平滑面となっているので、複合材1を、パワートランジスタ等の被取付け部材に取付けるために、研削加工、あるいは研磨加工を省略することも可能となり、その分の手間を省くことができる。10

【0039】

(4) 本体部2の被覆部2Aが無電解ニッケルメッキ層により形成され、その表面は、例えば $10 \sim 20 \mu$ 程度の凹凸となった高精度の平滑面となっているので、熱伝導率が 200 W/mK 以上ある複合材1を、パワートランジスタ、各種半導体デバイス部品、液晶パネル用のガラス基板、プラズマテレビ製造用の均熱板等の被取付け部材に対して高精度の密着性を維持して接続させることができる。従って、急速な放熱が可能となるので、放熱基板としての機能を充分に果たすことができる。

【0040】

(5) SiC4には予めセラミック微粉末が塗されているので、SiC4の粒体間の隙間にアルミニウム5が充填され、収縮する際、SiC4にまとわりついたセラミックの微粉末に、アルミニウム5の収縮時にアルミニウム5を引っ張る作用が生じるため、アルミニウム5の収縮をわずかでも抑えることができる。その結果、SiC4の粒体とアルミニウム5との界面に生じる空隙を少なくでき、より高性能の熱伝導性を有する複合材1とできる。20

【0041】

(6) 複合材1の熱伝導率が 200 W/mK 以上となっており、高熱伝導性のものとなっているので、複合材1を、高熱伝導性が必要な製品、例えば、プロジェクトの熱源である電灯の放熱対策に利用したり、パネルヒータのパネル本体、遠赤外線ヒータの発熱面、アイロンの掛け面用、例えばフライパンや、炊飯器の釜や、調理用の鍋等、料理用の器具に用いることもでき、多方面での利用が可能となる。30

【0042】

次に、図6に基づいて本発明の第2実施形態を説明する。

この実施形態および以下の各実施形態において、前記第1実施形態の各部材と同一構成部材には、同一符号を付すとともに、その詳細な説明は省略または簡略化する。

【0043】

本第2実施形態の複合材1Aは、前記本体部2と、この本体部2の表裏面を覆い、かつ当該本体部2と一体となった被覆部2Bとで構成されている。

被覆部2Bは2層構造とされ、本体部2側の第1層が前記被覆部2Aで形成され、この被覆部2Aの表面に電気メッキを施して形成された電気メッキ層2Cが第2層となっている。電気メッキ層2Cは、本体部2に無電解ニッケルメッキ処理を施した後、図示しない電気メッキ用のメッキ槽に収容して形成される。40

【0044】

以上のような第2実施形態によれば、前記(1)～(6)とほぼ同様の効果の他、次のような効果が得られる。

(7) 本体部2の表面に、セラミック4とアルミニウム5との収縮率の違いによりセラミック4が露出していても、無電解ニッケルメッキ処理により、本体部表面の凹凸を解消することができるうえに、無電解ニッケルメッキより経費が少なくてすむ電気メッキが無電解ニッケルメッキの表面に施されているので、全体の経費節減を図ることができる。

【0045】

次に、図7～図9に基づいて本発明の第3実施形態を説明する。

第3実施形態の複合材1Bは、本体部3と、この本体部3の一表面を覆うとともに当該本体部3と一体となった被覆部3Aとで構成されている。

【0046】

本体部3は、前記本体部2とほぼ同様の構成となっているが、被覆部3Aが本体部3と同時に製造される点が、前記第1、第2実施形態と異なっている。

被覆部3Aは、図8に示すように、本体部3の一方側表面から外側に突出し、かつ、図8の紙面直交方向である縦方向（次に述べる金型20においてアルミニウム溶湯の流れ方向）に連続した多数条の突出部300により形成されている。

この突出部300は、金型20のキャビティ20Aを構成する一対の板状体21, 22、および図示しない一対の側板のうち、一方の板状体22に形成された縦溝22Aにアルミニウムの溶湯を流入、充填することにより形成される。10

【0047】

縦溝22Aは、図9に示すように、前記一方の板状体22の一方側表面全面に、アルミニウムの溶湯が流れる縦方向（実施形態では垂直方向）に連続して形成されている。この縦溝22Aは、図8に示すように、根元の幅寸法Wが例えば0.5mmで、抜け勾配としての角度が例えば約60°で、深さDが例えば0.5mmの断面三角形状の空間に形成されている。そのため、縦溝22Aには、粒度が0.7mmのSiC4がほとんど侵入できない構成となっている。

【0048】

そして、隣り合う縦溝22A同士は幅方向に隙間なく連続しており、それらの縦溝22Aを、当該縦溝22Aと直行する方向から見たとき鋸歯状になっている。20

なお、縦溝22Aは、垂直に形成されているだけでなく、例えば傾斜角5度程度のわずかな傾斜に沿って形成されていてもよい。あるいは、例えばS字状に蛇行した溝でもよい。要は、アルミニウム5の溶湯がスムーズに流入できる溝であればよい。

【0049】

縦溝22Aの幅W、角度および深さDの寸法は、上記寸法0.5mmに限定されない。例えば、幅Wを0.5mm以下としてもよく、あるいは0.5mm以上に形成してもよい。ただし、幅Wをあまり小さくすると、アルミニウム5の溶湯が流れにくくなるので、例えば0.3mm程度までに抑えた方が好ましい。また、あまり大きくすると、SiC4が侵入しやすくなるので、例えば0.6mm程度までに抑えた方が好ましい。30

【0050】

以上の複合材1Bは、前述した図3に示す製造装置10で製造することができる。

すなわち、製造装置10の金型20を構成する一方の板状体22を、前記縦溝22Aが形成されたものとすることで、前述と同じ手順により製造することができる。なお、縦溝22Aが前記キャビティ20Aに臨むように金型20の板状体22が配置される。

【0051】

複合材1Bを製造した後、突出部300からなる被覆部3Aの平滑面を得るために平面加工をする必要が生じる。この場合、例えばホットプレスを使用することができる。その手順としては、まず、本体部3を所定の載置台（図略）の上に載せ、突出部300の上端にホットプレスを当接させた後、ホットプレスにより徐々に熱を加えながら、多数状の突出部300の先端を押圧する。これにより、突出部300が潰され、平滑面が形成される。40

【0052】

あるいは、多数状の突出部300からなる被覆部3Aを、工具により研削あるいは研磨して平面加工し、高精度な平滑面としてもよい。

また、被覆部3Aの表面加工は、前述のホットプレス、研削、研磨加工に限らず、例えば、圧延加工で行ってもよい。すなわち、複合材1Bを金型20から取り出した後、その複合材1Bを、所定温度、例えば200～300で焼きなまし処理して圧延加工しやすいようにし、圧延ロール間を通すことにより突出部300、つまり被覆部3Aを圧延し50

、これにより、高精度な平滑面としてもよい。この場合、断面三角形状の突出部300の頂点と谷との間の寸法、例えば前記0.5mmの寸法の半分、つまり、0.25mmだけ圧延するようにすれば、頂点と谷とが互いに埋まり合って、容易に平滑な仕上げ面とすることができる。従って、複合材1Bの表面には圧延加工された0.25mmの被覆部3Aが形成されていることになる。

【0053】

以上のような第3実施形態によれば、前記(1)、(2)、(5)、(6)とほぼ同様の効果の他、次のような効果が得られる。

(8)一方の板状体22に形成された多数条の縦溝22Aは、根元の幅寸法Wが0.5mmとなっているので、粒度が0.7mmのSiC4が、キャビティ20A内を勢いよく連続して落下するときそれらの縦溝22Aに侵入することはほとんどない。その結果、複合材1の表面を平面加工する際、縦溝22A内に充填されて形成されたアルミニウムからなる突出部300を加工すればよいので、容易に高精度の平滑面ととることができる。10

【0054】

(9)被覆部3Aを構成する多数条の突出部300は、金型20のキャビティ20Aに形成された多数条の縦溝22Aにアルミニウム5の溶湯を流入させることで形成でき、縦溝22Aはアルミニウム5の溶湯の流入方向と同じ方向の縦方向に形成されているので、アルミニウム5の溶湯がスムーズに流れる。従って、突出部300の幅寸法Wが小さくても突出部300を容易に形成できる。

【0055】

(10)被覆部3Aを構成する多数条の突出部300の平面加工は、ホットプレスを利用したり、工具による研削加工、研磨加工、あるいは、所定温度で突出部300のアルミニウムを加熱して焼きなまし処理を行い、突出部300を圧延加工して高精度な仕上げ面を得ることもできる。その結果、表面加工の選択が拡がるので、設備に応じた表面加工を行うことができる。20

【0056】

次に、図10～図12に基づいて本発明の第4実施形態を説明する。

図10に示すように、本第4実施形態の複合材1Cは、本体部7と、この本体部7における厚さ方向の一方側表面から寸法Lだけ内側に入った位置に埋設された遮蔽部材6とを含み構成され、この遮蔽部材6と一方側表面との間に被覆部7Aが形成されている。30

【0057】

前記遮蔽部材6は、図11、図12に示すように、金網61とこの金網61を支持する支持部材62とで構成されている。

金網61は、針金部材61Aを編み込んで形成されている。針金部材61Aの銅線の太さは、線径が例えば0.5mmのものが用いられ、その網目は、例えば0.4mmとなっている。そして、この0.4mmの網目により連通孔61Dが構成されている。

また、連通孔61Dが0.4mmとなっているので、図12に示すように、粒度が例えば0.7mmのSiC4は、連通孔61Dを通り抜けることができず、SiC4の尖端4Aの一部が引っかかった状態となっている。

【0058】

支持部材62は、例えば0.5mmの厚さの銅板で形成されており、枠体62A、縦桟62B、および横桟62Cを含み構成され、例えば6つの大きな開口部62Dが形成されている。枠体62A、縦桟62B、および横桟62Cの幅寸法は、例えば0.5mmに形成されている。40

【0059】

そして、遮蔽部材6を金型200のキャビティ200Aに装着したとき、キャビティ200Aの一方側表面と金網61との間隔は寸法Lとなっている。また、キャビティ200Aの一方側表面から寸法L1だけ内側に入った位置で平面加工すれば、SiC4に触れずに加工することができ、かつ仕上げ記号で示したように、高精度の平滑面7Bを得ることができる。50

【0060】

金網61が被覆部7A内に埋設されていても、金網61および支持部材62は銅で形成されており、銅の熱伝導率は、0.938 cal/cm·/sec/°Cであるのに対して、アルミニウム5の熱伝導率0.534 cal/cm·/sec/°Cであり、銅の方がアルミニウム5よりもはるかに熱伝導率が大きい。従って、被覆部4Aに金網61、支持部材62が埋設されていても、複合材1Cの高熱伝導性を何ら阻害するものではない。

また、銅の融点が1083度であるのに対して、アルミニウム5の融点が660度であり、銅の方がアルミニウム5よりはるかに高いので、予熱されている金型のキャビティ200Aにアルミニウム5の溶湯を注入しても、金網61および支持部材62がへたることはない。

10

【0061】

以上のような第4実施形態によれば、前記(1)、(2)、(5)、(6)とほぼ同様の効果の他、次のような効果が得られる。

(11)キャビティ20Aの一方側表面から所定寸法Lだけ入り込んだ内部に埋設された金網61が連通孔61Dを有し、この連通孔61Dの孔径は使用されるSiC4の粒度より小さく形成されているので、金網61と本体部7の一方側表面との間の被覆部7Aにアルミニウム5は充填されるが、SiC4は入り込まない。従って、複合材1Cの使用に際しては、被覆部7Aを構成するアルミニウム5と支持部材62の一部とを平面加工すればよいので、加工が容易となり、かつ短時間で高精度の平滑面7Bを得ることができる。

20

【0062】

(12)金網61は銅製の針金部材61を編み込んで形成されるので、容易に製作することができるとともに、針金部材61を編みこむ際に、網目の大きさ、つまり連通孔61Dを任意に変えることができるので、粒度の異なるSiC4に柔軟に対応することができる。

30

【0063】

(13)遮蔽部材6が、金網61を支持部材62に取り付けて構成されているので、金網61が波打ったり、一部が凹んだりすることがない。そのうえ、銅の融点がアルミニウム5の融点よりはるかに高いので、予熱されている金型のキャビティ200Aにアルミニウム5の溶湯を注入しても、金網61および支持部材62がへたることはない。従って、遮蔽部材6を安定して装着することができる。

30

【0064】

次に、図13に基づいて本発明の第5実施形態を説明する。

前記各実施形態では、本体部2、本体部3、本体部7を製造するのに製造装置10を用いていたが、本第5実施形態は、ダイカスト機300により複合材1Dを製造するものである。

40

【0065】

図13に示すように、ダイカスト機300の可動型310と固定型311とに、可動金型321と固定金型322とがそれぞれ取り付けられ、これらの金型321、322は、分割面(パーティングライン；P·L)で互いに当接され、強固に型締めされている。

可動金型321、固定金型322には、それぞれ入れ子323、324が嵌入され、これらの入れ子323、324の当接面にキャビティ321Aが形成されている。そして、このキャビティ321Aに前記本体部2が、図示しない支持具により支持されて装着されるようになっている。

キャビティ321Aの厚さ寸法は、本体部2の厚さ寸法よりも、例えば0.5mm厚い寸法に形成されており、この0.5mmの隙間にアルミニウムが射出されることにより、被覆部2Gが形成されるようになっている。

【0066】

可動金型321と固定金型322とのそれぞれの内部には、可動側ブッシュ331と固定側ブッシュ332とが装着され、これらにより湯道330が形成されている。そして、この湯道330と前記キャビティ321Aとは湯口340で接続されている。また、キャ

50

ピティ321Aの外周、かつ各ブッシュ331, 332の反対側には、湯出口341を介してキャビティ321Aに接続された湯溜まり343が形成されている。この湯溜まり343にはガス抜き部344が連続して形成され、射出時にキャビティ321A内の空気を大気に逃がすようになっている。

【0067】

前記湯道330には、図示しない給湯口から供給されスリーブで射出されたアルミニウムの溶湯が流入し、その溶湯は、湯口340からキャビティ321Aと本体部2との隙間に充填され、前記被覆部2Gが形成される。また、溶湯の一部は、湯出口341を経由して湯溜まり343に充填される。

【0068】

以上のような第5実施形態によれば、前記(1)、(2)、(6)、(7)とほぼ同様の効果の他、次のような効果が得られる。

(14) 複合材1Dの生産サイクルが短時間で可能となり、大量生産できるので、大量の需要に対しても容易に対応することができる。

【0069】

(15) 金型20で製造した本体部2が、ダイカスト機300の可動金型321と固定金型322のキャビティ321Aに装着された後、キャビティ321Aと本体部2との隙間にアルミニウムの溶湯が充填されて被覆部2Gが形成されるので、被覆部2Gはアルミニウムだけで形成される。その結果、被覆部2Gを容易に形成することができ、かつ加工が容易となるので、高精度の平滑面を容易に形成することができる。

【0070】

なお、本発明は前述の各実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれるものである。

例えば、前記第1実施形態では、金型20で製造した本体部2の表裏面に、無電解ニッケルメッキ処理を施して被覆部2Aを形成したが、これに限らない。第3実施形態の多数状の突出部300で形成された被覆部3Aに無電解ニッケルメッキ処理を施し、平滑面としてもよい。

【0071】

また、前記第5実施形態では、金型20で形成された本体部2を、ダイカスト機300のキャビティ321Aに装着しておいて、アルミニウム5を射出して被覆部2Gを形成したが、これに限らない。例えば、ダイカスト機に、第3実施形態の縦溝22Aが形成された金型20を用い、SiC4とアルミニウム5とを所定の割合で混在させた溶湯を金型のキャビティ内に射出して、複合材を形成してもよい。

【0072】

さらに、前記第5実施形態では、金型のキャビティ321A内に成形後の本体部2を装着した後、アルミニウムの溶湯を射出したが、これに限らない。例えば、第1実施形態に記載されているような、高圧铸造法で使用されるプリフォームを用いてもよい。このプリフォームは、炭化珪素等のセラミック粒子または繊維で形成されており、そのプリフォームを、キャビティ20A内に装着後、キャビティ20A内にアルミニウムの溶湯を射出して、アルミニウムをプリフォームに含浸させ本体部を形成すると同時に、被覆部を形成してもよい。

【0073】

また、前記第3実施形態では、被覆部3Aが多数状の縦溝22Aに充填されたアルミニウムにより形成され、第2実施形態では、被覆部2Bが無電解ニッケルメッキを施した無電解ニッケルメッキ層により形成されているが、これに限らない。本体部2を形成した後、例えば、前記隣り合う突出部300の間に、無電解ニッケルメッキを施してもよく、あるいは、本体部2に真空蒸着によりアルミニウム、ニッケル等をコーティングして被覆部を形成してもよい。

【0074】

10

20

30

40

50

次に、本発明の実施例について説明する。

【実施例 1】

【0075】

前記複合材 1 の本体部 2 を製造するために、厚さ 3 mm のキャビティを有する金型に、0.35 ~ 0.85 mm の粒度 (42 ~ 20 mesh の粒度) の SiC 粒体をキャビティ容積の 58 % の量だけ充填し、同時に金型の下端から真空ポンプによりキャビティ内を真空に吸引した。吸引を続けながら、金型上部より、鋳物用アルミニウム AC3A の 690 ~ 700 の溶湯を注入し、SiC 粒体の間隙にアルミニウム溶湯を含浸させた。ここまででは、金型の温度は 550 であり、次に凝固させるために金型温度を 530 にして、3 分間保持した。
10

これにより、金型はアルミニウムが流れない程度に冷却されているので、金型を開いて本体部 2 を取り出し、室温で完全に凝固させた。

なお、この実施例では、高熱伝導率を検証するために製造したものである。

【0076】

この本体部について、電子顕微鏡観察とレーザフラッシュ法による熱伝導率測定を行った。その結果、図 14 に示すように、SiC 4 とアルミニウム 5 との界面に空隙 6 が存在していることがわかった。一方、熱伝導率は 138 W / mK であった。SiC 粒体とアルミニウム 5 との界面にある空隙 8 をなくして、さらに熱伝導率を向上させるために以下の処理を行った。

(イ) アルミニウム AC3A が半溶融状態または軟化状態になる温度 450 、 500 、 550 で、それぞれ 2 トン / cm² の圧力を 5 分間かけ処理した。その結果、図 15 に示すように、SiC 粒体とアルミニウムとの界面の空隙がほぼなくなったことがわかる。一方、熱伝導率は 450 のとき 212 W / mK 、 500 のとき 280 W / mK 、 550 のとき 280 W / mK であり、非常に高い熱伝導率が得られた。
20

(ロ) 炉で 450 に加熱した後、炉より取り出して、圧延率 10 % で 1.3 mm まで圧延した。このものについても、SiC 粒体とアルミニウムの界面の空隙がほぼなくなっていた。また、熱伝導率も 205 W / mK であり、この場合にも高い値が得られた。

(ハ) 上記板状成形体、つまり、本体部 2 を鍛造温度 460 で鍛造処理を行った。その結果、SiC 粒体とアルミニウムの界面の空隙がほぼなくなっていた。また、熱伝導率も 240 W / mK であり、この場合にも良好な結果が得られた。
30

【実施例 2】

【0077】

本体部 2 を製造するために、直径 100 mm の円柱のキャビティを有する金型に、0.7 ~ 7 mm の粒度 (24 ~ 10 mesh の粒度) の SiC 粒体をキャビティ容積の 52 % の量だけ充填し、同時に金型の下端から真空ポンプによりキャビティ内を真空に吸引した。吸引を続けながら、金型上部から鋳物用アルミニウム AC3A の 690 ~ 700 の溶湯を注入し、SiC 粒体の間隙にアルミニウム溶湯を含浸させた。ここまででは金型の温度は 550 であり、次に凝固させるために金型温度を 530 にして、3 分間保持した。これにより、金型が、アルミニウムが流れない程度に冷却されているので、金型を開いて円柱の本体部を取り出して室温で完全に凝固させた。
40

【0078】

この直径 100 mm の円柱の本体部を 600 の温度で、6 mm 厚さ、幅 50 mm の板に押し出し加工した。この板状の本体部について、前記実施例 1 と同じように評価したところ、SiC 粒体とアルミニウムとの界面に空隙がほとんど認められなかった。また、熱伝導率は 265 W / mK と非常に高い値を示した。

【0079】

次に、前記各実施例に対する比較例を説明する。

各実施例と同様に、厚さ 3 mm のキャビティを有する金型に、0.35 ~ 0.85 mm の粒度の SiC 粒体をキャビティ容積の 58 % の量だけ充填した。しかし、金型の下から真空で吸引することはせず、金型上部より、鋳物用アルミニウム AC3A の 690 ~ 7
50

00 の溶湯を注入し、SiC粒体の間隙にアルミニウム溶湯を含浸させようとした。冷却凝固後、金型を開いたところアルミニウムが充分に含浸されていなかった。

【産業上の利用可能性】

【0080】

本発明は、MPUやパワーモジュール等の半導体から発生した熱を吸収、放熱する放熱用基板や、基板の表面に薄膜を形成する成膜装置としての、真空蒸着装置、スパッタリング装置、CVD（化学的気相成長）装置等に用いられる放熱用基板あるいは搬送用基板、プラズマテレビ製造用の均熱板、小型パソコン、測定機器等の電子機器に用いられる筐体、ヒートシンク材、さらに、車両の制御部等で発生した熱を吸収、放熱し、あるいは、ブレーキ部等に利用することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図1】本発明に係る複合材の第1実施形態を示す縦断面図。

【図2】前記第1実施形態の複合材を示す平断面図。

【図3】前記第1実施形態の複合材を製造する製造装置を示す縦断面図。

【図4】前記第1実施形態の複合材の詳細を示す縦断面図。

【図5】前記第1実施形態の複合材の使用状態を示す縦断面図。

【図6】本発明に係る複合材の第2実施形態を示す縦断面図。

【図7】本発明に係る複合材の第3実施形態を示す縦断面図。

【図8】前記第3実施形態の金型と複合材との関係を示す部分拡大図。

20

【図9】前記第3実施形態の一方の板状体に形成された縦溝を示す全体斜視図。

【図10】本発明に係る複合材の第4実施形態を示す縦断面図。

【図11】前記第4実施形態の金網と支持部材との関係を示す斜視図。

【図12】前記第4実施形態の金網と支持部材とをキャビティに装着した状態を示す縦断面図。

【図13】本発明に係る複合材の第5実施形態を示す縦断面図。

【図14】実施例1によって製造した複合材の空隙がある状態を示す断面模式図。

【図15】実施例1によって製造した複合材の空隙が消滅した状態を示す断面模式図。

【図16】一般的な複合材のセラミックとアルミニウムとの関係を示す断面図。

30

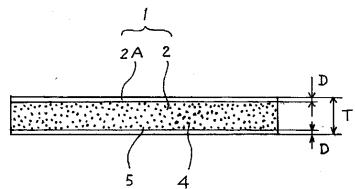
【符号の説明】

【0082】

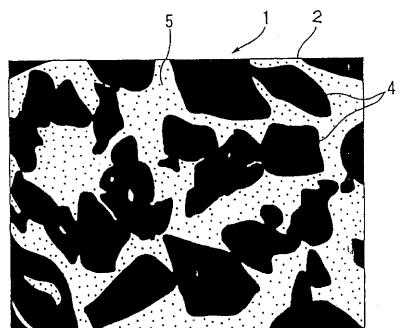
- 1、1A～1D…複合材
- 2，3，7…本体部
- 2A、2B…被覆部
- 2C…電気メッキ層
- 3A、3G…被覆部
- 4…セラミック粒体であるSiC
- 5…アルミニウム
- 7A…被覆部
- 10…製造装置
- 20…金型
- 20A…キャビティ
- 22A…縦溝
- P…真空ポンプ

40

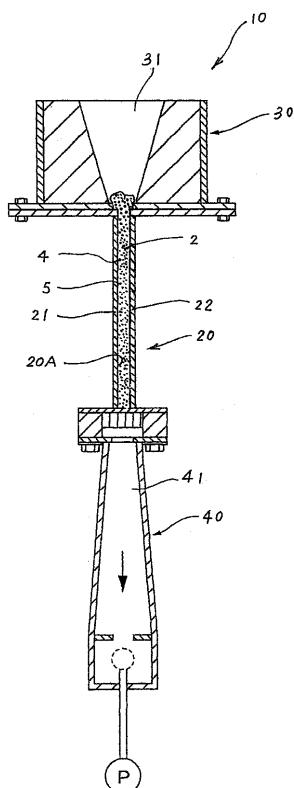
【図1】



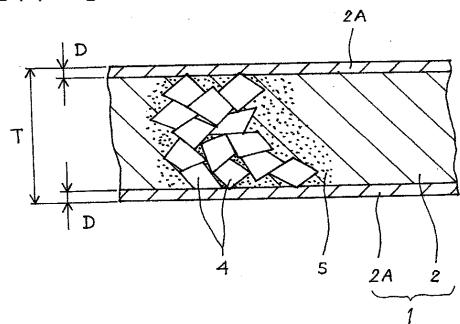
【図2】



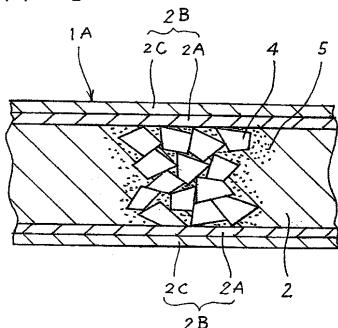
【図3】



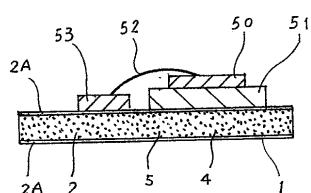
【図4】



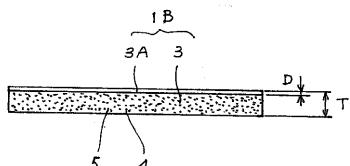
【図6】



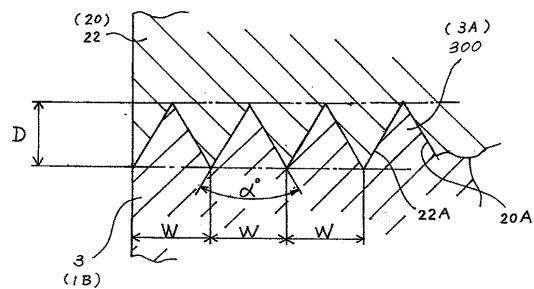
【図5】



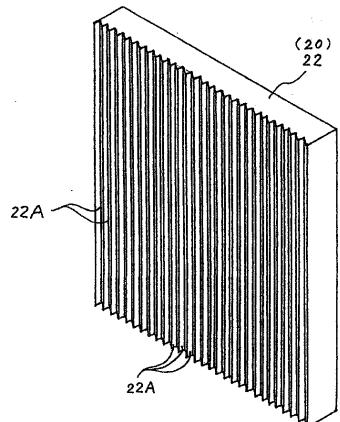
【図7】



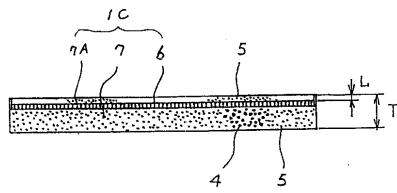
【図8】



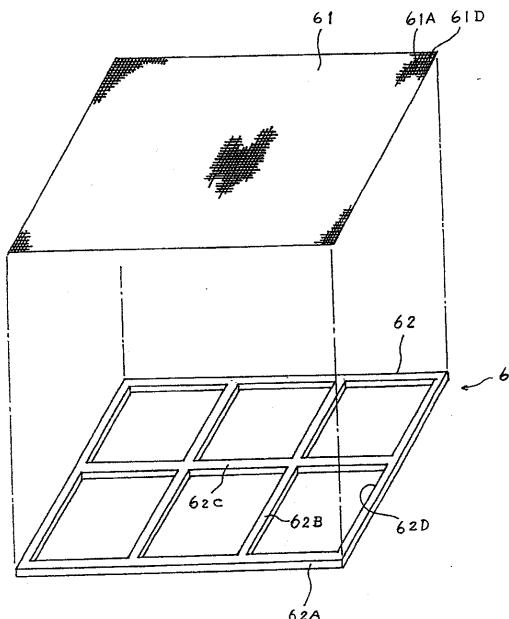
【図9】



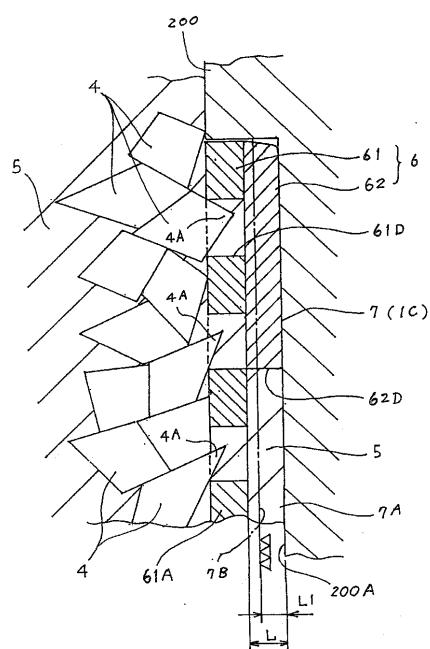
【図10】



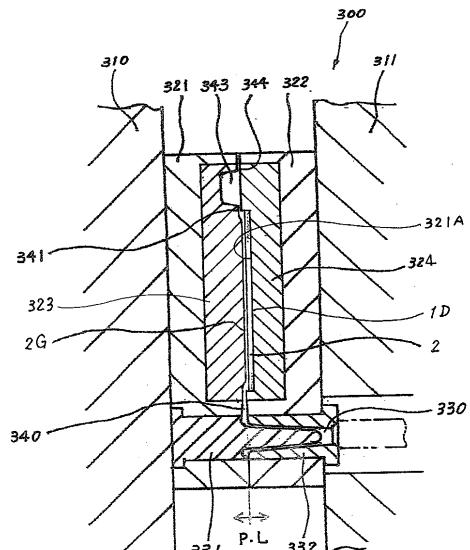
【図11】



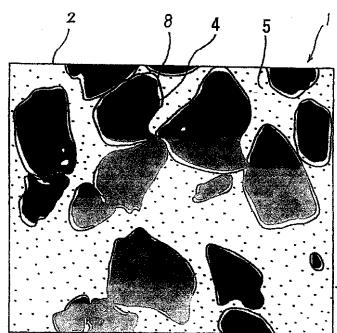
【図12】



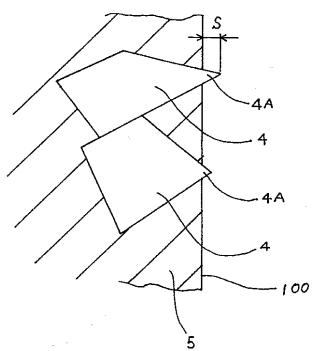
【図13】



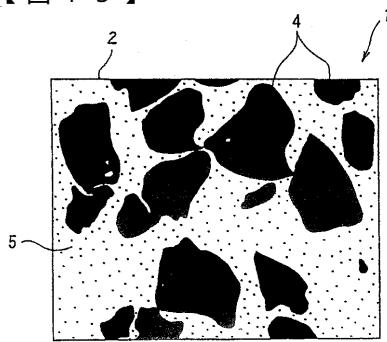
【図14】



【図16】



【図15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷ F I テーマコード(参考)
H 01 L 23/373 C 22 C 29/02 Z

F ターム(参考) 4K020 AA22 AA24 AC01 BB22 BB26 BC03
5F036 AA01 BB21 BD03 BD13