

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4761157号  
(P4761157)

(45) 発行日 平成23年8月31日 (2011. 8. 31)

(24) 登録日 平成23年6月17日 (2011. 6. 17)

(51) Int. Cl.

H 0 1 L 23/373 (2006. 01)

F I

H 0 1 L 23/36

M

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2006-535802 (P2006-535802)	(73) 特許権者	000003296
(86) (22) 出願日	平成17年9月7日 (2005. 9. 7)		電気化学工業株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2005/016453		東京都中央区日本橋室町二丁目1番1号
(87) 国際公開番号	W02006/030676		日本橋三井タワー
(87) 国際公開日	平成18年3月23日 (2006. 3. 23)	(74) 代理人	100090918
審査請求日	平成20年6月9日 (2008. 6. 9)		弁理士 泉名 謙治
(31) 優先権主張番号	特願2004-266144 (P2004-266144)	(74) 代理人	100082887
(32) 優先日	平成16年9月14日 (2004. 9. 14)		弁理士 小川 利春
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100072774
			弁理士 山本 量三
		(72) 発明者	岩元 豪
			福岡県大牟田市新開町1番地 電気化学工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アルミニウム-炭化珪素質複合体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

平板状の炭化珪素質多孔体にアルミニウムを主成分とする金属を含浸してなり、両主面にアルミニウムを主成分とする金属からなるアルミニウム層を有し、一主面が回路基板に接合され他の主面が放熱面として用いられるアルミニウム-炭化珪素質複合体において、

回路基板接合面のアルミニウム層の平均厚みが0.1～0.3mm、前記回路基板接合面内のアルミニウム層の厚み差が0.1mm以内で、かつ両主面のアルミニウム層の平均厚みの差が、厚い方のアルミニウム層の平均厚みの40%以内であり、炭化珪素質多孔体の放熱面を凸型の反りの形状に成形または機械加工し、アルミニウムを主成分とする金属を含浸後、放熱面のアルミニウム層に更に機械加工を施して長軸上で200mmあたり10～400μmの凸型の反りを形成し、かつ、加工歪み除去のための加熱処理後における2本の対角線の反り値差の標準偏差が41.2μm/200mmスパン以下であることを特徴とするアルミニウム-炭化珪素質複合体。

【請求項 2】

アルミニウムを主成分とする金属からなるアルミニウム層中に、アルミナ若しくはシリカを主成分とする、繊維、球状粒子及び破砕形状の粒子のうちの1種以上を5～40質量%含有させることを特徴とする請求項1に記載のアルミニウム-炭化珪素質複合体。

【請求項 3】

熱伝導率が180W/mK以上であり、かつ熱膨張係数が $10 \times 10^{-6}$ /K以下であることを特徴とする請求項1又は2に記載のアルミニウム-炭化珪素質複合体。

## 【請求項 4】

加工歪み除去のための加熱処理前後の放熱面の長軸方向の反り量の変化量が、200 m mあたり30 μ m以下であることを特徴とする請求項 1 ~ 3のいずれか1項記載のアルミニウム - 炭化珪素質複合体。

## 【請求項 5】

高圧鍛造法で製造されることを特徴とする請求項 1 ~ 4のいずれか1項記載のアルミニウム - 炭化珪素質複合体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、回路基板のベース板として好適なアルミニウム - 炭化珪素質複合体に関する。なお、本発明における長軸は、平板の形状が四角形の場合は対角線を、円の場合は直径を、楕円の場合は長軸を、その他の形状の場合は最大長の軸をそれぞれ表す。

## 【背景技術】

## 【0002】

今日、半導体素子の高集積化、小型化に伴い、発熱量は増加の一途をたどっており、いかに効率よく放熱させるかが課題となっている。そして、高絶縁性・高熱伝導性を有する例えば窒化アルミニウム基板、窒化珪素基板等のセラミックス基板の表面に、銅製又はアルミニウム製の金属回路が形成されたセラミックス回路基板を作製し、そして、その裏面に放熱板として銅製又はアルミニウム製のベース板が形成されてなる基板が、例えばパワーモジュール用基板として使用されている。

## 【0003】

従来のセラミックス回路基板の典型的な放熱構造は、セラミックス回路基板にベース板が半田付けされてなるものであり、ベース板としては銅、アルミニウムが一般的であった。しかしながら、この構造においては、例えば熱負荷がかかった場合、ベース板とセラミックス回路基板の熱膨張係数差に起因するクラックが半田層に発生し、その結果放熱が不十分となって回路上の半導体を誤作動させたり、破損させたりする等の問題があった。

## 【0004】

そこで、熱膨張係数をセラミックス回路基板のそれに近づけたベース板として、アルミニウム合金 - 炭化珪素質複合体が特公表平05 - 507030号公報に提案されている。

## 【0005】

ベース板は放熱フィンや放熱ユニット等に接合されることが多く、その接合部分の形状や反りも重要である。例えば、ベース板を放熱フィンや放熱ユニット等に接合する場合、一般にベース板の周縁部に設けられた穴を利用してねじ固定するが、ベース板に微少な凹凸が存在すると、ベース板と放熱フィンや放熱ユニット等との間に隙間が生じ、たとえ高熱伝導性の放熱グリースを塗布しても、熱伝達性が低下する場合がある。その結果、セラミックス回路基板、ベース板、放熱フィンや放熱ユニット等で構成されるモジュール全体の放熱性が低下するという課題があった。

## 【0006】

そこで、ベース板と放熱フィンとの間に出来るだけ隙間が出来ないように、予めベース板に凸型の反りを付けたものを用いることが多い。この反りは通常、所定の形状を有する治具を用い、加熱下、ベース板に圧力をかけることで得られるが、この方法によって得られた反りは、反り量のバラツキが大きく、且つ形状が一定でないため品質が安定しないという課題があった。また、反り形状のバラツキにより、放熱フィンや放熱ユニット等との間に隙間が生じるといった課題があった。

## 【0007】

ベース板表面を機械加工により切削することで反りを付ける方法もあるが、アルミニウム - 炭化珪素質複合体の場合は材質が非常に硬く、ダイヤモンド等の工具を用いた研削が必要であり、加工時間が長く、高コストになるという課題があった。

## 【0008】

そこで、上記課題を解決するべく、平板状の炭化珪素質多孔体にアルミニウムを主成分とする金属を含浸し、両主面にアルミニウム層を設け、放熱面側のアルミニウム層を機械加工する方法が提案されている。なお、本発明において、アルミニウム層とはアルミニウム合金層などのアルミニウムを主成分とする金属層を意味する。

【0009】

しかしながら、上記方法を用いて製造されたベース板は、機械加工後アルミニウム層の中央部が厚くなる傾向がある。そのため、パワーモジュール組み立ての際にセラミックス回路基板と半田付けを行うと、セラミックス回路基板の配置によっては放熱面中央部の形状が歪になり、放熱フィンとの間に隙間が生じ、十分な放熱特性を発揮することが出来ない場合があった。

10

【0010】

更に、上記方法において、両主面のアルミニウム層の厚みを制御するために、含浸時に用いるアルミニウム合金よりも融点の高い、高純度のアルミニウム板を用いる場合があり、含浸時に、高純度アルミニウムと融点の低いアルミニウム層との反応により局所的な色調差を生じる場合があった。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明は、上記の状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、セラミックス回路基板用ベース板として好適なアルミニウム - 炭化珪素質複合体を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明者は、上記目的を達成すべく鋭意研究を進めたところ、下記の要旨を有するアルミニウム - 炭化珪素質複合体に到達した。

1. 平板状の炭化珪素質多孔体にアルミニウムを主成分とする金属を含浸してなり、両主面にアルミニウムを主成分とする金属からなるアルミニウム層を有し、一主面が回路基板に接合され他の主面が放熱面として用いられるアルミニウム - 炭化珪素質複合体において、

回路基板接合面のアルミニウム層の平均厚みが0.1～0.3mm、前記回路基板接合面内のアルミニウム層の厚み差が0.1mm以内で、かつ両主面のアルミニウム層の平均厚みの差が、厚い方のアルミニウム層の平均厚みの40%以内であり、炭化珪素質多孔体の放熱面を凸型の反りの形状に成形または機械加工し、アルミニウムを主成分とする金属を含浸後、放熱面のアルミニウム層に更に機械加工して長軸上で200mmあたり10～400μmの反りを形成し、かつ加工歪み除去のための加熱処理後における2本の対角線の反り値差の標準偏差が41.2μm/200mmスパン以下であることを特徴とするアルミニウム - 炭化珪素質複合体。

30

2. アルミニウムを主成分とする金属からなるアルミニウム層中に、アルミナ若しくはシリカを主成分とする、繊維、球状粒子及び破碎形状の粒子のうちの1種以上を5～40質量%含有させる上記1に記載のアルミニウム - 炭化珪素質複合体。

3. 熱伝導率が180W/mK以上であり、かつ熱膨張係数が $10 \times 10^{-6}$ /K以下である上記1又は2に記載のアルミニウム - 炭化珪素質複合体。

40

4. 加工歪み除去のための加熱処理前後の放熱面の長軸方向の反り量の変化量が200mmあたり30μm以下である上記1～3のいずれか1項記載のアルミニウム - 炭化珪素質複合体。

5. 高圧鍛造法で製造される上記1～4のいずれか1項記載のアルミニウム - 炭化珪素質複合体。

【発明の効果】

【0013】

本発明のアルミニウム - 炭化珪素質複合体は、低熱膨張及び高熱伝導という特長を有する。平板状の炭化珪素質多孔体の一主面を、アルミニウム合金含浸前に凸型の形状に予め

50

成形又は機械加工し、アルミニウム合金含浸後、更に表面アルミニウム層を機械加工することによって、従来の反り付け方法に比べて、セラミックス回路基板と半田付け後の放熱性が良好となる。簡単に所定の形状に加工出来、放熱面の歪な形状変化が少なく、外觀の局所的な色むら不良の発生を防ぐことが出来るため、特に高信頼性を要求される半導体部品を搭載するセラミックス回路基板のベース板として好適である。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明のアルミニウム - 炭化珪素質複合体の実施態様の斜視図。

【図2】図1のA - Aにおける断面図。

【符号の説明】

【0015】

1 : アルミニウム - 炭化珪素質複合体

2 : アルミニウム層

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

金属-セラミックス複合体の製法は、大別すると含浸法と粉末冶金法の2種がある。このうち粉末冶金法は熱伝導率等の特性面で十分なものが得られておらず、実際に商品化されているのは、含浸法によるものである。含浸法にも種々の製法があり、常圧で行う方法と、高圧下で行う方法（高圧鍛造法）がある。高圧鍛造法には、溶湯鍛造法とダイキャスト法がある。

【0017】

本発明に好適な方法は、高圧下で含浸を行う高圧鍛造法であり、溶湯鍛造法とダイキャスト法のどちらも使用できるが、溶湯鍛造法がより好ましい。高圧鍛造法は、高圧容器内に、セラミックス多孔体（以下、プリフォームという）を装填し、これにアルミニウム合金の溶湯を高圧で含浸させて複合体を得る方法である。

【0018】

以下、本発明について、溶湯鍛造法による製法例を説明する。

本発明に係る炭化珪素多孔体（以下、SiCプリフォームという）の製造方法に関して特に制限はなく、公知の方法で製造することが可能である。例えば、原料である炭化珪素（以下、SiCという）粉末にシリカ若しくはアルミナ等を結合材として添加して混合、成形し、800 以上で焼成することによって得ることができる。成形方法についても特に制限は無く、プレス成形、押し出し成形、鋳込み成形等を用いることができ、必要に応じて保形用バインダーの併用が可能である。

【0019】

本発明の特徴の一つであるSiCプリフォームの一主面の凸型反り形状は成形又は機械加工により形成する。成形および機械加工の方法に関して特に制限はないが、前記のSiCプリフォームの製造方法において、SiC粉末に結合材を添加した混合物を成形する際に、形状を付加した成形型を用いる方法、又は焼成後に一主面を機械加工して凸型の形状を形成する方法のいずれも使用可能である。

【0020】

アルミニウム合金をSiCプリフォームに含浸させ、アルミニウム - 炭化珪素質複合体を得る方法としては、例えば、下記方法がある。SiCプリフォームを型枠内に収納した後、前記型枠の両主面に、アルミナ若しくはシリカを主成分とする、繊維、球状粒子、及び破碎形状の粒子のうちの1種以上を直接接するように配置し、一つのブロックとする。アルミニウム合金としては、好ましくは、AC4C、AC4CH、ADC12などが使用される。前記ブロックを500～650 程度で予備加熱後、高圧容器内に1個または2個以上配置し、ブロックの温度低下を防ぐために出来るだけ速やかにアルミニウム合金の溶湯を30MPa以上の圧力で加圧し、アルミニウム合金をSiCプリフォームの空隙中に含浸させることで、両主面にアルミニウム層を設けたアルミニウム - 炭化珪素質複合体が得られる。本発明では、含浸時の歪み除去の目的でアニール処理を行うこともある。

## 【0021】

本発明の炭化珪素質多孔体にアルミニウム又はその合金を含浸せしめてなるアルミニウム - 炭化珪素質複合体の重要な特性は、熱伝導率と熱膨張係数である。炭化珪素質多孔体中のSiC含有率の高い方が、熱伝導率が高く、熱膨張係数が小さくなるため好ましいが、含有率が高くなるとアルミニウム合金が十分に含浸しない場合がある。実用的には、平均粒子径が好ましくは40 μm以上の粗いSiC粒子を40質量%以上含み、SiCプリフォームの相対密度が好ましくは55～75%の範囲にあるものが好適である。SiCプリフォームの強度は、取り扱い時や含浸中の割れを防ぐため、曲げ強度で3 MPa以上あることが好ましい。

## 【0022】

SiCプリフォーム用原料SiC粉については、粒度調整を行うことが好ましい。粗粉のみでは、強度発現性が低下し、一方、微粉のみでは、得られる複合体について高い熱伝導率を望めない場合がある。本発明者の検討によれば、例えば、平均粒子径が好ましくは40～150 μmのSiC粗粉40～80質量%と、平均粒子径が好ましくは5～15 μmのSiC微粉を60～20質量%混合した混合粉末が好適である。

## 【0023】

SiCプリフォームは、前記のSiC粉末に結合材を添加した混合物の成形体を、脱脂、焼成することにより得られる。焼成温度が800 以上であれば、焼成時の雰囲気に関係なく、曲げ強度が3 MPa以上のSiCプリフォームが得られる。しかしながら、酸化性雰囲気中では、1100 を超える温度で焼成すると、SiCの酸化が促進され、アルミニウム - 炭化珪素質複合体の熱伝導率が低下してしまう場合があるので、酸化性雰囲気中では、1100 以下の温度で焼成することが好ましい。焼成時間は、SiCプリフォームの大きさ、焼成炉への投入量、焼成雰囲気等の条件に合わせて適宜決められる。

## 【0024】

本発明に係るSiCプリフォームは、成型時に所定の形状にする場合、1枚ずつ乾燥を行うか、SiCプリフォーム間にプリフォーム形状と等しい形状のカーボン等のスペーサーを用いて乾燥することで、乾燥による反り形状の変化を防ぐことが出来る。また、焼成に関しても乾燥時と同様の処理を行うことにより、内部組織の変化に伴う形状変化を防ぐことが可能である。

## 【0025】

一方、本発明のアルミニウム - 炭化珪素質複合体中のアルミニウム合金は、含浸時にプリフォームの空隙内に十分に浸透するために融点なるべく低いことが好ましい。このようなアルミニウム合金として、例えばシリコンを7～25質量%含有したアルミニウム合金が挙げられる。更にマグネシウムを含有させることは、炭化珪素粒と金属部分との結合がより強固になり好ましい。アルミニウム合金中のアルミニウム、シリコン、マグネシウム以外の金属成分に関しては、極端に特性が変化しない範囲であれば特に制限はなく、例えば銅等が含まれていても良い。

## 【0026】

本発明において、所定の厚みのアルミニウム層を形成させるために、アルミナ若しくはシリカを主成分とする、繊維、球状粒子、及び破碎形状の粒子のうち1種以上を積層工程において、SiCプリフォームの表面に直接接するように配置することが好ましい。これにより、所定の厚みのアルミニウム層を形成できるだけでなく、含浸後の色むらもほとんどなく、形状付加の際に加工性が良くなるという利点がある。

アルミニウム層中の、アルミナ若しくはシリカを主成分とする繊維、球状粒子及び破碎形状の粒子のうちの1種以上からなる材料の含有量は、アルミニウム - 炭化珪素質複合体の質量に対して、好ましくは5～40質量%、特に好ましくは10～20質量%が好適である。含有量が5質量%未満では、両主面のアルミニウム層の厚み制御が困難となる場合があり、加工後のアニール処理により反り形状が大きく変化してしまう場合がある。一方、含有量が40%質量を超えると、アルミニウム合金層が硬くなり過ぎて、一般的な機械加工が難しくなる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 7 】

S i C プリフォームへのアルミニウム合金含浸時の歪み除去の目的で行うアニール処理は、400～550 の温度で10分以上行うことが好ましい。アニール温度が400未満であると、複合体内部の歪みが十分に開放されずに機械加工後のアニール処理工程で反りが大きく変化してしまう場合がある。一方、アニール温度が550 を越えると、含浸で用いたアルミニウム合金が溶融する場合がある。アニール時間が10分未満であると、アニール温度が400～550 であっても複合体内部の歪みが十分に開放されず、機械加工後の加工歪み除去のためのアニール処理工程で、反りが大きく変化してしまう場合がある。

## 【 0 0 2 8 】

10

アルミニウム - 炭化珪素質複合体表面に設けられるアルミニウム層の厚みは、機械加工で両主面を加工する場合には両主面の厚みを等しくしてもよいが、放熱面側のみを加工する場合は、加工後に両主面のアルミニウム層の厚みが大きく異なるように、予め加工する放熱面側のアルミニウム層の厚みを厚くしておいた方がよい。回路基板接合面のアルミニウム層の平均厚みは0.1～0.3mmが好ましく、両主面のアルミニウム層の平均厚みの差が、厚い方のアルミニウム層の平均厚みの40%以内であることが好ましい。

回路基板接合面のアルミニウム層の平均厚みが0.1mm未満であると、機械加工の際にアルミニウム - 炭化珪素質複合体中のS i C プリフォーム構造部分に加工刃が当たりチッピングの原因となると共に、アルミニウム - 炭化珪素質複合体中のS i C プリフォーム構造部分が露出してめっき不良の原因となる場合がある。一方、回路基板接合面のアルミニウム層の平均厚みが0.3mmを超えると、セラミックス回路基板を半田付けした後に放熱面の形状が歪になり、放熱フィンとの間に隙間が生じて十分な放熱特性が得られない場合がある。又、両主面のアルミニウム層の平均厚みの差が、厚い方のアルミニウム層の平均厚みの40%を超えると、熱伝導率が低下したり、その後の加工歪み除去のためのアニール処理の際に、両主面のアルミニウム層の熱膨張係数差により反り量が変わる場合がある。

20

## 【 0 0 2 9 】

回路基板接合面内のアルミニウム層の厚み差は、好ましくは0.1mm以内、特に好ましくは0.05mm以内が好適である。回路基板接合面内のアルミニウム層の厚み差が、0.1mmより大きくなると、機械加工を行った場合、その後のアニール処理の際に反りが大きく変化してしまう場合がある。更に、実装された素子からの熱により、最も厚い部位と最も薄い部位での熱膨張差が、クラックの発生原因となる場合がある。

30

## 【 0 0 3 0 】

放熱面、又は回路基板接合面の反り形成は、旋盤等の機械加工により行うのが好ましい。旋盤等への被加工品の固定は被加工品の周縁部に設けられた穴等を利用してねじ止めする方法が一般的に用いられる。本発明においては、アルミニウム - 炭化珪素質複合体表面のアルミニウム層を機械加工するため、理想的な球面形状の放熱面を得ることが可能であり、良好な放熱特性と応力緩和性を有するアルミニウム - 炭化珪素質複合体を得ることができる。

## 【 0 0 3 1 】

40

機械加工前のアルミニウム - 炭化珪素質複合体のアルミニウム層の厚みがほぼ等しいときは、両主面とも加工を行い、両主面のアルミニウム層の平均厚みの差が、厚い方のアルミニウム層の平均厚みの40%以内とすることが必要な場合がある。回路基板接合面を機械加工する際には、放熱面側の様な反り加工を行う必要はなく平面研削でも構わないが、放熱面だけの加工の場合に比べて加工費用が高くなるという課題がある。放熱面側のアルミニウム層の厚みを予め厚くした場合は、放熱面のみを加工し、両主面のアルミニウム層の平均厚みの差が、放熱面のアルミニウム層の平均厚みの好ましくは40%以内、特に好ましくは30%以内に調整することが好適である。

## 【 0 0 3 2 】

さらに、機械加工後の両主面のアルミニウム層の平均厚みの合計は好ましくは1.0m

50

m以下、特に好ましくは0.6mm以下にすることが好適である。両主面のアルミニウム層の平均厚みの合計が1.0mmを超えるとアルミニウム - 炭化珪素質複合体全体の熱膨張係数が大きくなり、半導体部品搭載後に熱負荷がかかった際、アルミニウム - 炭化珪素質複合体とセラミックス回路基板の熱膨張係数差に起因するクラックが半田層に発生し、その結果、放熱が不十分となって半導体を誤作動させたり、破損させたりする問題が起きる恐れがある。

#### 【0033】

機械加工後のアルミニウム - 炭化珪素質複合体の放熱面の反り量は、長軸上で200mmあたり好ましくは10~400 $\mu$ m、特に好ましくは100~300 $\mu$ mになるように加工するのが好適である。放熱面の反り量が10 $\mu$ m未満であると、その後のモジュール組み立て工程において、放熱面と放熱フィンとの間に隙間が生じ、たとえ高熱伝導性の放熱グリースを塗布しても、熱伝導性が低下し、その結果、セラミックス回路基板、ベース板、放熱フィン等で構成されるモジュールの放熱性が低下してしまう場合がある。一方、反り量が400 $\mu$ mを超えると、放熱フィンとの接合の際のネジ止め時に、アルミニウム - 炭化珪素質複合体、又はセラミックス回路基板にクラックが発生する場合がある。

#### 【0034】

回路基板面の長軸上の反り量は、200mmあたり、好ましくは-200~200 $\mu$ m、特に好ましくは-100~100 $\mu$ mであることが好適である。回路基板面の長軸上の反り量が前記範囲をはずれると、回路基板接合の際の半田厚みが一定にならず、又半田付け時にボイドが発生し易く、セラミックス回路基板、アルミニウム - 炭化珪素質複合体、放熱フィン等で構成されるモジュールの放熱性が低下してしまう場合がある。

#### 【0035】

加工歪み除去のためのアニール処理は400~550の温度で10分間以上行う方が好ましい。アニール温度が400未満であったり、アニール温度が400~550であってもアニール時間が10分未満であると、複合体内部の歪みが十分に開放されずにその後の回路基板の半田付け工程等で反りが大きく変化してしまう場合がある。また、アニール温度が550を超えると含浸したアルミニウム合金が溶融する場合がある。

#### 【0036】

アニール処理前後の放熱面の長軸上の反り量の差は、200mmあたり、好ましくは30 $\mu$ m以下、特に好ましくは20 $\mu$ m以下であることが好適である。反り量の差が30 $\mu$ mを超えると、モジュール組み立て工程でアルミニウム - 炭化珪素質複合体と放熱フィンとの間に隙間が生じ、たとえ高熱伝導性の放熱グリースを塗布しても、熱伝導性が低下する場合がある。

#### 【0037】

本発明に係るアルミニウム - 炭化珪素質複合体は、良好な放熱特性と応力緩和性を有するもので、例えば、セラミックス回路基板と放熱フィン等の放熱部品との間に介在するベース板として好適である。

#### 【0038】

本発明に係るアルミニウム - 炭化珪素質複合体は、両主面上にアルミニウム層を有し、放熱面を理想的な球面形状に加工することが可能であるため、本発明に係るアルミニウム - 炭化珪素質複合体をベース板として用いた場合、ベース板と放熱フィン等の放熱部品との接触が良好となり、セラミックス回路基板、ベース板、並びに放熱フィン等で構成されるモジュールの放熱特性が優れるという効果を奏する。

#### 【0039】

本発明のアルミニウム - 炭化珪素質複合体は、熱伝導率が180W/mK以上、特に、200W/m以上であり、熱膨張係数が $10 \times 10^{-6}$ /K以下、特に、 $8.5 \times 10^{-6}$ /K以下に達することができる。前記の効果に加えて、高熱伝導率で、しかも半導体部品やセラミックス回路基板と同等レベルの低膨張率であるため、これを用いた放熱部品、更にこれを用いたモジュールは、放熱特性に優れ、また、温度変化を受けても変形し難く、その結果、高信頼性が得られるという特長がある。

10

20

30

40

50

## 【実施例 1】

## 【0040】

## 実施例 1

S i C 粉末 A (太平洋ランダム社製: N G - 2 2 0、平均粒径:  $60\mu\text{m}$ ) 70 g、S i C 粉末 B (屋久島電工社製: G C - 1 0 0 0 F、平均粒径:  $10\mu\text{m}$ ) 30 g、及びシリカゾル (日産化学社製: スノーテックス) 10 g を秤取し、攪拌混合機で 30 分間混合した後、縦 185 mm × 横 135 mm × 厚み 5.0 mm の寸法の平板状に圧力 10 MPa でプレス成形した。

得られた成形体を、大気中、900 で 2 時間焼成して、相対密度が 65 % の S i C プリフォームを得た後、S i C プリフォームの一主面を旋盤により 200 mm あたり 200  $\mu\text{m}$  の反りとなるよう凸型球面形状に加工し、中央部の厚みを 4.6 mm とした。

10

## 【0041】

得られた S i C プリフォームを、溶湯が流入できる湯口のついた、縦 185 mm × 横 135 mm × 高さ 5.2 mm の鉄製枠に入れ、球面形状面 (放熱面) 上に、縦 185 mm × 横 135 mm × 厚み 0.4 mm のアルミナ繊維 (田中製紙社製、純度 97 %、シート状形態)、そして、平面形状面 (回路基板接合面) 上に、縦 185 mm × 横 135 mm × 厚み 0.2 mm のアルミナ繊維 (田中製紙社製、純度 97 %、シート状形態) を、形成されるアルミニウム層に対していずれも含有量が 35 質量 % となるように配置した。

両面をカーボンコートした S U S 板で挟んで一体としたものを電気炉で 600 に予備加熱した。次にそれをあらかじめ加熱しておいた内径 300 mm のプレス型内に収め、シリコンを 12 質量 %、マグネシウムを 0.5 質量 % 含有するアルミニウム合金の溶湯を注ぎ、100 MPa の圧力で 20 分間加圧して S i C プリフォームにアルミニウム合金を含浸させた。室温まで冷却した後、湿式バンドソーにて鉄枠等を切断し、挟んだ S U S 板をはがした後、含浸時の歪み除去のために 530 の温度で 3 時間アニール処理を行い、アルミニウム - 炭化珪素質複合体を得た。

20

## 【0042】

次に、アルミニウム - 炭化珪素質複合体の縁周部 4 隅に直径 8 mm の加工穴を設け、旋盤治具に加工穴を利用してネジ固定し、アルミニウム層の厚みが 0.4 mm の面に 200 mm あたり 200  $\mu\text{m}$  の反りを付け、球面形状になるよう加工した。また、研削量は、加工後の両主面のアルミニウム層平均厚みが等しくなるように、平均 200  $\mu\text{m}$  の研削を行い平均厚み 5.0 mm とした。機械加工後、マッフル炉を用いて 530 の温度で 3 時間アニール処理を行い加工歪みの除去を行った。

30

## 【0043】

## 比較例 1 加熱下、圧力をかけて反り付けた例

縦 185 mm × 横 135 mm × 高さ 5.0 mm の鉄製枠を使用し、S i C プリフォームの形状を、縦 185 mm × 横 135 mm × 厚み 5.0 mm の平板状とし、S i C プリフォームの両面にアルミナ繊維を配置せず、プリフォーム及びアルミニウム - 炭化珪素質複体の機械加工を行わなかったこと以外は、実施例 1 と同様にしてアルミニウム - 炭化珪素質複合体を作製した。

次に、得られたアルミニウム - 炭化珪素質複体の上下に 250 mm あたり 250  $\mu\text{m}$  の球面形状の凹凸カーボン型を配置し、大気中 530 の温度で 10 分間加熱し、更に 5 MPa の圧力で 10 分間加圧して 200 mm あたり 200  $\mu\text{m}$  の反りが付くよう反り付けを行った。反り付け後、530 の温度で 3 時間アニール処理を行った。

40

## 【0044】

## 物性測定

実施例 1 及び比較例 1 で得られたアルミニウム - 炭化珪素質複合体を対角線に沿って切断し、それぞれの主面 (以下、主面 1、主面 2 という。) のアルミニウム層 (A1 層) の厚みを対角線に沿って等間隔に 20 点測定し、その平均値を算出した。

次に、 $(\text{主面 1 と主面 2 のアルミニウム層の平均厚みの差の絶対値}) / (\text{厚い方のアルミニウム層の平均厚み}) \times 100$  の値を算出した。また、研削加工により熱膨張係数

50

測定用試験体（直径 3 mm、長さ 10 mm）、熱伝導率測定用試験体（直径 11 mm、厚さ 3 mm）、反り形状測定用試験体（100 mm×50 mm×3 mm）を作製した。それぞれの試験体を用いて、25～250 の熱膨張係数を熱膨張計（セイコー電子工業社製；TMA300）で、25 の熱伝導率をレーザーフラッシュ法（理学電機社製；LF/TCM-8510B）で測定した。反り形状については、輪郭形状測定機（東京精密社製；コンターレコード1600D-22）を使用し、試験体各20点について、実施例1では機械加工後及びアニール処理後の放熱面の対角線上200 mmあたりの反り量を、比較例1では反り付け後及びアニール処理後の放熱面の対角線上200 mmあたりの反り量を測定した。さらに、バラツキを知るため、2本の対角線上の反り値差の平均及び標準偏差を算出した。結果を表1及び表2に示す。

10

## 【0045】

## 実施例2～9

アルミニウム層の平均厚みが100 μmとなるように、平面形状面のアルミナ繊維の厚み0.1 mmに変え、アルミニウム合金含浸後、球面形状面を300 μm研削したこと（実施例2）、アルミニウム層の平均厚みが300 μmとなるように、平面形状面のアルミナ繊維の厚みを0.3 mmに変え、アルミニウム合金含浸後、球面形状面を100 μm研削したこと（実施例3）、アルミニウム層の平均厚みが50 μmとなるように、平面形状面のアルミナ繊維の厚みを0.05 mmに変え、アルミニウム合金含浸後、球面形状面を350 μm研削したこと（実施例4）、アルミニウム層の平均厚みが350 μmとなるように、平面形状面のアルミナ繊維の厚みを0.35 mmに変え、球面形状面を50 μm研削したこと（実施例5）、平面形状面のアルミニウム層の厚み差が100 μmとなるように、平面形状面のアルミナ繊維の一端の厚みを0.15 mmに、他端の厚みを0.25 mmとなるように段階的に厚みを変えたこと（実施例6）、平面形状面のアルミナ繊維の厚みを0.12 mmに変えたこと（実施例7）、平面形状面のアルミナ繊維の厚みを0.11 mmに変えたこと（実施例8）、平面形状面のアルミナ繊維の厚みを0.1 mmに変えたこと（実施例9）以外は、実施例1と同様にしてアルミニウム-炭化珪素質複合体を作製し、加工、評価を行った。結果を表1及び表2に示す。

20

## 【0046】

## 実施例10～16

アルミナ繊維の含有量を3質量%としたこと（実施例10）、アルミナ繊維の含有量を45質量%としたこと（実施例11）、アルミナ繊維の含有量を5質量%としたこと（実施例12）、アルミナ繊維の含有量を40質量%としたこと（実施例13）、SiCプリフォームの両面にアルミナ繊維を配置しなかったこと（実施例14）、アルミナ繊維の代わりに球形アルミナ粒子（住友化学社製アルミナCB-10グレード 純度99.9%）を35質量%充填して使用したこと（実施例15）アルミナ繊維の代わりに破碎形状のアルミナ粒子（昭和電工社製アルミナAL-15-Hグレード純度99.9%）を35質量%充填して使用したこと（実施例16）以外は、実施例1と同様にしてアルミニウム-炭化珪素質複合体を作製し、評価を行った。結果を表1及び表2に示す。

30

## 【0047】

【表 1】

表 1

	Al層平均厚み ( $\mu\text{m}$ )*1		Al層平均厚み差 ( $\mu\text{m}$ )	Al層厚みばらつき ( $\mu\text{m}$ ) 最大厚み－最小厚み		((Al層平均厚み差) ／主面1) × 100 (%)	熱伝導率 (W/mK)	熱膨張係数 ( $10^{-6}/\text{K}$ )
	主面1	主面2		主面1	主面2			
実施例1	208	191	17	18	15	8.1	195	7.5
実施例2	105	101	4	16	11	3.8	187	4.2
実施例3	295	283	12	22	26	4.1	201	9.5
実施例4	62	55	7	7	7	11.2	188	3.8
実施例5	353	331	22	24	20	6.2	203	9.2
実施例6	210	194	16	112	14	7.6	195	10.6
実施例7	207	127	80	13	11	38.6	200	5.5
実施例8	208	117	91	14	10	43.8	192	5.7
実施例9	207	102	105	13	11	50.7	195	5.6
実施例10	212	189	23	16	12	10.9	198	9.6
実施例11	206	187	19	13	7	9.2	176	8.7
実施例12	210	189	21	21	23	10	196	9.4
実施例13	211	190	21	25	19	10	184	8.1
実施例14	210	185	25	33	36	11.9	198	9.1
実施例15	206	189	17	15	15	8.3	195	7.3
実施例16	209	190	19	18	14	9.1	195	7.7
比較例1	63	51	12	5	7	19.0	194	7.5

\*1 計算上、Al層平均厚みの厚い方を主面1とする。

【表 2】

	機械加工後または反り付け後*3		アニール後		アニール前後の反り量の差 ( $\mu\text{m}/200\text{mm}$ スパン)
	平均反り*2 ( $\mu\text{m}/200\text{mm}$ スパン)	2本の対角線の反り値 差の標準偏差 ( $\mu\text{m}/200\text{mm}$ スパン)	平均反り*2 ( $\mu\text{m}/200\text{mm}$ スパン)	2本の対角線の反り値 差の標準偏差 ( $\mu\text{m}/200\text{mm}$ スパン)	
実施例1	204	3.3	206	5.3	2
実施例2	205	2.1	206	4.3	1
実施例3	200	3.5	207	10.2	7
実施例4	203	2.5	204	3.8	1
実施例5	203	4.8	208	13.1	5
実施例6	201	4.6	239	41.2	38
実施例7	201	3.8	181	17.1	20
実施例8	199	3.9	172	25.5	27
実施例9	202	3.9	156	22.1	46
実施例10	205	3.5	183	27.6	22
実施例11	203	3.4	205	6.8	2
実施例12	204	3.1	206	10.3	2
実施例13	202	3.3	188	7.2	4
実施例14	206	5.6	188	11.8	18
実施例15	201	3.3	198	18.7	3
実施例16	204	3.3	214	13.6	10
比較例1	201	66.2	185	79.8	16

\*2 放熱面の長軸上の平均反り量。反り値に関しては凸形状が+。  
\*3 比較例1は、反り付け加工処理。

\*2 放熱面の長軸上の平均反り量。反り値に関しては凸形状が+。  
 \*3 比較例1は、反り付け加工処理。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0049】

本発明のアルミニウム - 炭化珪素複合体は、簡単に所定の形状に加工出来、放熱面の歪な形状変化が少なく、外観の局所的な色むら不良の発生を防ぐことが出来るため、特に高信頼性を要求される半導体部品を搭載するセラミックス回路基板のベース板などとして広範囲に好適に使用できる。

なお、2004年9月14日に出願された日本特許出願2004-266144号の明細書、特許請求の範囲、図面及び要約書の全内容をここに引用し、本発明の明細書の開示

10

20

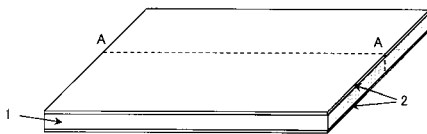
30

40

50

として、取り入れるものである。

【図 1】



【図 2】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 廣津留 秀樹  
福岡県大牟田市新開町 1 番地 電気化学工業株式会社内
- (72)発明者 平原 和典  
福岡県大牟田市新開町 1 番地 電気化学工業株式会社内

審査官 今井 拓也

- (56)参考文献 特開 2 0 0 4 - 0 5 5 5 7 7 ( J P , A )  
特開 2 0 0 4 - 0 4 7 6 1 9 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 2 9 1 8 0 9 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 2 8 1 4 6 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 4 - 0 2 2 9 6 4 ( J P , A )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
H01L 23/373