

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5389595号
(P5389595)

(45) 発行日 平成26年1月15日(2014.1.15)

(24) 登録日 平成25年10月18日(2013.10.18)

(51) Int.Cl. F I
H05K 1/05 (2006.01) H05K 1/05 A

請求項の数 12 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2009-228655 (P2009-228655)	(73) 特許権者	506365131 DOWAメタルテック株式会社 東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(22) 出願日	平成21年9月30日(2009.9.30)	(74) 代理人	100062982 弁理士 澤木 誠一
(65) 公開番号	特開2011-77389 (P2011-77389A)	(74) 代理人	100102749 弁理士 澤木 紀一
(43) 公開日	平成23年4月14日(2011.4.14)	(72) 発明者	小山内 英世 東京都千代田区外神田4丁目14番1号 DOWAメタルテック株式会社内
審査請求日	平成24年7月30日(2012.7.30)	(72) 発明者	高橋 貴幸 東京都千代田区外神田4丁目14番1号 DOWAメタルテック株式会社内
		審査官	川内野 真介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属-セラミックス接合基板及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁性のセラミックス基板の一方の面に回路用の金属板の一方の面が接合されているとともに、前記セラミックス基板の他方の面に金属ベース板の一方の面が直接接合した金属-セラミックス接合基板において、前記セラミックス基板によって回路用の前記金属板と前記金属ベース板が絶縁され、前記金属ベース板に少なくとも1個以上の強化材が接合され、且つ前記強化材の一部が前記金属ベース板から露出しており、前記金属ベース板の一方の面から厚さ方向に垂直に透過してみたときの前記金属ベース板の一方の面の面積における前記強化材の占める部分の面積が、前記金属ベース板の一方の面の面積よりも小さく、前記金属ベース板がアルミニウムまたはアルミニウム合金であり、前記強化材の材質がセラミックスであることを特徴とする、金属-セラミックス接合基板。

【請求項2】

前記セラミックス基板の一方の面から厚さ方向に垂直に透過してみたときの前記セラミックス基板の一方の面の面積における前記強化材の占める部分の面積が、前記セラミックス基板の一方の面の面積よりも小さいことを特徴とする、請求項1に記載の金属-セラミックス接合基板。

【請求項3】

前記強化材が複数個あり、前記金属ベース板の一方の面から厚さ方向に垂直に透過して見たとき、前記強化材が格子状をなしていることを特徴とする、請求項1または2に記載の金属-セラミックス接合基板。

【請求項 4】

前記強化材が板状または棒状であることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の金属 - セラミックス接合基板。

【請求項 5】

前記強化材の材質がアルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、炭化珪素から選ばれる少なくとも 1 つの原料からなるセラミックスであることを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の金属 - セラミックス接合基板。

【請求項 6】

前記金属板がアルミニウムまたはアルミニウム合金であることを特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の金属 - セラミックス接合基板。

10

【請求項 7】

前記セラミックス基板がアルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、炭化珪素から選ばれる少なくとも 1 つの原料からなるセラミックスであることを特徴とする、請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の金属 - セラミックス接合基板。

【請求項 8】

前記強化材が複数個あり、それらが略同一平面上に接合されていることを特徴とする、請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の金属 - セラミックス接合基板。

【請求項 9】

前記強化材が複数個あり、それらが略平行に接合されていることを特徴とする、請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の金属 - セラミックス接合基板。

20

【請求項 10】

注湯口を備えた鋳型内に絶縁性のセラミックス基板と 1 個以上のセラミックスである強化材を設置した後、前記セラミックス基板および前記強化材に接触するようにアルミニウムまたはアルミニウム合金である金属溶湯を注湯口から鋳型内に注湯し、鋳型を冷却して溶湯を固化させることにより、前記セラミックス基板の一方の面に金属板の一方の面を接合し、前記セラミックス基板の他方の面に金属ベース板の一方の面を接合する金属 - セラミックス接合基板の製造方法において、前記強化材の一部が鋳型に支持されるように設置され、前記セラミックス基板に前記金属板と前記金属ベース板を接合した前記金属 - セラミックス接合基板を鋳型から取り出し、前記強化材の一部を除去することを特徴とする請求項 1 ~ 9 記載の金属 - セラミックス接合基板の製造方法。

30

【請求項 11】

注湯する前記金属溶湯は、酸化皮膜を除去したものであることを特徴とする、請求項 10 に記載の金属 - セラミックス接合基板の製造方法。

【請求項 12】

前記金属溶湯は $1 \sim 100 \text{ kPa}$ の圧力で注湯されることを特徴とする、請求項 10 と 11 のいずれかに記載の金属 - セラミックス接合基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金属 - セラミックス接合基板及びその製造方法に関し、セラミックス基板の一方の面に電子部品搭載用の金属板（回路板）が形成され、他方の面に放熱用の金属ベース板が形成された金属 - セラミックス接合基板およびその製造方法に関する。

40

【背景技術】

【0002】

電気自動車、電車、工作機械などの大電流を制御するために使用されている従来のパワーモジュールでは、ベース板と呼ばれている金属板または複合材の一方の面に金属 - セラミックス絶縁基板が半田付け等により固定され、この金属 - セラミックス接合基板の金属回路板上に半導体チップが半田付けにより固定されている。また、ベース板の他方の面（裏面）には、ねじ止めなどにより熱伝導グリースを介して金属製の放熱フィンや冷却ジャケットが取り付けられている。

50

【0003】

この金属 - セラミックス接合基板は、セラミックス基板の両面に異なる厚さの金属板（回路板とベース板）が接合されるため、接合後に大きな反りが生じやすい。また、金属 - セラミックス接合基板への半導体チップの半田付けは加熱により行われるため、半田付けの際に接合部材間の熱膨張係数の差により回路板およびベース板の反りが生じ易い。

さらに、半導体チップから発生した熱は、金属 - セラミックス接合基板と半田とベース板を介して放熱フィンや冷却ジャケットにより空気や冷却水に逃がされるため、半田付けの際にベース板の反りが生じると、放熱フィンや冷却ジャケットをベース板に取り付けたときのクリアランスが大きくなり、放熱性が極端に低下する。

また、実質的に反りのない金属 - セラミックス接合基板が得られたとしても、熱衝撃が繰り返された場合、反りが大きくなっていくことも知られている。

これらの問題を解決するため、窒化アルミニウム基板の一方の面に Al または Al 合金の回路が、また他方の面には必要に応じて放熱板が形成されてなる回路基板において、上記窒化アルミニウム基板が、Al 板又 Al 合金板を介して接合された窒化アルミニウム基板の多層構造体である回路基板が提案されている。これにより、機械的、熱的かつ絶縁的に高信頼性があり、パワーモジュール用として好適な回路基板が提供されるとの開示がある。

（例えば、特許文献 1 参照）。

また、回路板、第 1 のセラミックス板、熱拡散板、第 2 のセラミックス板および放熱（ベース）板の積層体により形成したことを特徴とする絶縁回路基板が提案されている。この熱拡散板の効果は回路板上に実装した半導体パワー素子の熱を熱拡散板で横方向に広げることにより回路基板自体の熱抵抗を低減でき、且つ半導体パワー素子の通電路とするものである。また、前記第 2 のセラミックス板は熱拡散板と放熱板で完全に覆うようにしても良いとの開示がある。また、セラミックス板と熱拡散板或いは放熱板を、接合材（ろう材など）を使用せず、最初に金型内の所定の位置へ第 1 のセラミックス板と第 2 のセラミックス板をセットし、次に回路板、熱拡散板及び放熱板となる溶融 Al あるいは溶融 Al 合金を金型内に高圧注入した後冷却し固体化して接合し、金型から取り出すことによって、回路基板を得ることが開示されている（例えば特許文献 2 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2001 - 007465 号公報

【特許文献 2】特開 2003 - 086747 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、金属とセラミックス基板を接合材（ろう材）により接合して多層構造にする方法では、セラミックス基板を熱伝導度の高い窒化アルミニウム等（例えば特許文献 1 によると 170 / mK）を使用したとしても、金属ベース板として使用される Cu や Al よりも熱伝導が低く放熱性の妨げになる。また、仮に金属ベース板と同等以上の熱伝導率を有するセラミックス基板を準備すると、そのセラミックス基板は非常に高価であり工業的に量産する部材として使用は困難である。また、ろう材により多層構造体を接合するには従来技術では考えられない高い圧力をかける必要があり、また積層工程が必要となり製造コストが高くなる恐れがある。

また、鋳型内に第 1 のセラミックス基板と第 2 のセラミックス基板をセットし、溶融 Al または溶融 Al 合金を金型内に高圧で注入して金属 - セラミックス接合基板を作製する方法は、金型内でのセラミックス基板の保持が困難で、適正な位置にセラミックス基板が形成できない恐れがある。よって、第 2 のセラミックス基板を熱拡散板と放熱板で完全に位置精度良く覆うようにするのは困難であり、よって反りの制御も困難でばらつきが伴い信頼性が低下するおそれがある。

【0006】

10

20

30

40

50

したがって、本発明は、このような従来の問題点に鑑み、放熱性が高く、反り及び反りのばらつきが小さく、且つ低コストで作製できる金属 - セラミックス接合基板とその製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明者らは上記課題を解決するために鋭意研究を行った結果、セラミックス基板の一方の面に金属板の一方の面が接合するとともに、前記セラミックス基板の他方の面に金属ベース板の一方の面が接合した金属 - セラミックス接合基板において、前記金属ベース板に少なくとも1個以上の強化材が接合され、且つ前記強化材の一部が前記金属ベース板から露出している金属 - セラミックス接合基板とすることにより、反り及び反りのばらつきを小さく制御することができることを見出し本発明の完成に至った。また、前記強化材の一部を鑄型に支持されるように設置した後、金属溶湯を注入して冷却凝固する方法で金属 - セラミックス接合基板を製造するのが好ましい。

10

【0008】

本発明はセラミックス基板の一方の面に金属板の一方の面が接合するとともに、前記セラミックス基板の他方の面に金属ベース板の一方の面が接合した金属 - セラミックス接合基板において、前記金属ベース板に少なくとも1個以上の強化材が接合され、且つ前記強化材の一部が前記金属ベース板から露出していることを特徴とする、金属 - セラミックス接合基板である。

また、前記金属ベース板の一方の面から厚さ方向に垂直に透過してみたときの前記金属ベース板の一方の面の面積における前記強化材の占める部分の面積が、前記金属ベース板の一方の面の面積よりも小さいことが好ましく、前記セラミックス基板の一方の面から厚さ方向に垂直に透過してみたときの前記セラミックス基板の一方の面の面積における前記強化材の占める部分の面積が、前記セラミックス基板の一方の面の面積よりも小さいことが好ましい。

20

また、前記強化材が複数個あり、それぞれの前記強化材の一部が前記金属ベース板から露出していることが好ましく、前記強化材が板状または棒状であることが好ましく、前記強化材が複数個あり、前記金属ベース板の一方の面から厚さ方向に垂直に透過して見たとき、前記強化材が格子状をなしていることが好ましい。

さらに、前記金属ベース板がアルミニウムまたはアルミニウム合金であることが好ましく、前記強化材の材質がセラミックスであることが好ましく、前記強化材の材質がアルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、炭化珪素から選ばれる少なくとも1つの原料からなるセラミックスであることが好ましく、前記金属板がアルミニウムまたはアルミニウム合金であることが好ましく、前記セラミックス基板がアルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、炭化珪素から選ばれる少なくとも1つの原料からなるセラミックスであることが好ましい。

30

さらに、前記強化材が複数個あり、それらが略同一平面上に接合されていることが好ましく、前記強化材が複数個あり、それらが略平行に接合されていることが好ましい。

【0009】

また、製造方法に係わる本発明は、注湯口を備えた鑄型内にセラミックス基板と1個以上の強化材を設置した後、前記セラミックス基板および前記強化材に接触するように金属溶湯を注湯口から鑄型内に注湯し、鑄型を冷却して溶湯を固化させることにより、前記セラミックス基板の一方の面に金属板の一方の面を接合し、前記セラミックス基板の他方の面に金属ベース板の一方の面を接合する金属 - セラミックス接合基板の製造方法において、前記強化材の一部が鑄型に支持されるように設置することを特徴とする金属 - セラミックス接合基板の製造方法である。

40

前記支持が挟持によるものであることが好ましく、前記セラミックス基板に前記金属板と前記金属ベース板を接合した金属 - セラミックス接合基板を鑄型から取り出し、前記強化材の一部を除去することがさらに好ましい。

前記金属溶湯がアルミニウムまたはアルミニウム合金であることが好ましく、注湯する前

50

記金属溶湯は、酸化皮膜を除去したものであることが好ましく、前記金属溶湯は 1 ~ 1 0 0 k P a の圧力で注湯されることがさらに好ましい。

【発明の効果】

【0010】

本発明によると、放熱性が高く、反りが小さく、且つ低コストの金属 - セラミックス基板とその製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の金属 - セラミックス接合基板の模式断面図である。

【図2】本発明の金属 - セラミックス接合基板の模式平面図である。

10

【図3】本発明の金属 - セラミックス接合基板のための鑄型の模式断面図である。

【図4】本発明の比較例1に対応する金属 - セラミックス接合基板の模式断面図である。

【図5】本発明の比較例1に対応する金属 - セラミックス接合基板の模式平面図である。

【図6】本発明の比較例1に対応する金属 - セラミックス接合基板のための鑄型の模式断面図である。

【図7】本発明の実施例12に対応する金属 - セラミックス接合基板の模式断面図である。

【図8】本発明の実施例12に対応する金属 - セラミックス接合基板の模式平面図である。

【図9】本発明の実施例12に対応する金属 - セラミックス接合基板のための鑄型の模式断面図である。

20

【図10】本発明の実施例13に対応する金属 - セラミックス接合基板の模式断面図である。

【図11】本発明の実施例13に対応する金属 - セラミックス接合基板の模式平面図である。

【図12】本発明の実施例13に対応する金属 - セラミックス接合基板のための鑄型の模式断面図である。

【図13】本発明の実施例8の金属 - セラミックス接合基板の模式断面図である。

【図14】図13に示す金属 - セラミックス接合基板の模式平面図である。

【図15】図13に示す金属 - セラミックス接合基板のための鑄型の模式断面図である。

30

【図16】本発明の実施例16に対応する金属 - セラミックス接合基板の模式断面図である。

【図17】図16に示す金属 - セラミックス接合基板の模式平面図である。

【図18】図16に示す金属 - セラミックス接合基板のための鑄型の模式断面図である。

【図19】本発明の実施例17に対応する金属 - セラミックス接合基板の模式断面図である。

【図20】図19に示す金属 - セラミックス接合基板の模式平面図である。

【図21】図19に示す金属 - セラミックス接合基板のための鑄型の模式断面図である。

【図22】本発明の実施例18に対応する金属 - セラミックス接合基板の模式断面図である。

40

【図23】図22に示す金属 - セラミックス接合基板の模式平面図である。

【図24】図22に示す金属 - セラミックス接合基板のための鑄型の模式断面図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

(第1の実施の形態)

第1の実施の形態について図1、図2、図3を用いて説明する。

図3は本発明の金属 - セラミックス基板を製造するための鑄型4であり上型、下型に分離できるようになっている。また、図3は鑄型4内にセラミックス基板5と強化材3であるセラミックス板材が設置された状態を示している。鑄型4の内部に金属ベース板1を形成するための金属ベース板1形成用の空洞部2が形成され、この空洞部2の側面の高さ方向

50

(金属ベース板1の厚さ方向)の略中央部に強化材3である7個のセラミックス板材が空洞部2を横断してそれぞれの強化材3の一部(両端)が鋳型4の支持部9で挟持されるように形成され、さらに前記空洞部2の底面にセラミックス基板5を収容するための凹部6(ただし、図3はセラミックス基板5がすでに収容されている)が形成され、凹部6の底面に回路パターンである金属板8を形成するための凹部7(回路パターン用金属板形成用空洞部)が形成されたカーボン製の鋳型4を用意した。

なお、前記強化材3を挟持する支持部9は、金属ベース板1を形成するための空洞部2の側面(金属ベース板1の厚さ方向)の中央部に強化材3が挟持される構造、具体的には強化材3の断面の形状に略対応する穴がこの空洞部2の側面に形成されたものであり、強化材3の数に応じて穴状の支持部9が形成されている。図3の場合は、金属ベース板1の幅方向及び厚さ方向の中央に1個の強化材3が鋳型4内に設置されるための挟持部9と、その両側に等間隔で支持部9が3個ずつ略平行に並んだものとなっている。

また、この強化材3を挟持する支持部9は鋳型4の上型鋳型と下型鋳型により形成されるようになっており、これにより、強化材3を下型の支持部9に設置した(置いた)後、上型を下型にのせることにより、強化材3が前記空洞部2を横断した状態に、所定の位置に精度良く設置(固定)することができる。なお、支持部9は上型、下型のいずれに設けてもかまわず、両方に設けてもかまわないし、適当な支持部材で形成しても良い。

また、この鋳型には、溶湯を鋳型4内に注湯するための注湯口(図示しない)が形成されているとともに、空洞部2(金属ベース板形成部)と凹部7(回路パターン用金属板形成部)との間に延びる溶湯流路(図示しない)が形成され、凹部6にセラミックス基板5を収容したときにも空洞部2(金属ベース板形成部)と凹部7(回路パターン用金属板形成部)との間が連通するようになっている。

【0013】

この鋳型4の凹部6(セラミックス基板5収容部)内にセラミックス基板5を収容し、前記強化材3の支持部9に7本の強化材3を設置した後、前記鋳型4を接合炉(図示しない)内に移動させ、この炉内を窒素雰囲気にして酸素濃度を100ppm以下、好ましくは10ppm以下まで低下させ、ヒーターの温度制御によって鋳型4を注湯温度である例えば600~800まで加熱した。

また、例えばアルミニウムである金属溶湯を、注湯温度まで加熱して得られた予め計量された金属溶湯を、狭隘部を有するノズル(図示しない)を通して酸化皮膜を取り除きながら、窒素ガスによって10kPaの圧力で加圧して、上記注湯口より加熱した鋳型内に流し込んだ。酸化皮膜を除去しながら注湯する、いわゆる溶湯接合以外の方法では、金属とセラミックスとの間で大きな接合欠陥が発生するおそれがある。

このようにして金属溶湯を流し込んだ後、ガス加圧ノズル(図示しない)から注湯口に窒素ガスを吹き込むことによって、鋳型4内のアルミニウム合金溶湯を10kPaの圧力で加圧したまま冷却して凝固させることが好ましい。

なお、ガスの注湯時や加圧時の圧力は1~100kPaであるのが好ましく、3~80kPaがさらに好ましく、5~30kPaであることが最も好ましい。圧力が低すぎると金属溶湯が鋳型内に入りづらくなり、高すぎると強化材の位置がずれるおそれがあり、また鋳型が破壊される恐れがある。特に1MPa以上の高圧な場合は、カーボン製の鋳型4が破壊したり、強化材3やセラミックス基板5が、鋳型4内の所定位置からずれる恐れがある。

【0014】

このようにして、セラミックス基板の一方の面に金属板の一方の面が接合し、前記セラミックス基板の他方の面に金属ベース板の一方の面が接合した金属-セラミックス接合体を製造した。また、この金属ベース板の内部には7個の強化材3が貫通した状態となっている。なお、強化材3は1個でも良いし、複数の適当な個数でもよく、それは鋳型4の支持部9などを変更するなどによって対応できる。

この金属-セラミックス接合基板を鋳型から取り出し、金属ベース板1から飛び出した部分の強化材3(セラミックス板材)を除去した。強化材3の一部(端部)の除去は、既知の切断、ブレークなどで行えば良い。このようにして、本発明の金属-セラミックス接合

10

20

30

40

50

基板を作製した。鋳型で強化材を支持することにより、金属ベース板 1 内の強化材 3 の位置（面方向の位置、厚さ方向の位置）を精密に制御、固定できるようになり、反りばらつきを抑制する制御ができるようになった。

図 1 は本発明の金属 - セラミックス接合基板の中央部の断面図、図 2 は上面図である。なおセラミックス基板 5 は複数であっても良い。図 4 は本発明の比較例 1 に対応する金属 - セラミックス接合基板の模式断面図、図 5 は本発明の比較例 1 に対応する金属 - セラミックス接合基板の模式平面図、図 6 は本発明の比較例 1 に対応する金属 - セラミックス接合基板のための鋳型の模式断面図である。

【 0 0 1 5 】

（第 2 の実施の形態）

第 2 の実施の形態について、図 7、図 8、図 9 を用いて説明する。

第 1 の実施の形態とほぼ同じで、強化材 3 も同様のセラミックス板材であるが、セラミックス板材が立てた状態（厚さ方向である側面が底面となる）である点のみが異なる。セラミックス板材のサイズにもよるが、一般に厚さは幅に比べて小さいため、第 1 の実施の形態と同体積のセラミックス板材であれば、より厚さ方向の放熱に対し特に優れ、反りの抑制にもより優れる。すなわち金属 - セラミックス接合基板の構造からも明らかとなり、第 1 の実施の形態と比較して、厚さ方向に放熱をさえぎる強化材 3 の面積がより小さいことからあきらかで、また金属ベース板 1 の反りに対し強化材 3 が曲がりにくいことは厚さ方向の強化材 3 の寸法が大きいことからあきらかである。さらに強化材 3 の使用量を減らせるので、コストにも優れる。

【 0 0 1 6 】

（第 3 の実施の形態）

第 3 の実施の形態について、図 1 0、図 1 1、図 1 2 を用いて説明する。

内部に金属ベース板 1 を形成するための空洞部 2（金属ベース板形成部）が形成され、強化材 3 であるセラミックス板材を 6 本挟持する支持部 9 を有し、且つ図 1 2 に示すように該セラミックス板材 3 本が間隔をあけて配置され、残りの 3 本が前記 3 本の強化材 3 について、垂直（直角）な方向に間隔をあけて配置され挟持される支持部 9 を有するカーボン製の鋳型を用意した以外は第 1 の実施の形態と同じものである。

図 1 0 と図 1 1 に示す第 3 の実施の形態の金属 - セラミックス接合基板の構造の通り、金属ベース板 1 の長さ方向に平行な方向（金属ベース板 1 の一辺に平行な方向、図 1 1 の左右方向）および幅方向（金属ベース板 1 の前記一辺に垂直な方向、図 1 1 の上下方向）に平行な方向のいずれにも方向にもセラミックス板材の強化材 3 が平行方向に接合されている。よって、金属ベース板の長さ方向に平行な方向と幅方向に平行な方向の両方向について反りを抑制する効果がある。

【 0 0 1 7 】

（第 4 の実施の形態）

第 4 の実施の形態について、図 1 3、図 1 4、図 1 5 を用いて説明する。

強化材 3 のセラミックス板材が金属ベース板の他方の面（底面）に接合していること、強化材 3 が 1 個であること以外は、第 1 の実施の形態と同様の方法で、図 1 3、図 1 4 に示す金属 - セラミックス接合基板を作成することができる。鋳型 4 もそれに対応した図 1 5 に示すものとなる。

【 0 0 1 8 】

（第 5 の実施の形態）

第 5 の実施の形態について、図 1 6、図 1 7、図 1 8 を用いて説明する。

強化材 3 のセラミックス板材が金属ベース板 1 を形成する空洞 2 に、図 1 8 に示されるように第 1 の実施の形態と同様に強化材 3 が 7 個平行に設置されているのに加え、前記強化材 3 の長手方向と直角方向で且つ金属ベース板 1 の底面に近い方に 1 個の強化材 3 が鋳型 4 に設置されている以外は、第 1 の実施の形態と同様の方法で、図 1 6、図 1 7 に示す金属 - セラミックス接合基板を作成することができる。鋳型 4 もそれに対応した図 1 8 に示すものとなる。

【0019】

(第6の実施の形態)

第6の実施の形態について、図19、図20、図21を用いて説明する。

強化材3のセラミックス板材が金属ベース板1の周囲に、図21に示されるようにセラミックス板材を立てた状態で金属ベース板1の周囲に設置した以外は、第2の実施の形態と同様の方法で、図19、図20に示す金属-セラミックス接合基板を作成することができる。鋳型4もそれに対応した図21に示すものとなる。なお支持部9は図示していない。

【0020】

(第7の実施の形態)

第7の実施の形態について、図22、図23、図24を用いて説明する。

強化材3のセラミックス板材が金属ベース板1の内部に、図24に示されるように1個のセラミックス板材を鋳型4で支持して配置する以外は、第1の実施の形態と同様の方法で、図22、図23に示す金属-セラミックス接合基板を作成することができる。鋳型4もそれに対応した図24に示すものとなる。

【0021】

ここで、本発明の金属-セラミックス基板は、セラミックス基板5の一方の面に金属板8の一方の面が接合するとともに、前記セラミックス基板5の他方の面に金属ベース板1の一方の面が接合した金属-セラミックス接合基板において、前記金属ベース板1に少なくとも1個以上の強化材3が接合され、且つ前記強化材の一部が前記金属ベース板1から露出している金属-セラミックス接合基板である。

前述の通り、本発明の鋳型で強化材3を支持することにより、作製された金属-セラミックス接合基板の金属ベース板1の一部に強化材3が露出した状態となる。また、金属ベース板3内の強化材3の位置(面方向の位置、厚さ方向の位置)を精密に制御できるようになり、反り制御ができるようになった。強化材3の接合や位置のよって放熱性が妨げられるが、本発明は強化材の配置、位置を精密に制御することによって反りの制御と放熱性確保の両立が得られた。

【0022】

また、前記強化材の一部を鋳型に支持されるように設置した後、金属溶湯を注入して冷却凝固する方法、いわゆる溶湯接合法で金属-セラミックス接合基板を製造するのがよい。溶湯接合法によると、比較的低压で注湯でき金属溶湯と強化材(例えばセラミックス板材や棒材)とがほとんど接合欠陥なしに接合することができ、金属溶湯は低压なので前記強化材の初期の配置がずれる恐れがない。

【0023】

また、前記金属ベース板の一方の面から厚さ方向に垂直に透過してみたときの前記金属ベース板の一方の面の面積における前記強化材の占める部分の面積が、前記金属ベース板の一方の面の面積よりも小さいことが好ましく、前記セラミックス基板の一方の面から厚さ方向に垂直に透過してみたときの前記セラミックス基板の一方の面の面積における前記強化材の占める部分の面積が、前記セラミックス基板の一方の面の面積よりも小さいことが好ましい。

【0024】

回路用金属板上にはパワー素子などが搭載され、その素子の発熱による熱が下方の絶縁性のセラミックス基板(アルミナ基板、窒化アルミニウム基板、窒化珪素基板など)、金属ベース板に伝導させ、放熱する。

金属-セラミックス接合基板においては、金属とセラミックスとの熱膨張係数の違いにより接合時、あるいは金属-セラミックス接合基板にパワー素子などを搭載する熱処理時、実使用時などにおいて熱応力が発生し、金属-セラミックス基板が大きく反る。この反りを抑制するために、強化材として、例えばセラミックス基板に熱膨張係数が近いセラミックスや低熱膨張金属(Moなど)を金属ベース板中に接合する。

しかしながら、強化材は金属ベース板より熱伝導率が小さいことがほとんどで、また熱伝導率が同等以上の強化材(例えば高純度窒化アルミニウム基板)などは非常に高価であ

10

20

30

40

50

りパワーモジュールなどに使用するにはコストが全く適合しない。

本発明は前記金属ベースの一方の面から厚さ方向に垂直に透過してみたときの前記金属ベース板の一方の面の面積における前記強化材の占める部分の面積が、前記金属ベース板の一方の面の面積よりも小さくし、前記セラミックス基板の一方の面から厚さ方向に垂直に透過してみたときの前記セラミックス基板の一方の面の面積における前記強化材の占める部分の面積が、前記セラミックス基板の一方の面の面積よりも小さくするように強化材を配置し接合することにより、すなわち特に板材や棒材の金属ベース板への接合する位置や大きさを正確、精密にすることで、強化材が熱伝導に劣るものでも、熱伝導率をほぼ低下させることなく且つ反りが十分に少ない金属 - セラミックス接合基板を提供できる。

【0025】

また、前記強化材が複数個あり、それぞれの前記強化材の一部が前記金属ベース板から露出していることが好ましく、前記強化材が板状または棒状であることが好ましく、前記強化材が複数個あり、前記金属ベース板の一方の面から厚さ方向に垂直に透過して見たとき、前記強化材が格子状をなしていることが好ましい。

【0026】

さらに、前記金属ベース板がアルミニウムまたはアルミニウム合金であることが電気伝導性、熱伝導率、セラミックス基板との接合の信頼性の観点で好ましく、前記強化材の材質がセラミックスであることが好ましく、前記強化材の材質がアルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、炭化珪素から選ばれる少なくとも1つの原料からなるセラミックスであることが好ましく、前記金属板が電気伝導性、熱伝導率、セラミックス基板との接合の信頼性の観点でアルミニウムまたはアルミニウム合金であることが好ましい。

【0027】

さらに、前記セラミックス基板がアルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、炭化珪素から選ばれる少なくとも1つの原料からなるセラミックスであることが好ましく、前記強化材が複数個あり、それらが略同一平面上に接合されていることが設置のしやすさのため好ましく、前記強化材が複数個あり、それらが略平行に接合されているのが好ましい。

【0028】

なお、本発明は前記実施の形態のみにとられるものではない。

【実施例】

【0029】

以下、本発明による金属 - セラミックス接合基板の製造方法の実施例について詳細に説明する。

【0030】

[実施例1]

(図1～3参照)

まず、内部に70mm×70mm×5mmの大きさのベース板を形成するための空洞部(金属ベース板形成部)が形成され、この空洞部の側面の高さ方向(金属ベース板の厚さ方向)の中央部に80mm×5mm×0.6mmの強化材であるセラミックス板材7本が空洞部を横断してそれぞれのセラミックス板材の両端5mmが鋳型で挟持されるように形成され、さらに前記空洞部の底面に50mm×50mm×0.6mmの大きさのセラミックス基板を収容するための凹部(セラミックス基板収容部)が形成され、これらの凹部の底面に48mm×48mm×0.6mmの大きさの回路パターン用金属板を形成するための凹部(回路パターン用金属板形成部)が形成されたカーボン製の鋳型を用意した。なお、前記セラミックス板材の挟持部は、ベース板を形成するための空間の横方向(ベース板の幅方向)の中心に1本挟持される構造、すなわち略5mm幅で高さ略0.6mm、深さ略5mmの穴がこの空間部の側面に形成されており、この中心の1本から隙間5mmを空けて等間隔に略並行に、且つ同一平面状に挟持する同様の穴が形成されている。また、このセラミックス板材を挟持する穴は、鋳型が上型と下型に分離できるようになっており、上型と下型を組み合わせることで形成される。セラミックス板材をこの穴に入れて前記空間を横断した状態とすることができる。

10

20

30

40

50

また、この鋳型には、溶湯を鋳型内に注湯するための注湯口が形成されているとともに、金属ベース板形成部と回路パターン用金属板形成部との間に延びる溶湯流路が形成され、セラミックス基板收容部内にセラミックス基板を收容したときにもベース板形成部と回路パターン用金属板形成部との間が連通するようになっている。

【0031】

この鋳型のセラミックス基板收容部内に50mm×50mm×0.6mmの大きさの窒化アルミニウム基板を收容し、前記セラミックス板材の收容部(穴)に80mm×5mm×0.6mmの窒化アルミニウム板材7本を炉内に入れ、この炉内を窒素雰囲気にして酸素濃度を4ppmまで低下させ、ヒーターの温度制御によって鋳型を730℃まで加熱した。

10

【0032】

また、アルミニウムを740℃まで加熱して得られた予め計量されたアルミニウム合金溶湯を、狭隘部を有するノズルを通して酸化皮膜を取り除きながら、窒素ガスによって10kPaの圧力で加圧して、上記注湯口より加熱した鋳型内に流し込んだ。

【0033】

このようにしてアルミニウム溶湯を流し込んだ後、ガス加圧ノズルから注湯口に窒素ガスを吹き込むことによって、鋳型内のアルミニウム合金溶湯を10kPaの圧力で加圧したまま冷却して凝固させた。

【0034】

このようにして、70mm×70mm×5mmの大きさのアルミニウムからなる金属ベース板上に、50mm×50mm×0.6mmの大きさの窒化アルミニウム基板が接合し、これらの窒化アルミニウム基板上にそれぞれ48mm×48mm×0.6mmの大きさの回路パターン用アルミニウム金属板が接合した金属-セラミックス接合体を製造した。また、この金属ベース板の内部には80mm×5mm×0.6mmのセラミックス板材7本が貫通した状態となっている。

20

【0035】

この金属-セラミックス接合基板を鋳型から取り出し、金属ベース板から飛び出した部分のセラミックス板材を切断除去した。このようにして、アルミニウムベース板上にセラミックス基板が接合し、その上にアルミニウム回路板が接合した金属-セラミックス接合基板を作製した。

30

【0036】

この金属-セラミックス接合基板の回路用金属板の表面の反り量を、金属板の中央部をセラミックス板材の長手と平行方向、直角方向についてスパン45mmとしてレーザー変位計で測定し、下側に反ったもの(凹状)を正(+)とし、上側に反ったもの(凸状)を負(-)とした。

セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は-36μm、直角方向のときの反り量は-198μmであった。

【0037】

さらに410℃×10分を1回とする通炉試験を1回、3回、5回、10回としたときの反り量を測定した。

40

通炉が1回終わったとき、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は-33μm、直角方向のときの反り量は-264μmであった。

通炉が3回終わったとき、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は-57μm、直角方向のときの反り量は-309μmであった。

通炉が5回終わったとき、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は-69μm、直角方向のときの反り量は-342μmであった。

通炉が10回終わったとき、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は-90μm、直角方向のときの反り量は-390μmであった。

【0038】

また、通炉試験後もセラミックス基板の割れなどの不具合はなく、絶縁性などの電気性能

50

も良好であった。金属板とセラミックス基板、金属ベース板とセラミックス基板、金属ベース板とセラミックス板材のそれぞれの接合も特に欠陥はなく良好であった。

【0039】

[実施例2]

前記金属ベース板用の空洞部の側面の高さ方向（金属ベース板の厚さ方向）と幅方向の中央部に80mm×50mm×0.6mmの強化材であるセラミックス板材1本が、空洞部を横断してセラミックス板材の両端5mmが鋳型で挟持されるように形成されたカーボン製の鋳型を用意し、すなわち略50mm幅で高さ略0.6mm、深さ略5mmの穴がこの空間部の側面に形成した以外は実施例1と同様の方法で金属-セラミックス接合基板を作成した。

10

この金属-セラミックス接合基板の回路用金属板の表面の反り量を、実施例1と同様に測定したところ、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は-36μm、直角方向のときの反り量は-45μmであった。

さらに実施例1と同様の通炉試験を1回、3回、5回、10回としたときの反り量を測定した。

通炉が1回終わったとき、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は-42μm、直角方向のときの反り量は-42μmであった。

通炉が3回終わったとき、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は-18μm、直角方向のときの反り量は-18μmであった。

通炉が5回終わったとき、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は-30μm、直角方向のときの反り量は-27μmであった。

20

通炉が10回終わったとき、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は-63μm、直角方向のときの反り量は-63μmであった。

【0040】

[比較例1]

(図4~6参照)

前記金属ベース板用の空洞部に強化材であるセラミックス板材を挟持される穴を前記鋳型に設けておらず、セラミックス板材の強化材を接合しなかった以外は実施例1と同様の方法で金属-セラミックス接合基板を作成した。

この金属-セラミックス接合基板の回路用金属板の表面の反り量を、実施例1と同様に測定したところ、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は-231μm、直角方向のときの反り量は-201μmであった。

30

さらに実施例1と同様の通炉試験を1回、3回、5回、10回としたときの反り量を測定した。

通炉が1回終わったとき、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は-273μm、直角方向のときの反り量は-252μmであった。

通炉が3回終わったとき、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は-321μm、直角方向のときの反り量は-294μmであった。

通炉が5回終わったとき、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は-351μm、直角方向のときの反り量は-333μmであった。

40

通炉が10回終わったとき、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は-399μm、直角方向のときの反り量は-393μmであった。

【0041】

[実施例3]

実施例1と同様の条件で金属-セラミックス接合基板を作製した。

この金属-セラミックス接合基板の回路用金属板の表面の反り量を、実施例1と同様に測定した結果、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は-45μm、直角方向のときの反り量は-201μmであった。

また、金属-セラミックス基板の金属ベース板の表面の反り量についても測定した。金属ベース板の中央部をセラミックス板材の長手と平行方向、直角方向についてスパン60

50

mmとしてレーザー変位計で測定し、上側に反ったもの(凸状)を正(+)とし、下側に反ったもの(凹状)を負(-)とした。その結果、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は - 8 4 μm 、直角方向のときの反り量は - 3 3 6 μm であった。

【 0 0 4 2 】

[実施例 4]

金属ベース板を形成するための空洞部の側面に強化材であるセラミックス板材 6 本が空洞部を横断し、前記セラミックス板材の挟持部は、ベース板を形成するための空間の横方向(ベース板の幅方向)の端から 2 . 5 mmの距離のところから 1 本挟持され、すなわち略 5 mm幅で高さ略 0 . 6 mm、深さ略 5 mmの穴がこの空間部の側面に形成されており、この 1 本から 5 mm間隔で 5 本のセラミックス板材に対応する穴が略並行に形成され、且つ同一平面状に挟持する同様の穴が形成され、セラミックス板材を 6 本鑄型に設置し、金属ベース板に接合した以外は、実施例 1 と同様の条件で金属 - セラミックス接合基板を作製した。

10

この金属 - セラミックス接合基板の回路用金属板の表面の反り量を、実施例 1 と同様に測定した結果、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は - 5 1 μm 、直角方向のときの反り量は - 2 1 9 μm であった。

また、金属 - セラミックス基板の金属ベース板の表面の反り量についても実施例 3 と同様に測定した結果、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は - 8 4 μm 、直角方向のときの反り量は - 3 8 1 μm であった。

【 0 0 4 3 】

20

[実施例 5]

実施例 3 と同様に金属 - セラミックス接合基板を作製した。

この金属 - セラミックス接合基板の回路用金属板の表面の反り量を、実施例 1 と同様に測定した結果、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は - 2 7 μm 、直角方向のときの反り量は - 4 5 μm であった。

また、金属 - セラミックス基板の金属ベース板の表面の反り量についても実施例 3 と同様に測定した結果、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は - 3 3 μm 、直角方向のときの反り量は - 7 8 μm であった。

【 0 0 4 4 】

[実施例 6]

30

セラミックス板材が金属ベース板のセラミックス基板接合側と反対の表面に露出し、その表面と略同一平面に接合されるように、鑄型の挟持する穴を設けた以外は、実施例 3 と同様の方法で金属 - セラミックス接合基板を作製した。

この金属 - セラミックス接合基板の回路用金属板の表面の反り量を、実施例 1 と同様に測定した結果、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は - 3 3 μm 、直角方向のときの反り量は - 2 6 4 μm であった。

また、金属 - セラミックス基板の金属ベース板の表面の反り量についても実施例 3 と同様に測定した結果、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は - 3 9 μm 、直角方向のときの反り量は - 4 4 7 μm であった。

【 0 0 4 5 】

40

[実施例 7]

前記金属ベース板用の空洞部の側面の高さ方向(金属ベース板の厚さ方向)と幅方向の中央部に 8 0 mm \times 6 0 mm \times 0 . 6 mmの強化材であるセラミックス板材 1 本が、空洞部を横断してセラミックス板材の両端 5 mmが鑄型で挟持されるように形成されたカーボン製の鑄型を用意し、すなわち略 6 0 mm幅で高さ略 0 . 6 mm、深さ略 5 mmの穴がこの空洞部の側面に形成した以外は実施例 1 と同様の方法で金属 - セラミックス接合基板を作成した。

この金属 - セラミックス接合基板の回路用金属板の表面の反り量を、実施例 1 と同様に測定した結果、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は - 2 1 μm 、直角方向のときの反り量は - 2 1 μm であった。

50

また、金属 - セラミック基板の金属ベース板の表面の反り量についても実施例 3 と同様に測定した結果、セラミック板材の長手と平行方向のときの反り量は - 30 μm 、直角方向のときの反り量は - 39 μm であった。

【0046】

[実施例 8]

(図 13 ~ 15 参照)

セラミック板材が金属ベース板のセラミック基板接合側と反対の表面に露出し、その表面と略同一平面に接合されるように、鋳型の挟持する穴を設けた以外は、実施例 7 と同様の方法で金属 - セラミック接合基板を作製した。

この金属 - セラミック接合基板の回路用金属板の表面の反り量を、実施例 1 と同様に測定した結果、セラミック板材の長手と平行方向のときの反り量は - 45 μm 、直角方向のときの反り量は - 15 μm であった。

また、金属 - セラミック基板の金属ベース板の表面の反り量についても実施例 3 と同様に測定した結果、セラミック板材の長手と平行方向のときの反り量は - 72 μm 、直角方向のときの反り量は - 42 μm であった。

【0047】

[比較例 2]

比較例 1 と同様に金属 - セラミック接合基板を作製した。

この金属 - セラミック接合基板の回路用金属板の表面の反り量を、実施例 1 と同様に測定した結果、セラミック板材の長手と平行方向のときの反り量は - 213 μm 、直角方向のときの反り量は - 177 μm であった。

また、金属 - セラミック基板の金属ベース板の表面の反り量についても実施例 3 と同様に測定した結果、セラミック板材の長手と平行方向のときの反り量は - 387 μm 、直角方向のときの反り量は - 345 μm であった。

【0048】

[実施例 9]

内部に 70 mm \times 70 mm \times 4 mm の大きさのベース板を形成するための空洞部 (金属ベース板形成部) が形成され、この空洞部の側面の高さ方向 (金属ベース板の厚さ方向) の中央部に 80 mm \times 10 mm \times 0.6 mm の強化材であるセラミック板材 3 本が空洞部を横断してそれぞれのセラミック板材の両端 5 mm が鋳型で挟持されるように形成されたカーボン製の鋳型を用意した以外は実施例 1 と同様に金属 - セラミック接合基板を作製した。

これにより 70 mm \times 70 mm \times 4 mm の大きさのアルミニウムからなる金属ベース板上に、50 mm \times 50 mm \times 0.6 mm の大きさの窒化アルミニウム基板が接合し、これらの窒化アルミニウム基板上にそれぞれ 48 mm \times 48 mm \times 0.4 mm の大きさの回路パターン用アルミニウム金属板が接合した金属 - セラミック接合体が得られた。また、この金属ベース板の内部には強化材である 80 mm \times 10 mm \times 0.6 mm のセラミック板材 3 本が形成されている。

また、金属 - セラミック基板の金属ベース板の表面の反り量についても実施例 3 と同様に測定した結果、セラミック板材の長手と平行方向のときの反り量は - 30 μm であった。

【0049】

[実施例 10]

金属ベース板を形成するための空洞部の側面の高さ方向 (金属ベース板の厚さ方向) の中央部に 80 mm \times 3 mm \times 0.6 mm の強化材であるセラミック板材 3 本が空洞部を横断してそれぞれのセラミック板材の両端 5 mm が鋳型で挟持されるように形成され、前記セラミック板材の挟持部は、ベース板を形成するための空間の横方向 (ベース板の幅方向) の中心に 1 本挟持される構造、すなわち略 0.6 mm 幅で高さ略 3 mm、深さ略 5 mm の穴がこの空間部の側面に形成されており、この中心の 1 本から 20 mm 間隔に略並行に、且つ同一平面状に挟持する同様の穴が形成されたカーボン製の鋳型を用意した以

10

20

30

40

50

外は実施例 1 と同様に金属 - セラミックス接合基板を作製した。

これにより 70 mm × 70 mm × 4 mm の大きさのアルミニウムからなる金属ベース板上に、50 mm × 50 mm × 0.6 mm の大きさの窒化アルミニウム基板が接合し、これらの窒化アルミニウム基板上にそれぞれ 48 mm × 48 mm × 0.4 mm の大きさの回路パターン用アルミニウム金属板が接合した金属 - セラミックス接合体が得られた。また、この金属ベース板の内部には強化材である 80 mm × 3 mm × 0.6 mm のセラミックス板材 3 本が、80 mm × 0.6 mm の面を上にした状態で（セラミックス基板を立てた状態）形成されている。

また、金属 - セラミックス基板の金属ベース板の表面の反り量についても実施例 3 と同様に測定した結果、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は - 25 μm であった。

10

【 0 0 5 0 】

[実施例 1 1]

内部に 70 mm × 70 mm × 8 mm の大きさのベース板を形成するための空洞部（金属ベース板形成部）が形成されたカーボン製の鋳型を用意した以外は実施例 9 と同様に金属 - セラミックス接合基板を作製した。

これにより 70 mm × 70 mm × 8 mm の大きさのアルミニウムからなる金属ベース板上に、50 mm × 50 mm × 0.6 mm の大きさの窒化アルミニウム基板が接合し、これらの窒化アルミニウム基板上にそれぞれ 48 mm × 48 mm × 0.4 mm の大きさの回路パターン用アルミニウム金属板が接合した金属 - セラミックス接合体が得られた。また、この金属ベース板の内部には強化材である 80 mm × 10 mm × 0.6 mm のセラミックス板材 3 本が形成されている。

20

また、金属 - セラミックス基板の金属ベース板の表面の反り量についても実施例 3 と同様に測定した結果、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は - 35 μm であった。

【 0 0 5 1 】

[実施例 1 2]

（図 7 ~ 9 参照）

内部に 70 mm × 70 mm × 8 mm の大きさのベース板を形成するための空洞部（金属ベース板形成部）が形成されたカーボン製の鋳型を用意した以外は実施例 10 と同様に金属 - セラミックス接合基板を作製した。

30

これにより 70 mm × 70 mm × 8 mm の大きさのアルミニウムからなる金属ベース板上に、50 mm × 50 mm × 0.6 mm の大きさの窒化アルミニウム基板が接合し、これらの窒化アルミニウム基板上にそれぞれ 48 mm × 48 mm × 0.4 mm の大きさの回路パターン用アルミニウム金属板が接合した金属 - セラミックス接合体が得られた。また、この金属ベース板の内部には強化材である 80 mm × 3 mm × 0.6 mm のセラミックス板材 3 本が、80 mm × 0.6 mm の面を上にした状態で（セラミックス基板を立てた状態）形成されている。

また、金属 - セラミックス基板の金属ベース板の表面の反り量についても実施例 3 と同様に測定した結果、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は - 38 μm であった。

40

【 0 0 5 2 】

[実施例 1 3]

（図 10 ~ 12 参照）

内部に 70 mm × 70 mm × 8 mm の大きさのベース板を形成するための空洞部（金属ベース板形成部）が形成され、強化材である 80 mm × 3 mm × 0.6 mm のセラミックス板材を 6 本狭持する穴を有し、且つ該セラミックス板材 3 本が 20 mm の間隔をあけて配置され、残りの 3 本が前記 3 本のセラミックス板材 3 本に垂直な方向に 20 mm の間隔を開けて配置され狭持される穴を有するカーボン製の鋳型を用意した以外は実施例 12 と同様に金属 - セラミックス接合基板を作製した。

50

これにより70 mm × 70 mm × 8 mmの大きさのアルミニウムからなる金属ベース板上に、50 mm × 50 mm × 0.6 mmの大きさの窒化アルミニウム基板が接合し、これらの窒化アルミニウム基板上にそれぞれ48 mm × 48 mm × 0.4 mmの大きさの回路パターン用アルミニウム金属板が接合した金属 - セラミックス接合体が得られた。また、この金属ベース板の内部には強化材である80 mm × 3 mm × 0.6 mmのセラミックス板材3本が、80 mm × 0.6 mmの面を上にした状態で（セラミックス基板を立てた状態）セラミックス基板の下部に形成され、且つ前記3本に垂直な方向でベース板表面に近い側にセラミックス板材3本が形成されている。

また、金属 - セラミックス基板の金属ベース板の表面の反り量についても実施例3と同様に測定した結果、セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は - 36 μmであり、直角方向のときの反り量は - 38 μmであった。

10

【0053】

[実施例14]

金属ベース板の表面に高さ10 mm、ピッチ7 mmのフィンを形成する空洞部を設けた鋳型を用意した以外は実施例1と同様の方法で金属 - セラミックス接合基板を作製した。

この結果セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は - 30 μm、直角方向のときの反り量は - 80 μmであった。

【0054】

[実施例15]

強化材の50 mm × 80 mm × 0.6 mmのセラミックス板材（窒化アルミニウム板材）が金属ベース板の他方の面（底面）に接合していること、強化材が1個であること以外は、第1の実施の形態と同様の方法で、図13、図14に示す金属 - セラミックス接合基板を作成した。

20

この結果セラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は - 25 μm、直角方向のときの反り量は - 35 μmであった。

【0055】

[実施例16]

(図16 ~ 18 参照)

強化材3のセラミックス板材が金属ベース板を形成する空洞2に、図18に示されるように第1の実施の形態と同様に7個平行に設置されているのに加え、前記強化材3の長手方向と直角方向で且つ金属 - ベース板の底面に近い方に50 mm × 80 mm × 0.6 mmのセラミックス板材（窒化アルミニウム板材）が設置されている以外は、第1の実施の形態と同様の方法で、図16、図17に示す金属 - セラミックス接合基板を作成することができる。

30

この結果、細いセラミックス板材の長手と平行方向のときの反り量は - 32 μm、直角方向のときの反り量は - 22 μmであった。

【0056】

[実施例17]

(図19 ~ 21 参照)

強化材3の80 mm × 4 mm × 0.6 mmのセラミックス板材（アルミナ基板）が金属ベース板の周囲に、図21に示されるようにセラミックス板材を立てた状態で金属ベース板の周囲に設置した以外は、第2の実施の形態と同様の方法で、図19、図20に示す金属 - セラミックス接合基板を作成することができる。

40

この結果、一個のセラミックス板材と平行方向のときの反り量は - 43 μm、直角方向のときの反り量は - 38 μmであった。

【0057】

[実施例18]

(図22 ~ 24 参照)

強化材3のセラミックス板材が金属ベース板の内部に、図24に示されるように1個のセラミックス板材を鋳型4で支持して配置する以外は、第1の実施の形態と同様の方法で、

50

図 2 2、図 2 3 に示す金属 - セラミックス接合基板を作成することができる。

この結果、一個のセラミックス板材と平行方向のときの反り量は - 3 0 μ m、直角方向のときの反り量は - 3 6 μ mであった。

【 0 0 5 8 】

なお、実施例 1、実施例 1 3 の金属 - セラミックス接合基板の厚さ方向の放熱性を調査したところ、比較例 1 と比べて、の裏面に放熱される放熱性を 1 0 0 % とすると、実施例はその低下率が 3 % 以下であった。すなわち金属ベース板またはセラミックス基板を前述の通り上から垂直に透過してみたときの強化材の面積が小さければ、放熱性を劣化させることなく、反りも抑制することができる。

なお、強化材を接合する位置によって、実施例のように一方向のみの反りを抑制することも、全方向の反りを抑制することも可能であり、製品の要望にあわせて強化材の配置などを決定すれば良い。また、本発明の金属セラミックス接合基板はパワーモジュールに用いられるのが好ましい。

10

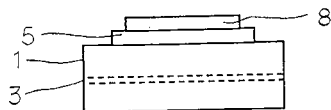
【 符号の説明 】

【 0 0 5 9 】

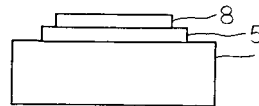
- 1 金属ベース板
- 2 空洞部 (金属ベース板形成用)
- 3 強化材
- 4 鋳型
- 5 セラミックス基板
- 6 凹部 (セラミックス基板収容部)
- 7 凹部 (金属板形成用空洞部)
- 8 金属板 (回路パターン用)
- 9 支持部

20

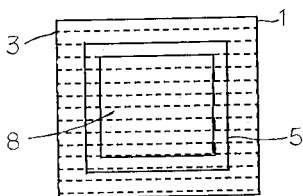
【 図 1 】



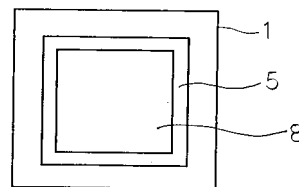
【 図 4 】



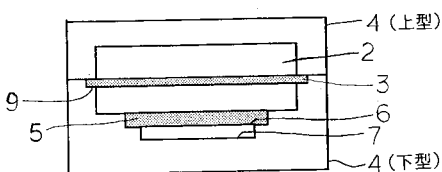
【 図 2 】



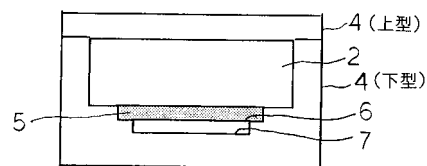
【 図 5 】



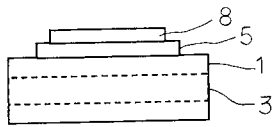
【 図 3 】



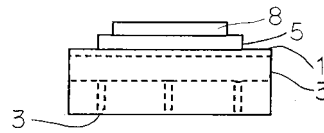
【 図 6 】



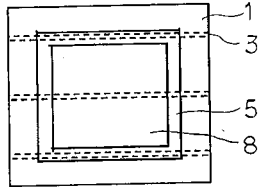
【図7】



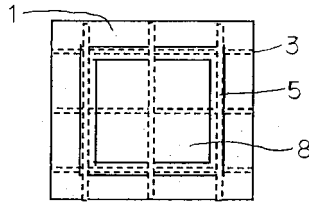
【図10】



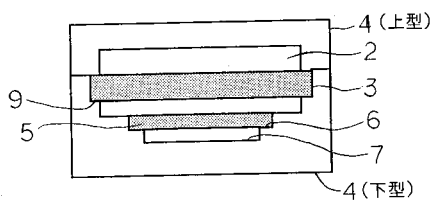
【図8】



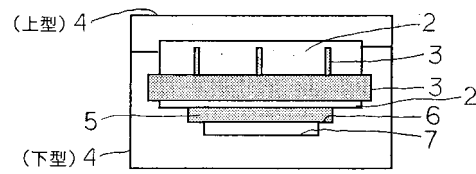
【図11】



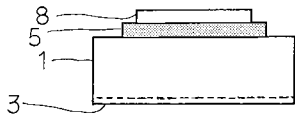
【図9】



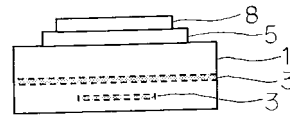
【図12】



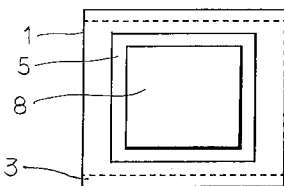
【図13】



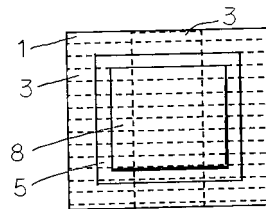
【図16】



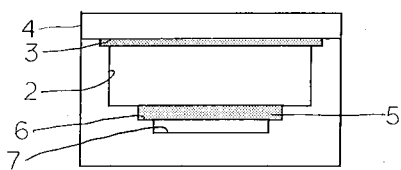
【図14】



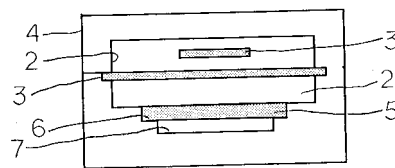
【図17】



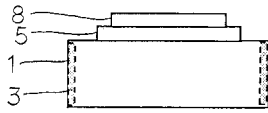
【図15】



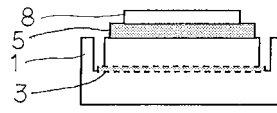
【図18】



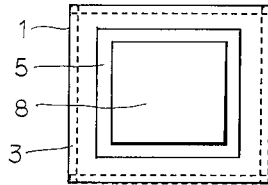
【図 19】



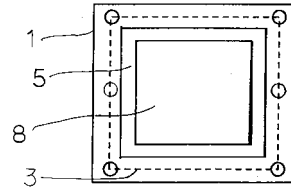
【図 22】



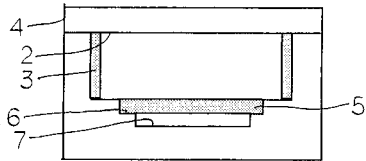
【図 20】



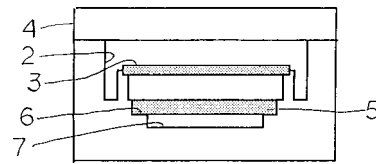
【図 23】



【図 21】



【図 24】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-066595(JP,A)
特開2000-150743(JP,A)
特開2004-343035(JP,A)
特開2002-231850(JP,A)
国際公開第2008/123172(WO,A1)
特開2003-086747(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05K 1/05
H05K 1/02