

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年12月30日(30.12.2020)



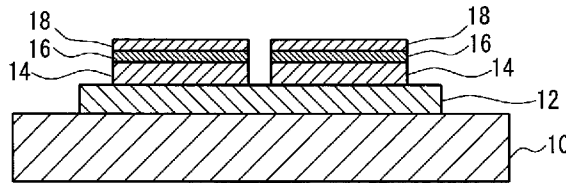
(10) 国際公開番号

WO 2020/262015 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 23/13 (2006.01) H05K 1/05 (2006.01)
H01L 23/36 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/022998
- (22) 国際出願日: 2020年6月11日(11.06.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2019-122001 2019年6月28日(28.06.2019) JP
特願 2020-092939 2020年5月28日(28.05.2020) JP
- (71) 出願人: D O W A メ タ ル テ ッ ク 株 式 会 社(DOWA METALTECH CO., LTD.) [JP/JP];
- 〒1010021 東京都千代田区外神田 4 - 1 4 - 1 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 小 山 内 英 世 (OSANAI Hideyo);
〒1010021 東京都千代田区外神田 4 - 1 4 - 1 D O W A メ タ ル テ ッ ク 株 式 会 社 内 Tokyo (JP), 菅 原 章(SUGAWARA Akira); 〒1010021 東京都千代田区外神田 4 - 1 4 - 1 D O W A メ タ ル テ ッ ク 株 式 会 社 内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大 川 浩 一(OKAWA Koichi); 〒1040032 東京都中央区八丁堀 3 - 6 - 6 アド京橋ビル 大川国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(54) Title: METAL-CERAMIC JOINED SUBSTRATE AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(54) 発明の名称: 金属-セラミックス接合基板およびその製造方法



(57) Abstract: Provided are: a low-cost metal-ceramic joined substrate comprising a ceramic substrate and a metal circuit board made of aluminum or an aluminum alloy and directly joined to the ceramic substrate; and a method for manufacturing the same. This invention prevents a large level difference from occurring at a location corresponding to the crystal grain boundary of the aluminum or the aluminum alloy even if a heat cycle is applied repeatedly. In one embodiment of the metal-ceramic joined substrate: one surface of a ceramic substrate 12 directly joins a metal base plate 10 made of aluminum or an aluminum alloy; one surface of a first metal plate 14 for a circuit pattern, which is made of aluminum or an aluminum alloy, directly joins the other surface of the ceramic substrate; one surface of a graphite sheet 16 directly joins the other surface of the first metal plate; and a second metal plate 18 for a circuit pattern, which is made of aluminum or an aluminum alloy, directly joins the other surface of the graphite sheet.

(57) 要約: アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる金属回路板がセラミックス基板に直接接合した金属-セラミックス接合基板にヒートサイクルが繰り返し加えられても、アルミニウムまたはアルミニウム合金の結晶粒界に対応する部分に大きな段差が生じるのを防止することができる、安価な金属-セラミックス接合基板およびその製造方法を提供する。金属-セラミックス接合基板の実施の形態は、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる金属ベース板10にセラミックス基板12の一方の面が直接接合し、その他方の面にアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる回路パターン用の第1の金属板14の一方の面が直接接合し、その他方の面にグラファイトシート16の一方の面が直接接合し、その他方の面にアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる回路パターン用の第2の金属板18が直接接合している。

WO 2020/262015 A1

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

規則4.17に規定する申立て：

- 出願し及び特許を与えられる出願人の資格に関する申立て (規則4.17(ii))
- 先の出願に基づく優先権を主張する出願人の資格に関する申立て(規則4.17(iii))

添付公開書類：

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：金属－セラミックス接合基板およびその製造方法 技術分野

[0001] 本発明は、金属－セラミックス接合基板およびその製造方法に関し、特に、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（金属回路板）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。

背景技術

[0002] 近年、パワーモジュール用の金属－セラミックス絶縁基板として、より高い熱サイクル耐性を実現するために、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる金属回路板がセラミックス基板に直接接合した金属－セラミックス回路基板が使用されている。

[0003] しかし、このような金属－セラミックス回路基板にヒートサイクルが繰り返し加えられると、線膨張係数が小さいセラミックス基板と線膨張係数が大きいアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる金属回路板が直接接合しているため、その線膨張係数の差によって生じた応力により、アルミニウムまたはアルミニウム合金が塑性変形し、アルミニウムまたはアルミニウム合金の結晶粒界に対応する部分に大きなしわのような変形（段差）が生じて、金属回路板に半田付けされた半導体素子が破損したり、半田にクラックが発生したり、半導体素子を金属回路板に接続するボンディングワイヤが剥離するおそれがある。

[0004] このような問題を解消するため、セラミックス基板にビッカース硬度HVが25以上の（アルミニウムを主とする）合金金属層が形成された半導体実装用絶縁基板（例えば、特許文献1参照）、セラミックス基板に形成されたアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる金属回路板上に、コールドスプレー法により銅または銅合金などからなる金属皮膜が形成された金属－セラミックス回路基板（例えば、特許文献2参照）、セラミックス基板に直接

接合したアルミニウムからなる金属回路板の表面に厚さ $17\mu\text{m}$ 以上のニッケルめっき皮膜が形成された金属-セラミックス回路基板（例えば、特許文献3参照）などが提案されている。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特開2007-36263号公報（段落番号0014）
特許文献2：特開2016-152324号公報（段落番号0009-0011）
特許文献3：特開2018-18992号公報（段落番号0009-0010）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかし、特許文献1の半導体実装用絶縁基板のように、セラミックス基板に硬い（アルミニウムを主とする）合金金属層を形成すると、ヒートサイクル中にアルミニウムが塑性変形しないで、セラミックス基板にクラックが発生するおそれがある。また、硬いアルミニウムは通常純度が低く、熱伝導性や電気伝導性に劣るため、半導体実装用絶縁基板としての特性が悪くなる。
- [0007] また、特許文献2の金属-セラミックス回路基板では、コールドスプレー法により形成された硬い金属皮膜が、多孔であり、表面が粗くなっているため、ブラスト処理などにより金属皮膜の表面を滑らかにする必要があり、製造コストが高くなる。
- [0008] さらに、特許文献3の金属-セラミックス回路基板では、アルミニウムからなる金属回路板の表面に硬いニッケルめっき皮膜を非常に厚く形成する必要があるため、めっき時間が長くなり、製造コストが高くなる。
- [0009] したがって、本発明は、このような従来の問題点に鑑み、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる金属回路板がセラミックス基板に直接接合した金属-セラミックス接合基板にヒートサイクルが繰り返し加えられても、

アルミニウムまたはアルミニウム合金の結晶粒界に対応する部分に大きな段差が生じるのを防止することができる、安価な金属-セラミックス接合基板および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

[0010] 本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意研究した結果、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる金属ベース板の金属ベース板に一方の面が直接接合したセラミックス基板の他方の面にアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる第1の金属板の一方の面を直接接合させ、この第1の金属板の他方の面にグラファイトシートの方の面を直接接合させ、このグラファイトシートの方の面にアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる第2の金属板を直接接合させることにより、ヒートサイクルが繰り返し加えられても、アルミニウムまたはアルミニウム合金の結晶粒界に対応する部分に大きな段差が生じるのを防止することができる、安価な金属-セラミックス接合基板を製造することができることを見出し、本発明を完成するに至った。

[0011] すなわち、本発明による金属-セラミックス接合基板は、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる金属ベース板と、この金属ベース板に一方の面が直接接合したセラミックス基板と、このセラミックス基板の方の面に一方の面が直接接合したアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる第1の金属板と、この第1の金属板の方の面に一方の面が直接接合したグラファイトシートと、このグラファイトシートの方の面に直接接合したアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる第2の金属板とを備えていることを特徴とする。

[0012] この金属-セラミックス接合基板において、グラファイトシートが、第1の金属板のセラミックス基板との接合面に略平行に延びているのが好ましく、第1の金属板のセラミックス基板との接合面に略平行な平面の略全面に延びているのが好ましい。また、グラファイトシートの端面が外部に露出しているのが好ましい。また、第1の金属板とグラファイトシートと第2の金属

板により回路パターンが形成されているのが好ましい。

[0013] また、本発明による金属-セラミックス接合基板の製造方法は、グラファイトシートとセラミックス基板とを鋳型内に離間して略平行に配置させるように、グラファイトシートの端部とセラミックス基板の端部を鋳型に支持させ、鋳型内のグラファイトシートの両面とセラミックス基板の両面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の溶湯を注湯した後に冷却して固化させることにより、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる金属ベース板を形成してセラミックス基板の一方の面に直接接合させ、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる第1の金属板を形成してグラファイトシート的一方の面とセラミックス板の他方の面に直接接合させるとともに、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる第2の金属板を形成してグラファイトシートの方の面に直接接合させることを特徴とする。

[0014] この金属-セラミックス基板の製造方法において、金属-セラミックス基板の第2の金属板の表面にマスクを形成した後、このマスクの表面からその厚さ方向にマスクと第2の金属板とグラファイトシートと第1の金属板の回路パターン形状に対応する部分以外をミリング加工により除去して、第1の金属板のセラミックス基板側の一部を残す以外は、回路パターン形状に形成し、その後、セラミックス基板の表面の回路パターン形状に対応する部分以外の第1の金属板をエッチング除去した後、マスクを除去することにより、第1の金属板とグラファイトシートと第2の金属板とからなる回路パターンを形成するのが好ましい。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる金属回路板がセラミックス基板に直接接合した金属-セラミックス接合基板にヒートサイクルが繰り返し加えられても、アルミニウムまたはアルミニウム合金の結晶粒界に対応する部分に大きな段差が生じるのを防止することができる、安価な金属-セラミックス接合基板を製造することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明による金属-セラミックス接合基板の実施の形態の断面図である。

[図2]図1の金属-セラミックス接合基板を製造するために使用する鋳型の断面図である。

[図3]図1の金属-セラミックス接合基板の変形例を製造するために使用する鋳型の断面図である。

[図4A]図2の鋳型により作製した接合体から図1の金属-セラミックス接合基板を製造する工程を示す断面図である。

[図4B]図2の鋳型により作製した接合体から図1の金属-セラミックス接合基板を製造する工程を示す断面図である。

[図4C]図2の鋳型により作製した接合体から図1の金属-セラミックス接合基板を製造する工程を示す断面図である。

[図4D]図2の鋳型により作製した接合体から図1の金属-セラミックス接合基板を製造する工程を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、添付図面を参照して、本発明による金属-セラミックス接合基板およびその製造方法の実施の形態について説明する。

[0018] 図1に示すように、本発明による金属-セラミックス接合基板の実施の形態は、平面形状が略矩形のアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる金属ベース板10と、この金属ベース板10に一方の面が直接接合（十分な接合強度で化学的に接合）した平面形状が略矩形のセラミックス基板12と、このセラミックス基板12の他方の面に一方の面が直接接合（十分な接合強度で化学的に接合）した平面形状が略矩形のアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる回路パターン用の第1の金属板14と、この第1の金属板14の他方の面に一方の面が直接接合（十分な接合強度で化学的に接合）した平面形状が（第1の金属板14と略同一の大きさの）略矩形のグラファイトシート16と、このグラファイトシート16の他方の面に直接接合（十分な接合強度で化学的に接合）した平面形状が（グラファイトシート16と略同

一の大きさの) 略矩形のアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる回路パターン用の第2の金属板18とを備えている。また、グラファイトシート16は、第1の金属板14のセラミックス基板12との接合面と略平行に且つその接合面と略平行な(仮想)平面の略全面に延びており、グラファイトシート16の端部は(好ましくは全周にわたって)外部に露出している。

[0019] グラファイトシート16として、厚さ10~1000 μm (好ましくは30~120 μm)、水平方向の熱伝導率250~2000 $\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ (好ましくは900~2000 $\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$)、厚さ方向の熱伝導率10~30 $\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ (好ましくは18~30 $\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$)、線膨張係数2~10ppm/K(好ましくは4~7ppm/K)のグラファイトからなるシート(板材)を使用することができる。このようなグラファイトシート16を回路パターン用の第1の金属板14と第2の金属板18の間に配置することにより、回路パターン用の第2の金属板18の表面の歪み(変形)を抑制することができ、ヒートサイクル後に回路パターン用の第2の金属板18の表面にしわが生じるのを抑制することができ、また、ヒートサイクルによりセラミックス基板12や(第2の金属板18上に搭載された)半導体素子などにクラックが生じるのを防止して製造コストを低下させることができるとともに、熱伝導や電気伝導に優れた金属-セラミックス接合基板を製造することができる。また、第2の金属板18が最表面に配置されることにより、その表面をめっきしたり、アルミワイヤや銅ワイヤなどによる超音波ボンディングを行ったり、銅端子の超音波接合を行うことができる。

[0020] 図1に示す実施の形態の金属-セラミックス接合基板は、図2に示す鋳型20内にセラミックス基板12とグラファイトシート16とを離間して配置させるように、セラミックス基板12の周縁部とグラファイトシート16の周縁部を鋳型20に支持させ、鋳型20内を窒素雰囲気にした状態で加熱し、鋳型20内のセラミックス基板12の両面に接触するとともにグラファイトシート16の両面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の溶湯をその表面の酸化膜を取り除きながら注湯し、その後、鋳型20を冷

却して溶湯を凝固させることによって製造することができる。

[0021] 図2に示すように、鋳型20は、カーボンなどからなり、それぞれ平面形状が略矩形の下側鋳型部材22と中間鋳型部材24と上側鋳型部材26とから構成されている。

[0022] 図2に示すように、下側鋳型部材22の上面には、グラファイトシート16の第2の金属板18側の部分（本実施の形態では略半分）と略同一の形状および大きさをグラファイトシート16の第2の金属板18側の部分を収容するための凹部（グラファイトシート収容部）22aが形成され、この凹部22aの底面には、第2の金属板18を形成するための凹部（第2の金属板形成部）22bが形成されている。

[0023] 中間鋳型部材24の上面には、金属ベース板10のセラミックス基板12側の部分（金属ベース板10の一部）を形成するための凹部（金属ベース板形成部）24aが形成され、凹部24aの底面には、セラミックス基板12と略同一の形状および大きさをセラミックス基板12を収容するための凹部（セラミックス基板収容部）24bが形成され、この凹部24bの底面には、第1の金属板14と略同一の形状および大きさを第1の金属板14を形成するための貫通孔（第1の金属板形成部）24cが形成されている。また、中間鋳型部材24の底面（裏面）には、グラファイトシート16の第1の金属板14側の部分（本実施の形態では略半分）と略同一の形状および大きさをグラファイトシート16の第1の金属板14側の部分を収容するための凹部（グラファイトシート収容部）24dが形成されている。このグラファイトシート収容部24dは、その底面の周縁部以外の部分が開口し、この開口した部分で第1の金属板形成部24cと連通している。このグラファイトシート収容部24dと下側鋳型部材22のグラファイトシート収容部22aによって画定された空間内に、グラファイトシート16が収容され、グラファイトシート16の周縁部が、下側鋳型部材22のグラファイトシート収容部22aと中間鋳型部材24のグラファイトシート収容部24dによって挟持されて固定されるようになっている。

- [0024] 上側鋳型部材 26 の下面（裏面）には、金属ベース板 10 のセラミック基板 12 と反対側の部分（金属ベース板 10 の金属ベース板形成部 24 a で形成される部分の他の部分）を形成するための凹部（金属ベース板形成部） 26 a が形成され、この金属ベース板形成部 26 a と中間鋳型部材 24 の金属ベース板形成部 24 a によって画定された空間内に金属ベース板 10 が形成されるようになっている。
- [0025] また、上側鋳型部材 26 には、（図示しない）注湯ノズルから金属ベース板形成部 24 a および 26 a 内に溶湯を注湯するための（図示しない）注湯口が形成されているとともに、中間鋳型部材 24 および下側鋳型部材 22 には、金属ベース板形成部 24 a および 26 a と第 1 の金属板形成部 24 c および第 2 の金属板形成部 22 b との間に延びる（図示しない）溶湯流路が形成されて、セラミック基板收容部 24 b 内にセラミック基板 12 を收容するとともにグラファイトシート收容部 22 a および 24 d 内にグラファイトシート 16 を收容したときにも金属ベース板形成部 24 a および 26 a と第 2 の金属板形成部 22 b および第 1 の金属板形成部 24 c との間が連通するようになっている。
- [0026] このような鋳型 20 を使用して図 1 に示す実施の形態の金属-セラミック接合基板を製造するためには、まず、下側鋳型部材 22 のグラファイトシート收容部 22 a 内にグラファイトシート 16 を配置した後、下側鋳型部材 22 上に中間鋳型部材 24 を載置し、セラミック基板收容部 24 b 内にセラミック基板 12 を配置し、その後、中間鋳型部材 24 上に上側鋳型部材 26 を載置する。この状態で鋳型 20 内にアルミニウムまたはアルミニウム合金の溶湯を流し込んで冷却することにより、金属ベース板 10 に一方の面が直接接合したセラミック基板 12 の他方の面に回路パターン用の第 1 の金属板 14 の一方の面が直接接合し、この第 1 の金属板 14 の他方の面にグラファイトシート 16 の一方の面が直接接合し、このグラファイトシート 16 の他方の面に回路パターン用の第 2 の金属板 18 が直接接合した（図 4 A に示す）金属-セラミック接合基板を製造する。その後、溶湯流路（湯道

）に対応する部分のアルミニウムまたはアルミニウム合金を除去し、第2の金属板18の表面をバフ研磨し、その表面の略全面に、図4Bに示すように、エッチングレジスト28を形成した後、エッチングレジスト28の表面からその厚さ方向にエッチングレジスト28と第2の金属板18とグラファイトシート16と第1の金属板14（の回路パターン形状に対応する部分以外）をミリング加工により除去して、（ミリング加工の際に切削工具がセラミックス基板12に接触してセラミックス基板12が割れるのを防止するために）第1の金属板14のセラミックス基板12側の一部（厚さ0.2mm程度の薄い部分）を残す以外は、図4Cに示すように、回路パターン形状に形成する。その後、塩化鉄の水溶液などのエッチング液により、図4Dに示すように、セラミックス基板12の表面の回路パターン形状に対応する部分以外の第1の金属板14をエッチング除去した後、エッチングレジスト28を除去して、図1に示すように、（第1の金属板14とグラファイトシート16と第2の金属板18とからなる）回路パターンが形成された金属-セラミックス接合基板を製造することができる。

[0027] このようにして製造した金属-セラミックス接合基板の第2の金属板18上の半導体素子などの半田付けが必要な部分などにNiめっきなどによりめっきを施してもよい。

鋳型20内に溶湯を流し込む際には、鋳型20を（図示しない）接合炉内に移動し、この接合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20を注湯温度まで加熱した後、注湯温度まで加熱して予め計量された溶湯を、窒素ガスによって所定の圧力で加圧して、注湯口から鋳型20内に流し込むのが好ましい。このように注湯することにより、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のを防止することができる。また、鋳型20内に溶湯を流し込んだ後、（図示しない）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20内の溶湯を所定の圧力で加圧したまま冷却して凝固させるのが好ましい。なお、注湯および冷却の際に窒素ガスにより

加圧される所定の圧力は、 $1 \sim 100 \text{ kPa}$ であるのが好ましく、 $3 \sim 80 \text{ kPa}$ であるのがさらに好ましく、 $5 \sim 15 \text{ kPa}$ であるのが最も好ましい。この圧力が低過ぎると鋳型20内に溶湯が入り難くなり、高過ぎるとグラファイトシート16の位置がずれたり、鋳型20が破壊するおそれがある。特に、カーボン製の鋳型20を使用する場合、 1 MPa 以上の高圧になると、鋳型20が破壊されたり、鋳型20から溶湯が漏れるおそれがある。

[0028] 図3は、本発明による金属-セラミックス接合基板の実施の形態の変形例を製造するために使用する鋳型120を示している。この鋳型120では、上側鋳型部材126の下面（裏面）に形成された凹部（金属ベース板形成部）126aの底面に、放熱フィンを形成するための凹部（放熱フィン形成部）126bが形成されており、金属ベース板の底面に放熱フィンを一体に形成することができるようになっている。その他の構成は、図2の鋳型20と略同一であるので、図3において、参照符号に100を加えてその説明を省略する。

[0029] なお、セラミックス基板は、アルミナなどの酸化物系セラミックス基板でもよいし、窒化アルミニウム、窒化珪素などの非酸化物系セラミックス基板でもよい。

実施例

[0030] 以下、本発明による金属-セラミックス接合基板およびその製造方法の実施例について詳細に説明する。

[0031] [実施例1]

図2に示す鋳型20と同様の形状のカーボン製の鋳型内に、 $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 0.6 \text{ mm}$ の大きさの窒化アルミニウム（AlN）からなるセラミックス基板（TDパワーマテリアル株式会社製のSH-30）と、 $48 \text{ mm} \times 48 \text{ mm} \times 0.05 \text{ mm}$ の大きさの（水平方向の熱伝導率が $1000 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 、厚さ方向の熱伝導率が $20 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 、線膨張係数が 5 ppm/K の）グラファイトシート（パナソニック株式会社製のPGS）を配置した後、鋳型を窒素雰囲気の内に入れ、溶湯口から純度99.9質量%（3N）

のアルミニウム（熱伝導率が $220\sim 230\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 、 0.2% 耐力が $18\sim 22\text{ MPa}$ のアルミニウム）の溶湯を鋳型内に注湯した後、溶湯を冷却して固化（凝固）させることにより、セラミックス基板の一方の面に $70\text{ mm}\times 70\text{ mm}\times 5\text{ mm}$ の大きさのアルミニウムベース板が直接接合し、セラミックス基板の他方の面に $46\text{ mm}\times 46\text{ mm}\times 0.35\text{ mm}$ の大きさの回路パターン用の第1のアルミニウム板の一方の面が直接接合し、この第1のアルミニウム板の他方の面にグラファイトシート的一方の面が直接接合し、このグラファイトシートの他方の面に $46\text{ mm}\times 46\text{ mm}\times 0.2\text{ mm}$ の大きさの回路パターン用の第2のアルミニウム板が直接接合した（第1のアルミニウム板とグラファイトシートと第2のアルミニウム板の合計の厚さが 0.6 mm の）金属-セラミックス接合基板を得た。その後、溶湯流路（湯道）に対応する部分のアルミニウムを除去し、第2のアルミニウム板の表面をバフ研磨し、その表面にエッチングレジストを形成した後、 $\phi 2\text{ mm}$ のエンドミルでエッチングレジストの表面からその厚さ方向にエッチングレジストと第2のアルミニウム板とグラファイトシートと第1のアルミニウム板（の回路パターン形状に対応する部分以外）をミリングにより除去して、第1のアルミニウム板のセラミックス基板側から厚さ 0.2 mm までの部分を残した以外は、回路パターン形状に形成した。その後、塩化鉄の水溶液により、セラミックス基板の表面の回路パターン形状に対応する部分以外の第1のアルミニウム板をエッチング除去した後、エッチングレジストを除去して、 $45\text{ mm}\times 45\text{ mm}\times 0.6\text{ mm}$ の（第1のアルミニウム板とグラファイトシートと第2のアルミニウム板とからなる）回路パターンが形成された金属-セラミックス接合基板を得た。

[0032] このようにして金属-セラミックス接合基板を10個作製し、それぞれの金属-セラミックス接合基板の第2のアルミニウム板の表面の（初期の）表面粗さ R_a をレーザー顕微鏡（株式会社キーエンス製の超深度形状測定顕微鏡VK-8500）により測定したところ、平均 $1.2\ \mu\text{m}$ であり、アルミニウムの結晶粒界に生じた（初期の）段差をそのレーザー顕微鏡により測定

したところ、最大 $10\mu\text{m}$ 以下であった。また、金属-セラミックス接合基板を -40°C で30分間保持した後に 25°C で10分間保持し、その後、 150°C で30分間保持した後に 25°C で10分間保持するヒートサイクルを1000回繰り返した後に、上記と同様の方法により、第2のアルミニウム板の表面の表面粗さ R_a を測定したところ、平均 $1.5\mu\text{m}$ であり、アルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、最大 $30\mu\text{m}$ 以下であった。

[0033] [実施例2]

セラミックス基板の厚さを 0.3mm とした以外は、実施例1と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を作製し、第2のアルミニウム板の表面の表面粗さ R_a とアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さ R_a は平均 $1.2\mu\text{m}$ 、初期の結晶粒界の段差は最大 $10\mu\text{m}$ 以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さ R_a は平均 $1.5\mu\text{m}$ 、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大 $30\mu\text{m}$ 以下であった。

[0034] [実施例3]

セラミックス基板として厚さ 0.3mm の窒化珪素からなるセラミックス基板を使用した以外は、実施例1と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を作製し、第2のアルミニウム板の表面の表面粗さ R_a とアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さ R_a は平均 $1.3\mu\text{m}$ 、初期の結晶粒界の段差は最大 $10\mu\text{m}$ 以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さ R_a は平均 $1.5\mu\text{m}$ 、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大 $30\mu\text{m}$ 以下であった。

[0035] [実施例4]

グラファイトシートの厚さを 0.1mm 、第1のアルミニウム板の厚さを 0.9mm 、第2のアルミニウム板の厚さを 0.2mm とした以外は、実施例1と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を作製し、第2のアルミニウム板の表面の表面粗さ R_a とアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さ R_a は平均 $1.2\mu\text{m}$ 、初期の結晶粒界

の段差は最大10 μ m以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さR_aは平均1.4 μ m、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大20 μ m以下であった。

[0036] [実施例5]

グラファイトシートの厚さを0.1mm、第1のアルミニウム板の厚さを0.9mm、第2のアルミニウム板の厚さを0.2mmとした以外は、実施例2と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を作製し、第2のアルミニウム板の表面の表面粗さR_aとアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さR_aは平均1.2 μ m、初期の結晶粒界の段差は最大10 μ m以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さR_aは平均1.4 μ m、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大20 μ m以下であった。

[0037] [実施例6]

グラファイトシートの厚さを0.1mm、第1のアルミニウム板の厚さを0.9mm、第2のアルミニウム板の厚さを0.2mmとした以外は、実施例3と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を作製し、第2のアルミニウム板の表面の表面粗さR_aとアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さR_aは平均1.3 μ m、初期の結晶粒界の段差は最大10 μ m以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さR_aは平均1.4 μ m、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大20 μ m以下であった。

[0038] [比較例1]

グラファイトシートを使用せず、アルミニウム板の厚さを0.6mmとした以外は、実施例1と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を作製し、アルミニウム板の表面の表面粗さR_aとアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さR_aは平均1.2 μ m、初期の結晶粒界の段差は最大10 μ m以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さR_aは平均1.9 μ m、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大約50 μ m

であった。

[0039] [比較例 2]

グラファイトシートを使用せず、アルミニウム板の厚さを 0.6 mm とした以外は、実施例 3 と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を製作し、アルミニウム板の表面の表面粗さ R_a とアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さ R_a は平均 1.3 μm 、初期の結晶粒界の段差は最大 10 μm 以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さ R_a は平均 2.1 μm 、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大約 50 μm であった。

[0040] [比較例 3]

グラファイトシートを使用せず、アルミニウム板の厚さを 1.2 mm とした以外は、実施例 1 と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を製作し、アルミニウム板の表面の表面粗さ R_a とアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さ R_a は平均 1.2 μm 、初期の結晶粒界の段差は最大 10 μm 以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さ R_a は平均 2.3 μm 、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大約 80 μm であった。

[0041] [比較例 4]

グラファイトシートを使用せず、アルミニウム板の厚さを 1.2 mm とした以外は、実施例 3 と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を製作し、アルミニウム板の表面の表面粗さ R_a とアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さ R_a は平均 1.3 μm 、初期の結晶粒界の段差は最大 10 μm 以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さ R_a は平均 2.5 μm 、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大約 80 μm であった。

[0042] [実施例 7]

アルミニウムの溶湯に代えて、0.4 質量%のケイ素と 0.05 質量%のホウ素を含有するアルミニウム合金（熱伝導率が 180~200 W/m·K

、0.2%耐力が20~23MPaのアルミニウム合金)の溶湯を使用した
以外は、実施例4と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を作製
し、第2のアルミニウム板の表面の表面粗さRaとアルミニウムの結晶粒界
に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さRaは平均1.3 μ m、初
期の結晶粒界の段差は最大10 μ m以下であり、ヒートサイクル後の表面粗
さRaは平均1.4 μ m、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大20 μ
m以下であった。

[0043] [実施例8]

アルミニウムの溶湯に代えて、0.4質量%のケイ素と0.05質量%の
ホウ素を含有するアルミニウム合金(熱伝導率が180~200W/m \cdot K
、0.2%耐力が20~23MPaのアルミニウム合金)の溶湯を使用した
以外は、実施例6と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を作製
し、第2のアルミニウム板の表面の表面粗さRaとアルミニウムの結晶粒界
に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さRaは平均1.4 μ m、初
期の結晶粒界の段差は最大10 μ m以下であり、ヒートサイクル後の表面粗
さRaは平均1.5 μ m、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大20 μ
m以下であった。

[0044] [実施例9]

アルミニウムの溶湯に代えて、0.05質量%のマグネシウムと0.04
質量%のケイ素を含有するアルミニウム合金(熱伝導率が190~210W
/m \cdot K、0.2%耐力が20~23MPaのアルミニウム合金)の溶湯を
使用した以外は、実施例4と同様の方法により、金属-セラミックス接合基
板を作製し、第2のアルミニウム板の表面の表面粗さRaとアルミニウムの
結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さRaは平均1.2
 μ m、初期の結晶粒界の段差は最大10 μ m以下であり、ヒートサイクル後
の表面粗さRaは平均1.4 μ m、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最
大20 μ m以下であった。

[0045] [実施例10]

アルミニウムの溶湯に代えて、0.05質量%のマグネシウムと0.04質量%のケイ素を含有するアルミニウム合金（熱伝導率が190~210W/m・K、0.2%耐力が20~23MPaのアルミニウム合金）の溶湯を使用した以外は、実施例6と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を作製し、第2のアルミニウム板の表面の表面粗さRaとアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さRaは平均1.3μm、初期の結晶粒界の段差は最大10μm以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さRaは平均1.4μm、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大20μm以下であった。

[0046] [実施例11]

アルミニウムの溶湯に代えて、0.08質量%のマグネシウムと0.06質量%のケイ素を含有するアルミニウム合金（熱伝導率が180~200W/m・K、0.2%耐力が25~30MPaのアルミニウム合金）の溶湯を使用した以外は、実施例4と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を作製し、第2のアルミニウム板の表面の表面粗さRaとアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さRaは平均1.2μm、初期の結晶粒界の段差は最大10μm以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さRaは平均1.4μm、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大10μm以下であった。

[0047] [実施例12]

アルミニウムの溶湯に代えて、0.08質量%のマグネシウムと0.06質量%のケイ素を含有するアルミニウム合金（熱伝導率が180~200W/m・K、0.2%耐力が25~30MPaのアルミニウム合金）の溶湯を使用した以外は、実施例6と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を作製し、第2のアルミニウム板の表面の表面粗さRaとアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さRaは平均1.3μm、初期の結晶粒界の段差は最大10μm以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さRaは平均1.4μm、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最

大10 μ m以下であった。

[0048] [実施例13]

アルミニウムの溶湯に代えて、0.1質量%のジルコニウムを含有するアルミニウム合金（熱伝導率が180~200W/m \cdot K、0.2%耐力が25~30MPaのアルミニウム合金）の溶湯を使用した以外は、実施例4と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を作製し、第2のアルミニウム板の表面の表面粗さRaとアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さRaは平均1.2 μ m、初期の結晶粒界の段差は最大10 μ m以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さRaは平均1.5 μ m、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大10 μ m以下であった。

[0049] [実施例14]

アルミニウムの溶湯に代えて、0.1質量%のジルコニウムを含有するアルミニウム合金（熱伝導率が180~200W/m \cdot K、0.2%耐力が25~30MPaのアルミニウム合金）の溶湯を使用した以外は、実施例6と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を作製し、第2のアルミニウム板の表面の表面粗さRaとアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さRaは平均1.3 μ m、初期の結晶粒界の段差は最大10 μ m以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さRaは平均1.5 μ m、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大10 μ m以下であった。

[0050] [実施例15]

アルミニウムの溶湯に代えて、0.2質量%のジルコニウムを含有するアルミニウム合金（熱伝導率が170~190W/m \cdot K、0.2%耐力が27~32MPaのアルミニウム合金）の溶湯を使用した以外は、実施例4と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を作製し、第2のアルミニウム板の表面の表面粗さRaとアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さRaは平均1.2 μ m、初期の結晶粒界の段差は最大10 μ m以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さRaは平均1.4 μ m、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大10 μ m以下であった。

[0051] [実施例16]

アルミニウムの溶湯に代えて、0.2質量%のジルコニウムを含有するアルミニウム合金（熱伝導率が $170\sim 190\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 、0.2%耐力が $27\sim 32\text{MPa}$ のアルミニウム合金）の溶湯を使用した以外は、実施例6と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を作製し、第2のアルミニウム板の表面の表面粗さ R_a とアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さ R_a は平均 $1.3\mu\text{m}$ 、初期の結晶粒界の段差は最大 $10\mu\text{m}$ 以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さ R_a は平均 $1.4\mu\text{m}$ 、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大 $10\mu\text{m}$ 以下であった。

[0052] [実施例17]

アルミニウムの溶湯に代えて、0.1質量%の亜鉛を含有するアルミニウム合金（熱伝導率が $180\sim 200\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 、0.2%耐力が $25\sim 30\text{MPa}$ のアルミニウム合金）の溶湯を使用した以外は、実施例4と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を作製し、第2のアルミニウム板の表面の表面粗さ R_a とアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さ R_a は平均 $1.3\mu\text{m}$ 、初期の結晶粒界の段差は最大 $10\mu\text{m}$ 以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さ R_a は平均 $1.5\mu\text{m}$ 、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大 $10\mu\text{m}$ 以下であった。

[0053] [実施例18]

アルミニウムの溶湯に代えて、0.1質量%の亜鉛を含有するアルミニウム合金（熱伝導率が $180\sim 200\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 、0.2%耐力が $25\sim 30\text{MPa}$ のアルミニウム合金）の溶湯を使用した以外は、実施例6と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を作製し、第2のアルミニウム板の表面の表面粗さ R_a とアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さ R_a は平均 $1.3\mu\text{m}$ 、初期の結晶粒界の段差は最大 $10\mu\text{m}$ 以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さ R_a は平均 $1.5\mu\text{m}$ 、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大 $10\mu\text{m}$ 以下であった。

[0054] [実施例19]

アルミニウムの溶湯に代えて、0.2質量%の亜鉛を含有するアルミニウム合金（熱伝導率が $170\sim 190\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 、0.2%耐力が $27\sim 32\text{ MPa}$ のアルミニウム合金）の溶湯を使用した以外は、実施例4と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を作製し、第2のアルミニウム板の表面の表面粗さ R_a とアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さ R_a は平均 $1.3\ \mu\text{m}$ 、初期の結晶粒界の段差は最大 $10\ \mu\text{m}$ 以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さ R_a は平均 $1.4\ \mu\text{m}$ 、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大 $10\ \mu\text{m}$ 以下であった。

[0055] [実施例20]

アルミニウムの溶湯に代えて、0.2質量%の亜鉛を含有するアルミニウム合金（熱伝導率が $170\sim 190\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 、0.2%耐力が $27\sim 32\text{ MPa}$ のアルミニウム合金）の溶湯を使用した以外は、実施例6と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を作製し、第2のアルミニウム板の表面の表面粗さ R_a とアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さ R_a は平均 $1.3\ \mu\text{m}$ 、初期の結晶粒界の段差は最大 $10\ \mu\text{m}$ 以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さ R_a は平均 $1.4\ \mu\text{m}$ 、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大 $10\ \mu\text{m}$ 以下であった。

[0056] [比較例5]

グラファイトシートを使用しなかった以外は、実施例7と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を作製し、アルミニウム板の表面の表面粗さ R_a とアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さ R_a は平均 $1.3\ \mu\text{m}$ 、初期の結晶粒界の段差は最大 $10\ \mu\text{m}$ 以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さ R_a は平均 $1.7\ \mu\text{m}$ 、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大約 $50\ \mu\text{m}$ であった。

[0057] [比較例6]

グラファイトシートを使用しなかった以外は、実施例8と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を作製し、アルミニウム板の表面の表面粗さ R_a とアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表

面粗さ R_a は平均 $1.4 \mu\text{m}$ 、初期の結晶粒界の段差は最大 $10 \mu\text{m}$ 以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さ R_a は平均 $1.8 \mu\text{m}$ 、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大約 $50 \mu\text{m}$ であった。

[0058] [比較例 7]

グラファイトシートを使用しなかった以外は、実施例 11 と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を作製し、アルミニウム板の表面の表面粗さ R_a とアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さ R_a は平均 $1.2 \mu\text{m}$ 、初期の結晶粒界の段差は最大 $10 \mu\text{m}$ 以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さ R_a は平均 $1.7 \mu\text{m}$ 、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大約 $50 \mu\text{m}$ であった。

[0059] [比較例 8]

グラファイトシートを使用しなかった以外は、実施例 12 と同様の方法により、金属-セラミックス接合基板を作製し、アルミニウム板の表面の表面粗さ R_a とアルミニウムの結晶粒界に生じた段差を測定したところ、初期の表面粗さ R_a は平均 $1.3 \mu\text{m}$ 、初期の結晶粒界の段差は最大 $10 \mu\text{m}$ 以下であり、ヒートサイクル後の表面粗さ R_a は平均 $1.7 \mu\text{m}$ 、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は最大約 $50 \mu\text{m}$ であった。

[0060] なお、ヒートサイクル後の結晶粒界の段差は、固体によるばらつきが比較的大きいが、実施例では最大 $30 \mu\text{m}$ 以下に抑制することができるのに対して、比較例では最大約 $50 \mu\text{m}$ ~ 約 $80 \mu\text{m}$ と大きく、金属-セラミックス接合基板を量産品として作製するには不適當であることがわかる。また、実施例では、第 1 のアルミニウム板と第 2 のアルミニウム板の厚さの合計が 0.5mm 以上（さらに 0.8mm 以上）である厚いアルミニウム板がセラミックス基板に接合した金属-セラミックス接合基板にヒートサイクルが繰り返し加えられても、アルミニウムまたはアルミニウム合金の結晶粒界に対応する部分に大きな段差が生じるのを防止することができるので、熱伝導性や電気伝導性に優れた金属-セラミックス接合基板を提供することができる。

符号の説明

- [0061] 10 金属ベース板
12 セラミックス基板
14 第1の金属板
16 グラファイトシート
18 第2の金属板
20、120 鋳型
22、122 下側鋳型部材
22a、122a グラファイトシート収容部
22b、122b 第2の金属板形成部
24、124 中間鋳型部材
24a、124a 金属ベース板形成部
24b、124b セラミックス基板収容部
24c、124c 第1の金属板形成部
24d、124d グラファイトシート収容部
26、126 上側鋳型部材
26a、126a 金属ベース板形成部
126b 放熱フィン形成部

請求の範囲

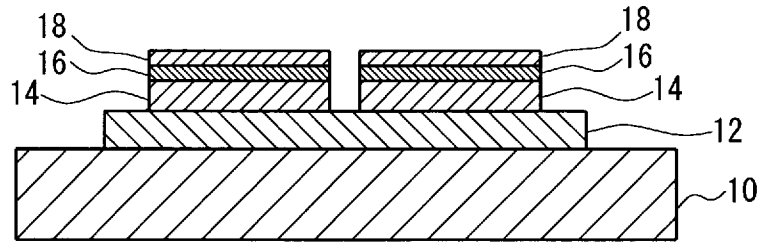
- [請求項1] アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる金属ベース板と、この金属ベース板に一方の面が直接接合したセラミックス基板と、このセラミックス基板の他方の面に一方の面が直接接合したアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる第1の金属板と、この第1の金属板の他方の面に一方の面が直接接合したグラファイトシートと、このグラファイトシートの他方の面に直接接合したアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる第2の金属板とを備えていることを特徴とする、金属-セラミックス接合基板。
- [請求項2] 前記グラファイトシートが、前記第1の金属板の前記セラミックス基板との接合面に略平行に延びていることを特徴とする、請求項1に記載の金属-セラミックス接合基板。
- [請求項3] 前記グラファイトシートが、前記第1の金属板の前記セラミックス基板との接合面に略平行な平面の略全面に延びていることを特徴とする、請求項2に記載の金属-セラミックス接合基板。
- [請求項4] 前記グラファイトシートの端面が外部に露出している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5] 前記第1の金属板と前記グラファイトシートと前記第2の金属板により回路パターンが形成されていることを特徴とする、請求項1に記載の金属-セラミックス接合基板。
- [請求項6] グラファイトシートとセラミックス基板とを鋳型内に離間して略平行に配置させるように、グラファイトシートの端部とセラミックス基板の端部を鋳型に支持させ、鋳型内のグラファイトシートの両面とセラミックス基板の両面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の溶湯を注湯した後に冷却して固化させることにより、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる金属ベース板を形成してセラミックス基板の一方の面に直接接合させ、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる第1の金属板を形成してグラファイトシートの一

方の面とセラミックス板の他方の面に直接接合させるとともに、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる第2の金属板を形成してグラファイトシートの他方の面に直接接合させることを特徴とする、金属-セラミックス基板の製造方法。

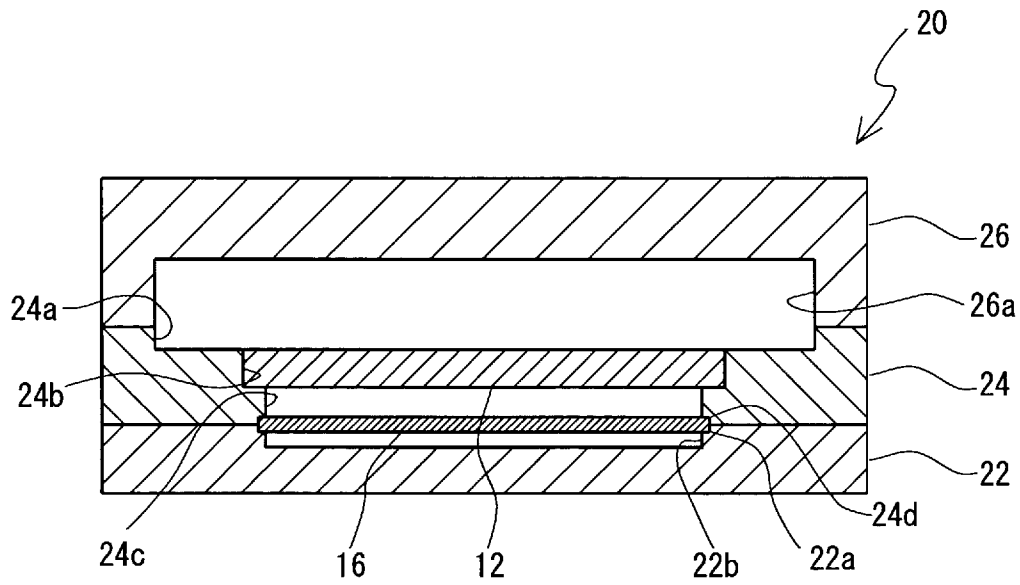
[請求項7]

前記金属-セラミックス基板の第2の金属板の表面にマスクを形成した後、このマスクの表面からその厚さ方向にマスクと第2の金属板とグラファイトシートと第1の金属板の回路パターン形状に対応する部分以外をミリング加工により除去して、第1の金属板のセラミックス基板側の一部を残す以外は、回路パターン形状に形成し、その後、セラミックス基板の表面の回路パターン形状に対応する部分以外の第1の金属板をエッチング除去した後、マスクを除去することにより、第1の金属板とグラファイトシートと第2の金属板とからなる回路パターンが形成された金属-セラミックス接合基板を製造することを特徴とする、請求項6に記載の金属-セラミックス基板の製造方法。

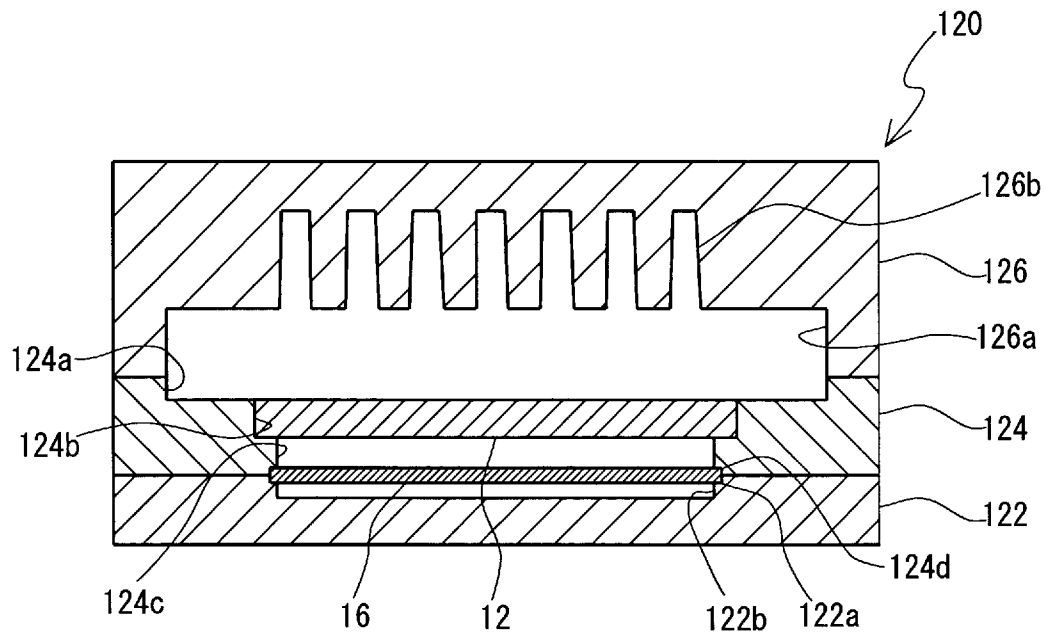
[図1]



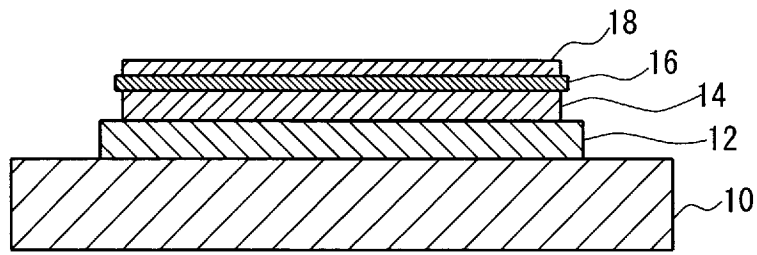
[図2]



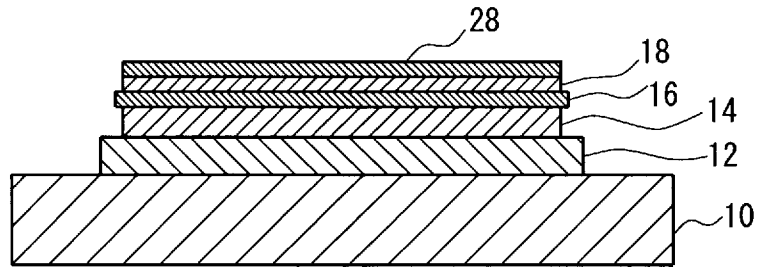
[図3]



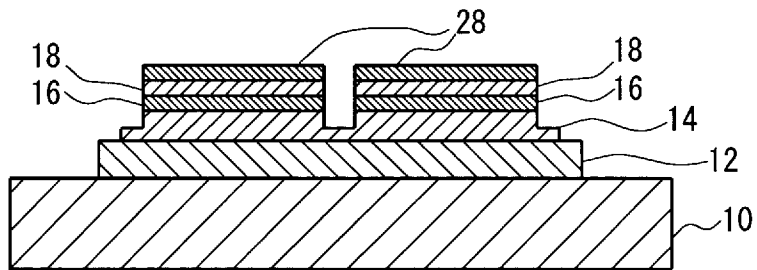
[図4A]



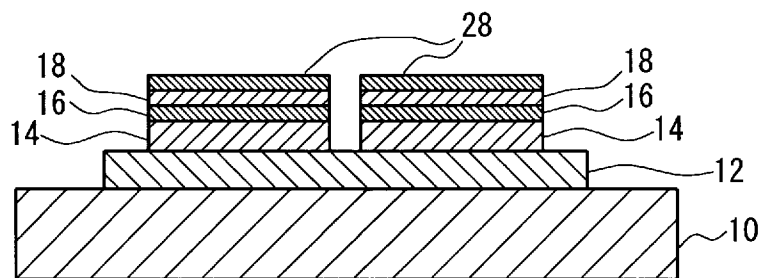
[図4B]



[図4C]



[図4D]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/022998

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01L 23/13(2006.01)i; H01L 23/36(2006.01)i; H05K 1/05(2006.01)i FI: H01L23/36 C; H01L23/12 C; H05K1/05 A According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>																				
<p>B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L23/13; H01L23/36; H05K1/05</p>																				
<p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:80%;">Published examined utility model applications of Japan</td> <td style="width:20%;">1922-1996</td> </tr> <tr> <td>Published unexamined utility model applications of Japan</td> <td>1971-2020</td> </tr> <tr> <td>Registered utility model specifications of Japan</td> <td>1996-2020</td> </tr> <tr> <td>Published registered utility model applications of Japan</td> <td>1994-2020</td> </tr> </table>			Published examined utility model applications of Japan	1922-1996	Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020	Registered utility model specifications of Japan	1996-2020	Published registered utility model applications of Japan	1994-2020										
Published examined utility model applications of Japan	1922-1996																			
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020																			
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020																			
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020																			
<p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>																				
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:10%;">Category*</th> <th style="width:70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width:20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">Y</td> <td>JP 2019-29510 A (DOWA METALTECH CO., LTD.) 21.02.2019 (2019-02-21) paragraphs [0012]-[0015], fig. 1-3</td> <td align="center">1-5</td> </tr> <tr> <td align="center">Y</td> <td>JP 2015-76445 A (FUJITSU LTD.) 20.04.2015 (2015-04-20) paragraphs [0011]-[0015], fig. 2</td> <td align="center">1-5</td> </tr> <tr> <td align="center">Y</td> <td>JP 2008-199057 A (NEC LIGHTING, LTD.) 28.08.2008 (2008-08-28) paragraphs [0032]-[0034], fig. 1</td> <td align="center">1-5</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>JP 2017-212316 A (DOWA HOLDINGS CO., LTD.) 30.11.2017 (2017-11-30) paragraphs [0023]-[0029], fig. 5</td> <td align="center">1-7</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>JP 2018-135251 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 30.08.2018 (2018-08-30) entire text, all drawing</td> <td align="center">1-7</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	JP 2019-29510 A (DOWA METALTECH CO., LTD.) 21.02.2019 (2019-02-21) paragraphs [0012]-[0015], fig. 1-3	1-5	Y	JP 2015-76445 A (FUJITSU LTD.) 20.04.2015 (2015-04-20) paragraphs [0011]-[0015], fig. 2	1-5	Y	JP 2008-199057 A (NEC LIGHTING, LTD.) 28.08.2008 (2008-08-28) paragraphs [0032]-[0034], fig. 1	1-5	A	JP 2017-212316 A (DOWA HOLDINGS CO., LTD.) 30.11.2017 (2017-11-30) paragraphs [0023]-[0029], fig. 5	1-7	A	JP 2018-135251 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 30.08.2018 (2018-08-30) entire text, all drawing	1-7
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
Y	JP 2019-29510 A (DOWA METALTECH CO., LTD.) 21.02.2019 (2019-02-21) paragraphs [0012]-[0015], fig. 1-3	1-5																		
Y	JP 2015-76445 A (FUJITSU LTD.) 20.04.2015 (2015-04-20) paragraphs [0011]-[0015], fig. 2	1-5																		
Y	JP 2008-199057 A (NEC LIGHTING, LTD.) 28.08.2008 (2008-08-28) paragraphs [0032]-[0034], fig. 1	1-5																		
A	JP 2017-212316 A (DOWA HOLDINGS CO., LTD.) 30.11.2017 (2017-11-30) paragraphs [0023]-[0029], fig. 5	1-7																		
A	JP 2018-135251 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 30.08.2018 (2018-08-30) entire text, all drawing	1-7																		
<table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:50%;"><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.</td> <td style="width:50%;"><input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.</td> </tr> </table>			<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.	<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.																
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.	<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.																			
<table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family </td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family																
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family																			
Date of the actual completion of the international search 12 August 2020 (12.08.2020)		Date of mailing of the international search report 25 August 2020 (25.08.2020)																		
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.																		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application no.
PCT/JP2020/022998

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-29510 A	21 Feb. 2019	(Family: none)	
JP 2015-76445 A	20 Apr. 2015	(Family: none)	
JP 2008-199057 A	28 Aug. 2008	(Family: none)	
JP 2017-212316 A	30 Nov. 2017	(Family: none)	
JP 2018-135251 A	30 Aug. 2018	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 23/13(2006.01)i; H01L 23/36(2006.01)i; H05K 1/05(2006.01)i FI: H01L23/36 C; H01L23/12 C; H05K1/05 A		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H01L23/13; H01L23/36; H05K1/05 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2019-29510 A (DOWAメタルテック株式会社) 21.02.2019 (2019-02-21) 段落0012-0015、図1-3	1-5
Y	JP 2015-76445 A (富士通株式会社) 20.04.2015 (2015-04-20) 段落0011-0015、図2	1-5
Y	JP 2008-199057 A (NECライティング株式会社) 28.08.2008 (2008-08-28) 段落0032-0034、図1	1-5
A	JP 2017-212316 A (DOWAホールディングス株式会社) 30.11.2017 (2017-11-30) 段落0023-0029、図5	1-7
A	JP 2018-135251 A (三菱マテリアル株式会社) 30.08.2018 (2018-08-30) 全文、全図	1-7
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日	12.08.2020	国際調査報告の発送日 25.08.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 井上 弘亘 5F 3248 電話番号 03-3581-1101 内線 3516	

国際調査報告
特許ファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/022998

引用文献	公表日	特許ファミリー文献	公表日
JP 2019-29510 A	21.02.2019	(ファミリーなし)	
JP 2015-76445 A	20.04.2015	(ファミリーなし)	
JP 2008-199057 A	28.08.2008	(ファミリーなし)	
JP 2017-212316 A	30.11.2017	(ファミリーなし)	
JP 2018-135251 A	30.08.2018	(ファミリーなし)	