

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, 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).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 銅又は銅合金からなる銅部材(22)と、窒化アルミニウムからなるセラミックス部材(11)とが接合されてなる銅/セラミックス接合体であって、銅部材(22)とセラミックス部材(11)との間に、Cuの母相中にMgが固溶したMg固溶層(32)が形成されていることを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：

銅／セラミックス接合体、絶縁回路基板、及び、銅／セラミックス接合体の製造方法、及び、絶縁回路基板の製造方法

技術分野

[0001] この発明は、銅又は銅合金からなる銅部材と、窒化アルミニウムからなるセラミックス部材とが接合されてなる銅／セラミックス接合体、絶縁回路基板、及び、銅／セラミックス接合体の製造方法、絶縁回路基板の製造方法に関するものである。

本願は、2018年8月28日に日本に出願された特願2018-159457号について優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] パワーモジュール、LEDモジュール及び熱電モジュールにおいては、絶縁層の一方の面に導電材料からなる回路層を形成した絶縁回路基板に、パワー半導体素子、LED素子及び熱電素子が接合された構造とされている。

例えば、風力発電、電気自動車、ハイブリッド自動車等を制御するために用いられる大電力制御用のパワー半導体素子は、動作時の発熱量が多いことから、これを搭載する基板としては、例えば窒化アルミニウムからなるセラミックス基板と、このセラミックス基板の一方の面に導電性の優れた金属板を接合して形成した回路層と、を備えた絶縁回路基板が、従来から広く用いられている。絶縁回路基板としては、セラミックス基板の他方の面に金属板を接合して金属層を形成したものも提供されている。

[0003] 例えば、特許文献1には、回路層及び金属層を構成する第一の金属板及び第二の金属板を銅板とし、この銅板をDBC法によってセラミックス基板に直接接合した絶縁回路基板が提案されている。このDBC法においては、銅と銅酸化物との共晶反応を利用して、銅板とセラミックス基板との界面に液相を生じさせることにより、銅板とセラミックス基板とを接合している。

[0004] また、特許文献2には、セラミックス基板の一方の面及び他方の面に、銅板を接合することにより回路層及び金属層を形成した絶縁回路基板が提案されている。この絶縁回路基板においては、セラミックス基板の一方の面及び他方の面に、 $Ag-Cu-Ti$ 系ろう材を介在させて銅板を配置し、加熱処理を行うことにより銅板が接合されている（いわゆる活性金属ろう付け法）。この活性金属ろう付け法では、活性金属である Ti が含有されたろう材を用いているため、溶融したろう材とセラミックス基板との濡れ性が向上し、セラミックス基板と銅板とが良好に接合されることになる。

[0005] さらに、特許文献3には、高温の窒素ガス雰囲気下で銅板とセラミックス基板とを接合する際に用いられる接合用ろう材として、 $Cu-Mg-Ti$ 合金からなる粉末を含有するペーストが提案されている。この特許文献3においては、窒素ガス雰囲気下にて $560\sim 800^{\circ}C$ で加熱することによって接合する構成とされており、 $Cu-Mg-Ti$ 合金中の Mg は昇華して接合界面には残存せず、かつ、窒化チタン（ TiN ）が実質的に形成しないものとされている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開平04-162756号公報

特許文献2：特許第3211856号公報

特許文献3：特許第4375730号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献1に開示されているように、DBC法によってセラミックス基板と銅板とを接合する場合には、接合温度を $1065^{\circ}C$ 以上（銅と銅酸化物との共晶点温度以上）にする必要があることから、接合時にセラミックス基板が劣化してしまうおそれがあった。また、窒素ガス雰囲気等で接合した場合には、接合界面に雰囲気ガスが残存してしまい、部分放電が

発生しやすいといった問題があった。

[0008] 特許文献2に開示されているように、活性金属ろう付け法によってセラミックス基板と銅板とを接合する場合には、ろう材がA gを含有しており、接合界面にA gが存在することから、マイグレーションが生じやすく、高耐圧用途には使用することができなかった。また、接合温度が900℃と比較的高温とされていることから、セラミックス基板が劣化してしまうおそれがあった。さらに、セラミックス基板の接合面近傍に、チタン窒化物相やT iを含む金属間化合物相が生成し、高温動作時にセラミック基板に割れが発生するおそれがあった。

[0009] 特許文献3に開示されているように、C u - M g - T i合金からなる粉末を含有するペーストからなる接合用ろう材を用いて窒素ガス雰囲気下で接合した場合には、接合界面にガスが残存し、部分放電が発生しやすいといった問題があった。また、ペーストに含まれる有機物が接合界面に残存し、接合が不十分となるおそれがあった。さらに、セラミックス基板の接合面近傍に、T iを含む金属間化合物相が生成し、高温動作時にセラミック基板に割れが発生するおそれがあった。

[0010] この発明は、前述した事情に鑑みてなされたものであって、銅部材とセラミックス部材とが確実に接合されるとともに、耐マイグレーション性に優れ、かつ、高温動作時におけるセラミック割れの発生を抑制できる銅／セラミック接合体、絶縁回路基板、及び、上述の銅／セラミック接合体の製造方法、絶縁回路基板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

[0011] このような課題を解決して、前記目的を達成するために、本発明の銅／セラミック接合体は、銅又は銅合金からなる銅部材と、窒化アルミニウムからなるセラミック部材とが接合されてなる銅／セラミック接合体であって、前記銅部材と前記セラミック部材との間に、C uの母相中にM gが固溶したM g固溶層が形成されていることを特徴としている。

[0012] この構成の銅／セラミック接合体においては、銅又は銅合金からなる銅

部材と窒化アルミニウムからなるセラミックス部材との間に、Cuの母相中にMgが固溶したMg固溶層が形成されているので、セラミックス部材と銅部材の間に配設されたMgが銅部材側に十分に拡散しており、さらに、CuとMgとが十分に反応していることになる。よって、銅部材とセラミックス部材との接合界面において界面反応が十分に進行しており、銅部材とセラミックス部材とが確実に接合された銅／セラミックス接合体を得ることができる。また、Cu部材とセラミックス部材の接合界面に、Ti, Zr, Nb, Hfが存在していないので、Ti, Zr, Nb, Hfの窒化物相やTi, Zr, Nb, Hfを含む金属間化合物相が生成せず、高温動作時においてもセラミックス部材の割れを抑制することができる。

さらに、Cu部材とセラミックス部材の接合界面にAgが存在していないので、耐マイグレーション性にも優れている。

[0013] 本発明の銅／セラミックス接合体においては、前記セラミックス部材の接合面から前記銅部材側に向けて50 μ mまでの領域における金属間化合物相の面積率が15%以下であることが好ましい。

この場合、前記セラミックス部材の接合面から前記銅部材側に向けて50 μ mまでの領域における金属間化合物相の面積率が15%以下とされているので、セラミックス部材の接合面近傍に、硬くて脆い金属間化合物相が多く存在せず、高温動作時のセラミックス部材の割れを確実に抑制することが可能となる。

[0014] 本発明の絶縁回路基板は、窒化アルミニウムからなるセラミックス基板の表面に、銅又は銅合金からなる銅板が接合されてなる絶縁回路基板であって、前記銅板と前記セラミックス基板との間に、Cuの母相中にMgが固溶したMg固溶層が形成されていることを特徴としている。

[0015] この構成の絶縁回路基板においては、銅板とセラミックス基板とが確実に接合されるとともに、耐マイグレーション性に優れており、高耐圧条件下においても信頼性高く使用することができる。

高温動作時におけるセラミックス基板の割れの発生を抑制することができる

、高温条件下においても信頼性高く使用することができる。

[0016] 本発明の絶縁回路基板においては、前記セラミックス基板の接合面から前記銅板側に向けて $50\mu\text{m}$ までの領域における金属間化合物相の面積率が15%以下であることが好ましい。

この場合、前記セラミックス基板の接合面から前記銅板側に向けて $50\mu\text{m}$ までの領域における金属間化合物相の面積率が15%以下とされているので、セラミックス基板の接合面近傍に、硬くて脆い金属間化合物相が多く存在せず、高温動作時のセラミックス基板の割れを確実に抑制することが可能となる。

[0017] 本発明の銅／セラミックス接合体の製造方法は、上述した銅／セラミックス接合体を製造する銅／セラミックス接合体の製造方法であって、前記銅部材と前記セラミックス部材との間に、Mgを配置するMg配置工程と、前記銅部材と前記セラミックス部材とをMgを介して積層する積層工程と、Mgを介して積層された前記銅部材と前記セラミックス部材とを積層方向に加圧した状態で、真空雰囲気下において加熱処理して接合する接合工程と、を備えており、前記Mg配置工程では、Mg量を $0.17\text{mg}/\text{cm}^2$ 以上 $3.48\text{mg}/\text{cm}^2$ 以下の範囲内とすることを特徴としている。

[0018] この構成の銅／セラミックス接合体の製造方法によれば、前記銅部材と前記セラミックス部材との間にMgを配置し、これらを積層方向に加圧した状態で、真空雰囲気下において加熱処理するので、接合界面にガスや有機物の残渣等が残存することがない。

Mg配置工程では、Mg量を $0.17\text{mg}/\text{cm}^2$ 以上 $3.48\text{mg}/\text{cm}^2$ 以下の範囲内としているので、界面反応に必要な液相を十分に得ることができる。よって、銅部材とセラミックス部材とが確実に接合された銅／セラミックス接合体を得ることが可能となる。

接合にTi, Zr, Nb, Hfを用いていないので、セラミックス部材の接合面近傍に、Ti, Zr, Nb, Hfの窒化物相や、Ti, Zr, Nb, Hfを含む金属間化合物相が存在せず、高温動作時におけるセラミックス部

材の割れを抑制可能な銅／セラミックス接合体を得ることができる。

接合にA gを用いていないので、耐マイグレーション性に優れた銅／セラミックス接合体を得ることができる。

[0019] 本発明の銅／セラミックス接合体の製造方法においては、前記接合工程における加圧荷重が0.049MPa以上3.4MPa以下の範囲内とされ、加熱温度が500℃以上850℃以下の範囲内とされていることが好ましい。

この場合、前記接合工程における加圧荷重が0.049MPa以上3.4MPa以下の範囲内とされているので、セラミックス部材と銅部材とMgとを密着させることができ、加熱時にこれらの界面反応を促進させることができる。

前記接合工程における加熱温度をCuとMgの共晶温度よりも高い500℃以上としているので、接合界面において十分に液相を生じさせることができる。一方、前記接合工程における加熱温度を850℃以下としているので、液相が過剰に生成することを抑制できる。また、セラミックス部材への熱負荷が小さくなり、セラミックス部材の劣化を抑制することができる。

[0020] 本発明の絶縁回路基板の製造方法は、上述した絶縁回路基板を製造する絶縁回路基板の製造方法であって、前記銅板と前記セラミックス基板との間に、Mgを配置するMg配置工程と、前記銅板と前記セラミックス基板とをMgを介して積層する積層工程と、Mgを介して積層された前記銅板と前記セラミックス基板とを積層方向に加圧した状態で、真空雰囲気下において加熱処理して接合する接合工程と、を備えており、前記Mg配置工程では、Mg量を0.17mg/cm²以上3.48mg/cm²以下の範囲内とすることを特徴としている。

[0021] この構成の絶縁回路基板の製造方法によれば、前記銅板と前記セラミックス基板との間にMgを配置し、これらを積層方向に加圧した状態で、真空雰囲気下において加熱処理するので、接合界面にガスや有機物の残渣等が残存することがない。

Mg配置工程では、Mg量を 0.17 mg/cm^2 以上 3.48 mg/cm^2 以下の範囲内としているので、界面反応に必要な液相を十分に得ることができる。よって、銅板とセラミックス基板とが確実に接合された絶縁回路基板を得ることが可能となる。また、接合にTi, Zr, Nb, Hfを用いていないので、セラミックス基板の接合面近傍に、Ti, Zr, Nb, Hfの窒化物相やTi, Zr, Nb, Hfを含む金属間化合物相が存在せず、高温動作時におけるセラミックス基板の割れを抑制可能な絶縁回路基板を得ることができる。

接合にAgを用いていないので、耐マイグレーション性に優れた絶縁回路基板を得ることができる。

[0022] 本発明の絶縁回路基板の製造方法においては、前記接合工程における加圧荷重が 0.049 MPa 以上 3.4 MPa 以下の範囲内とされ、加熱温度が 500°C 以上 850°C 以下の範囲内とされていることが好ましい。

この場合、前記接合工程における加圧荷重が 0.049 MPa 以上 3.4 MPa 以下の範囲内とされているので、セラミックス基板と銅板とMgとを密着させることができ、加熱時にこれらの界面反応を促進させることができる。

前記接合工程における加熱温度をCuとMgの共晶温度よりも高い 500°C 以上としているので、接合界面において十分に液相を生じさせることができる。一方、前記接合工程における加熱温度を 850°C 以下としているので、液相が過剰に生成することを抑制できる。また、セラミックス基板への熱負荷が小さくなり、セラミックス基板の劣化を抑制することができる。

発明の効果

[0023] 本発明によれば、銅部材とセラミックス部材とが確実に接合されるとともに、耐マイグレーション性に優れ、かつ、高温動作時におけるセラミックス割れの発生を抑制できる銅／セラミックス接合体、絶縁回路基板、及び、上述の銅／セラミックス接合体の製造方法、絶縁回路基板の製造方法を提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

- [0024] [図1]本発明の実施形態である絶縁回路基板（銅／セラミックス接合体）を用いたパワーモジュールの概略説明図である。
- [図2]本発明の実施形態である絶縁回路基板（銅／セラミックス接合体）の回路層（銅部材）及び金属層（銅部材）とセラミックス基板（セラミックス部材）との接合界面の模式図である。
- [図3]本発明の実施形態である絶縁回路基板（銅／セラミックス接合体）の製造方法を示すフロー図である。
- [図4]本発明の実施形態である絶縁回路基板（銅／セラミックス接合体）の製造方法を示す説明図である。
- [図5]本発明例1の銅／セラミックス接合体における銅板とセラミックス基板の接合界面の観察結果である。

発明を実施するための形態

- [0025] 以下に、本発明の実施形態について添付した図面を参照して説明する。
- [0026] 本実施形態に係る銅／セラミックス接合体は、セラミックス部材であるセラミックス基板11と、銅部材である銅板22（回路層12）及び銅板23（金属層13）とが接合されることにより構成された絶縁回路基板10とされている。
- 図1に、本発明の実施形態である絶縁回路基板10及びこの絶縁回路基板10を用いたパワーモジュール1を示す。
- [0027] このパワーモジュール1は、絶縁回路基板10と、この絶縁回路基板10の一方側（図1において上側）に第1はんだ層2を介して接合された半導体素子3と、絶縁回路基板10の他方側（図1において下側）に第2はんだ層8を介して接合されたヒートシンク51と、を備えている。
- [0028] 絶縁回路基板10は、セラミックス基板11と、このセラミックス基板11の一方の面（図1において上面）に配設された回路層12と、セラミックス基板11の他方の面（図1において下面）に配設された金属層13とを備えている。

セラミックス基板 11 は、回路層 12 と金属層 13 との間の電氣的接続を防止するものであって、本実施形態では、絶縁性の高い窒化アルミニウムで構成されている。セラミックス基板 11 の厚さは、0.2 mm 以上 1.5 mm 以下の範囲内に設定されており、本実施形態では、セラミックス基板 11 の厚さは 0.635 mm が好ましい。

[0029] 回路層 12 は、図 4 に示すように、セラミックス基板 11 の一方の面に銅又は銅合金からなる銅板 22 が接合されることにより形成されている。本実施形態においては、回路層 12 を構成する銅板 22 として、無酸素銅の圧延板が用いられている。この回路層 12 には、回路パターンが形成されており、その一方の面（図 1 において上面）が、半導体素子 3 が搭載される搭載面されている。回路層 12 の厚さは 0.1 mm 以上 1.0 mm 以下の範囲内に設定されており、本実施形態では、回路層 12 の厚さは 0.6 mm が好ましい。

[0030] 金属層 13 は、図 4 に示すように、セラミックス基板 11 の他方の面に銅又は銅合金からなる銅板 23 が接合されることにより形成されている。本実施形態においては、金属層 13 を構成する銅板 23 として、無酸素銅の圧延板が用いられている。金属層 13 の厚さは 0.1 mm 以上 1.0 mm 以下の範囲内に設定されており、本実施形態では、金属層 13 の厚さは 0.6 mm が好ましい。

[0031] ヒートシンク 51 は、前述の絶縁回路基板 10 を冷却するためのものであり、本実施形態においては、熱伝導性が良好な材質で構成された放熱板とされている。本実施形態においては、ヒートシンク 51 は、熱伝導性に優れた銅又は銅合金で構成されていることが好ましい。ヒートシンク 51 と絶縁回路基板 10 の金属層 13 とは、第 2 はんだ層 8 を介して接合されている。

[0032] セラミックス基板 11 と回路層 12（銅板 22）、及び、セラミックス基板 11 と金属層 13（銅板 23）とは、図 4 に示すように、Mg 膜 25 を介して接合されている。

セラミックス基板 11 と回路層 12（銅板 22）との接合界面及びセラミ

ックス基板 11 と金属層 13 (銅板 23) との接合界面には、図 2 に示すように、Cu の母相中に Mg が固溶した Mg 固溶層 32 が形成されている。

[0033] この Mg 固溶層 32 における Mg の含有量は、0.01 原子%以上 3 原子%以下の範囲内とされている。Mg 固溶層 32 の厚さは、0.1 μm 以上 150 μm 以下の範囲内とされており、好ましくは、0.1 μm 以上 80 μm 以下の範囲内とされている。

この Mg 固溶層 32 は、回路層 12 (金属層 13) からセラミックス基板 11 側に向かうに従い漸次 Mg 濃度が高くなるような濃度勾配を有している。

[0034] 本実施形態においては、セラミックス基板 11 の接合面から銅板 22 (回路層 12) 及び銅板 23 (金属層 13) 側に向けて 50 μm までの領域における金属間化合物相の面積率が 15% 以下であることが好ましい。

上述のように、接合界面における金属間化合物相の面積率が抑制されていれば、Mg 固溶層 32 の内部には、Cu と Mg を含む Cu-Mg 金属間化合物相が分散されていてもよい。Cu-Mg 金属間化合物相としては、例えば Cu_2Mg 、 CuMg_2 等が挙げられる。

[0035] 次に、上述した本実施形態である絶縁回路基板 10 の製造方法について、図 3 及び図 4 を参照して説明する。

[0036] (Mg 配置工程 S01)

図 4 に示すように、回路層 12 となる銅板 22 とセラミックス基板 11 との間、及び、金属層 13 となる銅板 23 とセラミックス基板 11 との間に、それぞれ Mg を配置する。本実施形態では、Mg を蒸着することによって、Mg 膜 25 を形成している。

この Mg 配置工程 S01 では、配置する Mg 量を 0.17 mg/cm^2 以上 3.48 mg/cm^2 以下の範囲内としている。

[0037] (積層工程 S02)

次に、銅板 22 とセラミックス基板 11 を、Mg 膜 25 を介して積層するとともに、セラミックス基板 11 と銅板 23 を、Mg 膜 25 を介して積層す

る。

[0038] (接合工程S03)

次に、積層された銅板22、セラミックス基板11、銅板23を、積層方向に加圧するとともに、真空炉内に装入して加熱し、銅板22とセラミックス基板11と銅板23を接合する。

接合工程S03における加圧荷重は、0.049MPa以上3.4MPa以下の範囲内とすることが好ましい。

接合工程S03における加熱温度は、500℃以上850℃以下の範囲内とすることが好ましい。

接合工程S03における真空度は、 1×10^{-6} Pa以上 5×10^{-2} Pa以下の範囲内とすることが好ましい。

加熱温度での保持時間は、5min以上180min以下の範囲内とすることが好ましい。

加熱温度（接合温度）から480℃まで降温する際の降温速度は、特に限定されないが、 $25^\circ\text{C}/\text{min}$ 以下が好ましく、 $20^\circ\text{C}/\text{min}$ 以下がさらに好ましい。また、降温速度の下限値は、特に限定されないが、 $3^\circ\text{C}/\text{min}$ 以上としてもよく、 $5^\circ\text{C}/\text{min}$ 以上としてもよい。

[0039] 以上のように、Mg配置工程S01と、積層工程S02と、接合工程S03とによって、本実施形態である絶縁回路基板10が製造される。

[0040] (ヒートシンク接合工程S04)

次に、絶縁回路基板10の金属層13の他方の面側にヒートシンク51を接合する。絶縁回路基板10とヒートシンク51とを、はんだ材を介して積層して加熱炉に装入し、第2はんだ層8を介して絶縁回路基板10とヒートシンク51とをはんだ接合する。

[0041] (半導体素子接合工程S05)

次に、絶縁回路基板10の回路層12の一方の面に、半導体素子3をはんだ付けにより接合する。

以上の工程により、図1に示すパワーモジュール1が製出される。

[0042] 以上のような構成とされた本実施形態の絶縁回路基板10（銅／セラミックス接合体）によれば、無酸素銅からなる銅板22（回路層12）及び銅板23（金属層13）と窒化アルミニウムからなるセラミックス基板11とがMg膜25を介して接合されており、セラミックス基板11と回路層12（銅板22）との間、及び、セラミックス基板11と金属層13（銅板22）の間には、Cuの母相中にMgが固溶したMg固溶層32が形成されているので、セラミックス基板11と銅板22（回路層12）及び銅板23（金属層13）との間に配設されたMgが、銅板22（回路層12）及び銅板23（金属層13）側に十分に拡散しており、さらに、CuとMgとが十分に反応していることになる。よって、接合界面において界面反応が十分に進行しており、銅板22（回路層12）及び銅板23（金属層13）とセラミックス基板11とが確実に接合された絶縁回路基板10（銅／セラミックス接合体）を得ることができる。

[0043] 銅板22（回路層12）及び銅板23（金属層13）とセラミックス基板11の接合界面にTi, Zr, Nb, Hfが存在していないので、Ti, Zr, Nb, Hfの窒化物相やTi, Zr, Nb, Hfを含む金属間化合物相が生成せず、高温動作時においてもセラミックス基板11の割れを抑制することができる。銅板22（回路層12）及び銅板23（金属層13）とセラミックス基板11の接合界面におけるTi, Zr, Nb, Hfの合計含有量は0.3mass%以下であることが好ましく、0.1mass%以下であることがさらに好ましい。

[0044] セラミックス基板11と銅板22（回路層12）及び銅板23（金属層13）の接合界面にAgが存在していないので、耐マイグレーション性に優れている。銅板22（回路層12）及び銅板23（金属層13）とセラミックス基板11の接合界面におけるAgの含有量は0.2mass%以下であることが好ましく、0.1mass%以下であることがさらに好ましい。

[0045] 本実施形態において、セラミックス基板11の接合面から銅板22（回路層12）及び銅板23（金属層13）側に向けて50 μ mまでの領域にお

る金属間化合物相の面積率が15%以下である場合には、セラミックス基板11の接合面近傍に、硬くて脆い金属間化合物相が多く存在せず、高温動作時のセラミックス基板11の割れを確実に抑制することが可能となる。

セラミックス基板11の接合面から銅板22（回路層12）及び銅板23（金属層13）側に向けて50 μ mまでの領域における金属間化合物相の面積率は、10%以下であることが好ましく、8%以下であることがさらに好ましい。

[0046] 本実施形態の絶縁回路基板10（銅／セラミックス接合体）の製造方法によれば、銅板22、23とセラミックス基板11との間にMg（Mg膜25）を配置するMg配置工程S01と、Mg膜25を介して銅板22、23とセラミックス基板11とを積層する積層工程S02と、積層された銅板22、セラミックス基板11、銅板23を、積層方向に加圧した状態で、真空雰囲気下において加熱処理して接合する接合工程S03と、を備えているので、接合界面にガスや有機物の残渣等が残存することがない。

[0047] Mg配置工程S01では、Mg量を0.17mg/cm²以上3.48mg/cm²以下の範囲内としているので、界面反応に必要な液相を十分に得ることができる。よって、銅板22、23とセラミックス基板11とが確実に接合された絶縁回路基板10（銅／セラミックス接合体）を得ることができる。

接合にTi, Zr, Nb, Hfを用いていないので、セラミックス基板11の接合面近傍に、Ti, Zr, Nb, Hfの窒化物相やTi, Zr, Nb, Hfを含む金属間化合物相が存在せず、高温動作時におけるセラミックス基板11の割れを抑制可能な絶縁回路基板10（銅／セラミックス接合体）を得ることができる。

接合にAgを用いていないので、耐マイグレーション性に優れた絶縁回路基板10（銅／セラミックス接合体）を得ることができる。

[0048] Mg量が0.17mg/cm²未満の場合には、発生する液相の量が不足し、接合率が低下するおそれがあった。また、Mg量が3.48mg/cm²を

超える場合には、発生する液相の量の過剰となり、液相が接合界面から漏れ出し、所定の形状の接合体を製造できないおそれがある。また、Cu-Mg金属間化合物相が過剰に生成し、セラミックス基板11に割れが生じるおそれがあった。

以上のことから、本実施形態では、Mg量を 0.17 mg/cm^2 以上 3.48 mg/cm^2 以下の範囲内としている。

Mg量の下限は、 0.24 mg/cm^2 以上とすることが好ましく、 0.32 mg/cm^2 以上とすることがさらに好ましい。一方、Mg量の上限は、 2.38 mg/cm^2 以下とすることが好ましく、 1.58 mg/cm^2 以下とすることがさらに好ましい。

[0049] 本実施形態においては、接合工程S03における加圧荷重が 0.049 MPa 以上とされているので、セラミックス基板11と銅板22, 23とMg膜25とを密着させることができ、加熱時にこれらの界面反応を促進させることができる。接合工程S03における加圧荷重が 3.4 MPa 以下とされているので、接合工程S03におけるセラミックス基板11の割れ等を抑制することができる。

接合工程S03における加圧荷重の下限は、 0.098 MPa 以上とすることが好ましく、 0.294 MPa 以上とすることがさらに好ましい。一方、接合工程S03における加圧荷重の上限は、 1.96 MPa 以下とすることが好ましく、 0.98 MPa 以下とすることがさらに好ましい。

[0050] 本実施形態では、接合工程S03における加熱温度を、CuとMgの共晶温度よりも高い 500°C 以上としているので、接合界面において十分に液相を生じさせることができる。一方、接合工程S03における加熱温度を 850°C 以下としているので、液相が過剰に生成することを抑制できる。また、セラミックス基板11への熱負荷が小さくなり、セラミックス基板11の劣化を抑制することができる。

接合工程S03における加熱温度の下限は、 600°C 以上とすることが好ましく、 680°C 以上とすることがさらに好ましい。一方、接合工程S03

における加熱温度の上限は、 800°C 以下とすることが好ましく、 760°C 以下とすることがさらに好ましい。

[0051] 本実施形態では、接合工程S03における真空度を、 $1 \times 10^{-6} \text{ Pa}$ 以上 $5 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ 以下の範囲内とした場合には、Mg膜25の酸化を抑制することができ、セラミックス基板11と銅板22, 23とを確実に接合することが可能となる。

接合工程S03における真空度の下限は、 $1 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ 以上とすることが好ましく、 $1 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ 以上とすることがさらに好ましい。一方、接合工程S03における真空度の上限は、 $1 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ 以下とすることが好ましく、 $5 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ 以下とすることがさらに好ましい。

[0052] 本実施形態では、接合工程S03における加熱温度での保持時間を、5 min以上180 min以下の範囲内とした場合には、液相を十分に形成することができ、セラミックス基板11と銅板22, 23とを確実に接合することが可能となる。

接合工程S03における加熱温度での保持時間の下限は、10 min以上とすることが好ましく、30 min以上とすることがさらに好ましい。一方、接合工程S03における加熱温度での保持時間の上限は、150 min以下とすることが好ましく、120 min以下とすることがさらに好ましい。

[0053] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はこれに限定されることはなく、その発明の技術的思想を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

例えば、回路層又は金属層を構成する銅板を、無酸素銅の圧延板として説明したが、これに限定されることはなく、他の銅又は銅合金で構成されたものであってもよい。

本実施形態においては、回路層及び金属層を銅板で構成したものとして説明したが、これに限定されることはなく、回路層及び金属層の少なくとも一方が銅板で構成されていれば、他方は、アルミニウム板等の他の金属板で構成したものであってもよい。

[0054] 本実施形態では、Mg配置工程において、Mg膜を蒸着によって成膜するものとして説明したが、これに限定されることはなく、他の方法でMg膜を成膜してもよく、Mg箔を配置してもよい。また、CuとMgのクラッド材を配置してもよい。

本実施形態では、Mg配置工程において、Mgペースト及びCu-Mgペーストを塗布してもよい。また、CuペーストとMgペーストを積層して配置してもよい。このとき、Mgペーストは銅板側あるいはセラミックス基板側のいずれに配置してもよい。また、Mgとして、MgH₂を配置してもよい。

[0055] ヒートシンクとして放熱板を例に挙げて説明したが、これに限定されることはなく、ヒートシンクの構造に特に限定はない。例えば、ヒートシンクは、冷媒が流通する流路を有するものや冷却フィンを備えたものであってもよい。また、ヒートシンクとしてアルミニウムやアルミニウム合金を含む複合材（例えばAlSiC等）を用いることもできる。

ヒートシンクの天板部や放熱板と金属層との間に、アルミニウム又はアルミニウム合金若しくはアルミニウムを含む複合材（例えばAlSiC等）からなる緩衝層を設けてもよい。

[0056] 本実施形態では、絶縁回路基板の回路層にパワー半導体素子を搭載してパワーモジュールを構成するものとして説明したが、これに限定されることはない。例えば、絶縁回路基板にLED素子を搭載してLEDモジュールを構成してもよいし、絶縁回路基板の回路層に熱電素子を搭載して熱電モジュールを構成してもよい。

実施例

[0057] （本発明例1～12、比較例1～2、従来例）

本発明の有効性を確認するために行った確認実験について説明する。

40mm角の窒化アルミニウムからなるセラミックス基板の両面に、表1に示すようにMgを配置した銅板（無酸素銅、37mm角、厚さ0.15mm）を積層し、表1に示す接合条件で接合し、銅/セラミックス接合体を形

成した。セラミックス基板の厚さは厚さ0.635mmとした。また、接合時の真空炉の真空度は 5×10^{-3} Paとした。

従来例では、セラミックス基板と銅板の間に、Ag-28mass%Cu-5mass%Tiの活性ろう材を、Ag量が 5.2 mg/cm^2 となるように配置した。

また、接合工程S03において、接合温度（表1の「温度（℃）」）から480℃まで降温する際、降温速度は、 $5 \text{ }^\circ\text{C/min}$ の速度で降温するように制御した。なお、降温速度は、ガス冷却時のガス分圧（冷却ファンによる循環有無）で制御する。

[0058] このようにして得られた銅／セラミックス接合体について、接合界面を観察して、Mg固溶層、Cu-Mg金属間化合物相、を確認した。また、銅／セラミックス接合体の初期接合率、冷熱サイクル後のセラミックス基板の割れ、マイグレーション性を、以下のように評価した。

[0059] (Mg固溶層)

銅板とセラミックス基板との接合界面を、EPMA装置（日本電子株式会社製JXA-8539F）を用いて、倍率2000倍、加速電圧15kVの条件で接合界面を含む領域（ $400 \mu\text{m} \times 600 \mu\text{m}$ ）を観察し、セラミックス基板表面から銅板側に向かって $10 \mu\text{m}$ 間隔で、銅板の厚さに応じて10点以上20点以下の範囲で定量分析を行い、Mg濃度が0.01原子%以上である領域をMg固溶層とした。

[0060] (Cu-Mg金属間化合物相の面積率)

銅板とセラミックス基板との接合界面を、電子線マイクロアナライザー（日本電子株式会社製JXA-8539F）を用いて、倍率2000倍、加速電圧15kVの条件で接合界面を含む領域（ $400 \mu\text{m} \times 600 \mu\text{m}$ ）のMgの元素MAPを取得し、Mgの存在が確認された領域内での定量分析の5点平均で、Cu濃度が5原子%以上、かつ、Mg濃度が30原子%以上70原子%以下を満たした領域をCu-Mg金属間化合物相とした。

そして、セラミックス基板の接合面から銅板側に向けて $50 \mu\text{m}$ までの領

域における金属間化合物相の面積率（％）を算出した。

[0061] （初期接合率）

銅板とセラミックス基板との接合率は、超音波探傷装置（株式会社日立パワーソリューションズ製 F i n e S A T 2 0 0）を用いて以下の式を用いて求めた。初期接合面積とは、接合前における接合すべき面積、すなわち銅板の接合面の面積とした。超音波探傷像において剥離は接合部内の白色部で示されることから、この白色部の面積を剥離面積とした。

$$(\text{接合率}) = \{ (\text{初期接合面積}) - (\text{剥離面積}) \} / (\text{初期接合面積})$$

[0062] （セラミックス基板の割れ）

冷熱衝撃試験機（エスペック株式会社製 T S A - 7 2 E S）を使用し、気相で、 $-50^{\circ}\text{C} \times 10\text{分} \leftrightarrow 150^{\circ}\text{C} \times 10\text{分}$ の300サイクルを実施した。

上述の冷熱サイクルを負荷した後のセラミックス基板の割れの有無を評価した。

[0063] （マイグレーション）

回路層において絶縁分離された回路パターン間距離0.5mm、温度85℃、湿度85%RH、電圧DC50Vの条件で、2000時間放置後に、回路パターン間の電気抵抗を測定し、抵抗値が $1 \times 10^6 \Omega$ 以下となった場合を短絡した（マイグレーションが発生した）と判断し、マイグレーションの評価を「B」とした。上記と同じ条件で、2000時間放置後に、回路パターン間の電気抵抗を測定し、抵抗値が $1 \times 10^6 \Omega$ より大きい場合は、マイグレーションが発生しなかったと判断し、マイグレーションの評価を「A」とした。

[0064] 評価結果を表1に示す。また、本発明例1の観察結果を図5に示す。

[0065]

[表1]

	Mg配置工程	接合工程			接合界面の観察結果		初期接合率 (%)	セラミックス割れの有無	マイグレーション
	Mg量 (mg/cm ²)	荷重 (MPa)	温度 (°C)	時間 (min)	Mg固溶層	Cu-Mg 金属間化合物相の面積率 (%)			
本発明例1	0.17	0.196	840	30	有	0.0	91.3	無	A
本発明例2	2.38	0.196	500	180	有	15.0	98.8	無	A
本発明例3	2.38	0.196	600	180	有	11.9	95.7	無	A
本発明例4	0.63	0.049	700	10	有	7.7	97.4	無	A
本発明例5	0.24	0.049	740	5	有	2.8	92.4	無	A
本発明例6	1.90	0.98	700	60	有	9.5	95.6	無	A
本発明例7	0.48	0.294	500	150	有	4.9	97.2	無	A
本発明例8	3.48	1.47	680	90	有	14.1	95.3	無	A
本発明例9	0.19	0.294	800	120	有	0.9	92.0	無	A
本発明例10	1.58	0.98	650	120	有	10.4	96.4	無	A
本発明例11	0.32	0.98	700	90	有	1.1	95.5	無	A
本発明例12	0.29	1.47	700	90	有	1.4	92.2	無	A
比較例1	0.09	3.4	840	30				接合体が形成されず、評価を中止	
比較例2	4.75	0.196	680	90				接合体が形成されず、評価を中止	
従来例	(活性ろう材)	0.196	840	30	-	-	99.7	有	B

[0066] Mg配置工程において、Mg量が0.09mg/cm²と本発明の範囲よりも少ない比較例1においては、接合時に液相が不足したため、接合体を形成

することができなかった。このため、その後の評価を中止した。

Mg配置工程において、Mg量が 4.75 mg/cm^2 と本発明の範囲よりも多い比較例2においては、接合時に液相が過剰に生成したため、液相が接合界面から漏れ出し、所定の形状の接合体を製造できなかった。このため、その後の評価を中止した。

[0067] Ag-Cu-Tiろう材を用いてセラミックス基板と銅板を接合した従来例においては、マイグレーションの評価が「B」と判断された。接合界面にAgが存在したためと推測される。

[0068] これに対して、本発明例1～12においては、初期接合率も高く、セラミックス基板の割れも確認されなかった。また、マイグレーションも良好であった。

また、図5に示すように、接合界面を観察した結果、Mg固溶層32が観察された。

[0069] (本発明例21～32)

銅/セラミックス接合体は、上記本発明例1～12で作製した銅/セラミックス接合体と同様に作製し、得られた銅/セラミックス接合体について、 Cu_2Mg の面積率、および、超音波接合界面を、以下のように評価した。

Mg固溶層、Cu-Mg金属間化合物相の面積率、および、銅/セラミックス接合体の初期接合率の評価は、上記本発明例1～12で行った評価と同様に行った。

[0070] (降温速度)

接合工程S03において、接合温度(表2の「温度(°C)」)から480°Cまで降温する際、降温速度は、表2に示す速度で制御した。

[0071] (Cu_2Mg の面積率)

上記Cu-Mg金属間化合物相のうち、 Cu_2Mg の面積率(%)を以下の計算式で定義し、算出した。

$$\text{Cu}_2\text{Mgの面積率}(\%) = \text{Cu}_2\text{Mgの面積} / (\text{Cu}_2\text{Mgの面積} + \text{CuMg}_2\text{の面積}) \times 100$$

「 Cu_2Mg の面積」は、 Mg 濃度が30at%以上60at%未満の領域とし、「 $CuMg_2$ の面積」は、 Mg 濃度が60at%以上70at%未満の領域とした。

[0072] (超音波接合)

得られた銅／セラミックス接合体に対して、超音波金属接合機（超音波工業株式会社製：60C-904）を用いて、銅端子（10mm×5mm×1.5mm厚）をコプラ量0.5mmの条件で超音波接合した。

接合後に、超音波探傷装置（株式会社日立ソリューションズ製FineSAT200）を用いて、銅板とセラミックス基板の接合界面を検査し、セラミックス割れが観察されたものを「C」、剥離が観察されたものを「B」、どちらも確認されなかったものを「A」と評価した。評価結果を表2に示す。

[0073]

[表2]

	Mg配置工程		接合工程				接合界面の観察結果			初期 接合率 (%)	超音波 接合界面
	Mg量 (mg/cm ²)	荷重 (Mpa)	温度 (°C)	時間 (min)	降温速度 (°C/min)	Mg固溶層	Cu-Mg 金属化合物相の 面積率 (%)	Cu ₂ Mgの 面積率 (%)			
本発明例21	0.24	0.049	740	5	3	有	2.8	98.3	94.0	A	
本発明例22	0.24	0.049	740	5	5	有	2.8	97.4	92.4	A	
本発明例23	0.24	0.049	740	5	12	有	2.9	81.5	91.5	A	
本発明例24	0.24	0.049	740	5	22	有	2.7	66.1	91.3	B	
本発明例25	2.38	0.196	600	180	5	有	11.9	96.8	95.7	A	
本発明例26	2.38	0.196	600	180	10	有	11.2	90.0	95.3	A	
本発明例27	2.38	0.196	600	180	20	有	11.2	70.4	95.8	A	
本発明例28	2.38	0.196	600	180	30	有	11.3	54.5	94.6	C	
本発明例29	1.90	0.98	700	60	5	有	9.5	98.9	95.6	A	
本発明例30	1.90	0.98	700	60	10	有	10.3	87.5	97.0	A	
本発明例31	1.90	0.98	700	60	15	有	9.1	75.7	96.6	A	
本発明例32	1.90	0.98	700	60	25	有	9.9	60.2	95.2	B	

[0074] 接合工程S03後の降温速度によって、Cu₂Mgの面積率の値、および、超音波接合の接合性が変化した。

表2に示す結果から、降温速度は、25°C/min以下が好ましく、20

°C/min以下がさらに好ましいことが明らかとなった。

表2に示す結果から、Cu-Mg金属間化合物相のうち、Cu₂Mgの面積率は55%以上が好ましく、60%以上がより好ましく、67%以上が更に好ましいことが明らかとなった。

[0075] 以上のことから、本発明例によれば、銅部材とセラミックス部材とが確実に接合され、耐マイグレーション性に優れ、かつ、高温動作時におけるセラミックス割れの発生を抑制できる銅/セラミックス接合体（絶縁回路基板）を提供可能であることが確認された。

[0076] また、本発明例によれば、接合温度から480°Cまでの降温速度の速度を制御することにより、銅部材とセラミックス部材とが確実に接合され、超音波接合性に優れた銅/セラミックス接合体（絶縁回路基板）を提供可能であることが確認された。

産業上の利用可能性

[0077] 本発明によれば、銅部材とセラミックス部材とが確実に接合されるとともに、耐マイグレーション性に優れ、かつ、高温動作時におけるセラミックス割れの発生を抑制できる銅/セラミックス接合体、絶縁回路基板、及び、上述の銅/セラミックス接合体の製造方法、絶縁回路基板の製造方法を提供することが可能となる。

符号の説明

- [0078] 10 絶縁回路基板
11 セラミックス基板
12 回路層
13 金属層
22、23 銅板
32 Mg固溶層

請求の範囲

- [請求項1] 銅又は銅合金からなる銅部材と、窒化アルミニウムからなるセラミックス部材とが接合されてなる銅／セラミックス接合体であって、
前記銅部材と前記セラミックス部材との間に、Cuの母相中にMgが固溶したMg固溶層が形成されていることを特徴とする銅／セラミックス接合体。
- [請求項2] 前記セラミックス部材の接合面から前記銅部材側に向けて50 μ mまでの領域における金属間化合物相の面積率が15%以下であることを特徴とする請求項1に記載の銅／セラミックス接合体。
- [請求項3] 窒化アルミニウムからなるセラミックス基板の表面に、銅又は銅合金からなる銅板が接合されてなる絶縁回路基板であって、
前記銅板と前記セラミックス基板との間に、Cuの母相中にMgが固溶したMg固溶層が形成されていることを特徴とする絶縁回路基板。
- [請求項4] 前記セラミックス基板の接合面から前記銅板側に向けて50 μ mまでの領域における金属間化合物相の面積率が15%以下であることを特徴とする請求項3に記載の絶縁回路基板。
- [請求項5] 請求項1又は請求項2に記載の銅／セラミックス接合体を製造する銅／セラミックス接合体の製造方法であって、
前記銅部材と前記セラミックス部材との間に、Mgを配置するMg配置工程と、
前記銅部材と前記セラミックス部材とをMgを介して積層する積層工程と、
Mgを介して積層された前記銅部材と前記セラミックス部材とを積層方向に加圧した状態で、真空雰囲気下において加熱処理して接合する接合工程と、
を備えており、
前記Mg配置工程では、Mg量を0.17mg/cm²以上3.4

8 mg / cm²以下の範囲内とすることを特徴とする銅／セラミックス接合体の製造方法。

[請求項6] 前記接合工程における加圧荷重が0.049 MPa以上3.4 MPa以下の範囲内とされ、加熱温度が500℃以上850℃以下の範囲内とされていることを特徴とする請求項5に記載の銅／セラミックス接合体の製造方法。

[請求項7] 請求項3又は請求項4に記載の絶縁回路基板の製造方法であって、前記銅板と前記セラミックス基板との間に、Mgを配置するMg配置工程と、

前記銅板と前記セラミックス基板とをMgを介して積層する積層工程と、

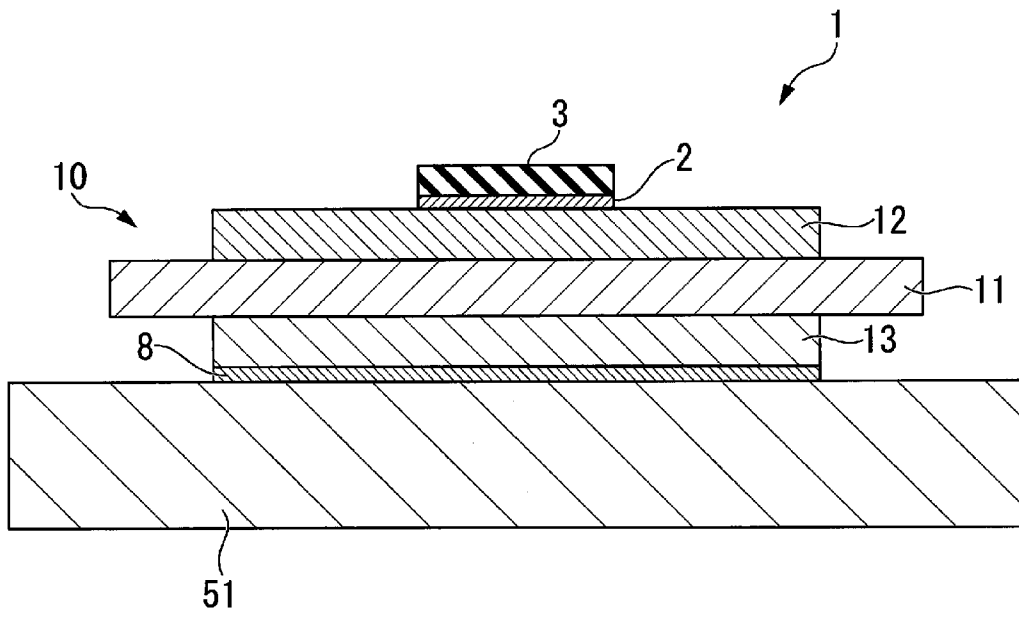
Mgを介して積層された前記銅板と前記セラミックス基板とを積層方向に加圧した状態で、真空雰囲気下において加熱処理して接合する接合工程と、

を備えており、

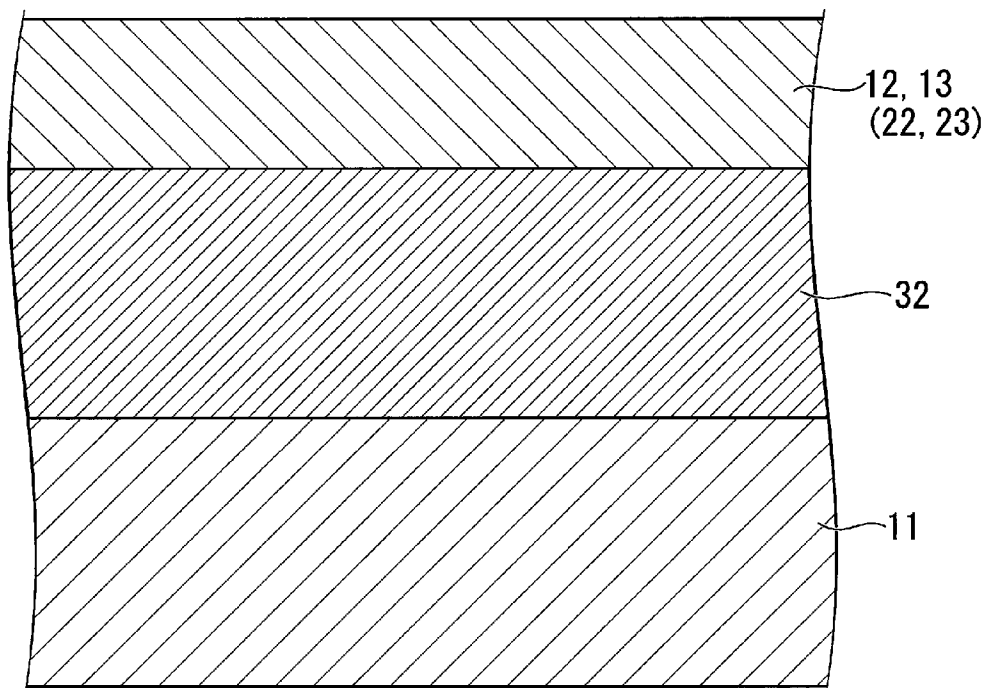
前記Mg配置工程では、Mg量を0.17 mg / cm²以上3.48 mg / cm²以下の範囲内とすることを特徴とする絶縁回路基板の製造方法。

[請求項8] 前記接合工程における加圧荷重が0.049 MPa以上3.4 MPa以下の範囲内とされ、加熱温度が500℃以上850℃以下の範囲内とされていることを特徴とする請求項7に記載の絶縁回路基板の製造方法。

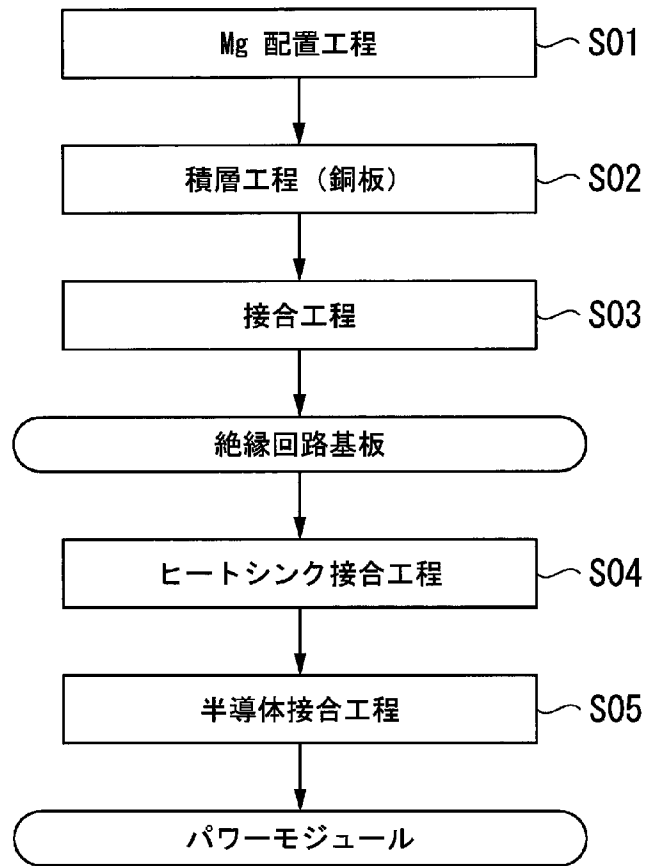
[図1]



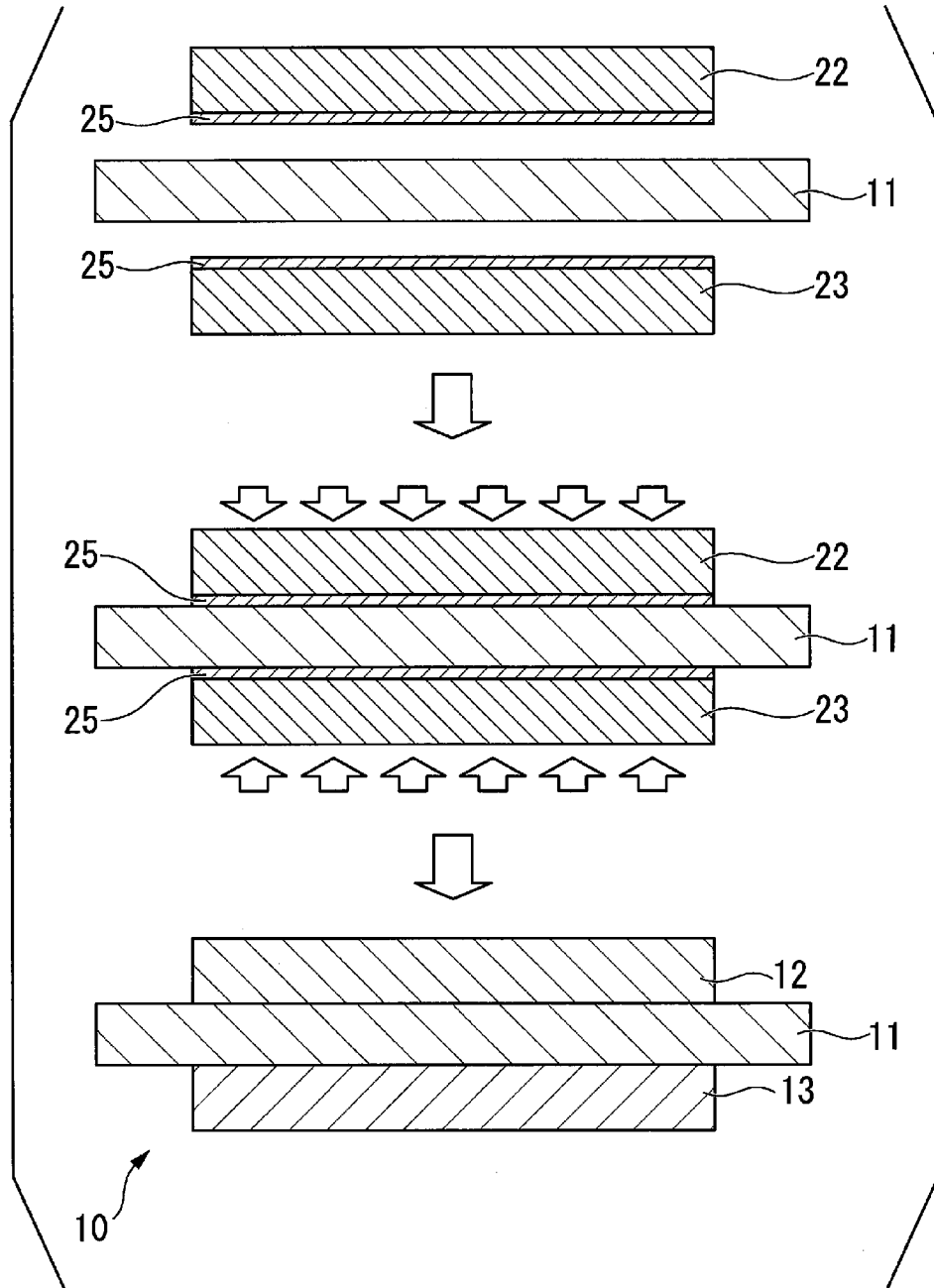
[図2]



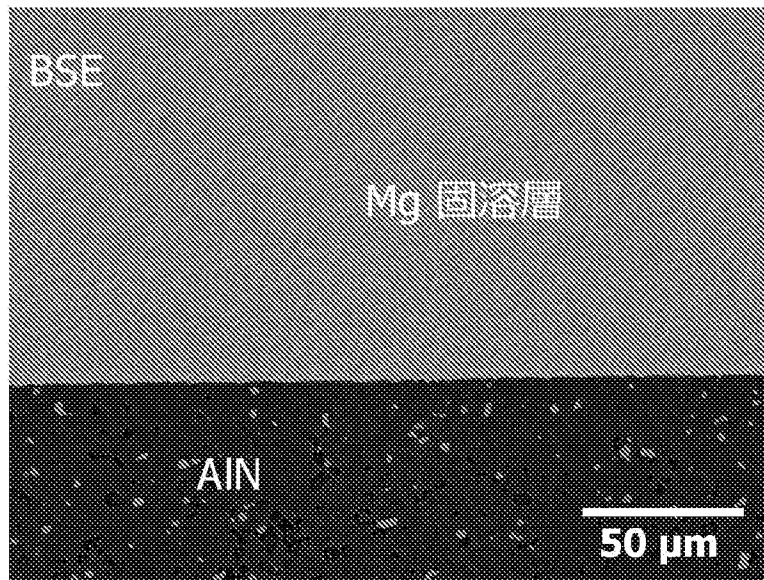
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/033461

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. C04B37/02(2006.01)i, B23K20/00(2006.01)i, C04B35/581(2006.01)i, H05K1/03(2006.01)i, H05K3/38(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. C04B37/02, B23K20/00, C04B35/581, H05K1/03, H05K3/38

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015/141839 A1 (JX NIPPON MINING & METALS CORP.) 24 September 2015, entire text, all drawings & JP 2017-43101 A & TW 201601903 A	1-8
A	JP 8-277171 A (NGK INSULATORS, LTD.) 22 October 1996 & US 6106960 A & EP 726238 A2 & TW 407140 B & KR 10-1996-0031401 A	1-8
A	JP 8-277173 A (NGK INSULATORS, LTD.) 22 October 1996 & US 6020076 A & EP 726239 A2 & TW 397808 B & KR 10-1996-0031402 A	1-8

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* 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
24 October 2019 (24.10.2019)

Date of mailing of the international search report
05 November 2019 (05.11.2019)

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

International application No.

PCT/JP2019/033461

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-305526 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 04 November 2005, entire text, all drawings (Family: none)	1-8
P, X	JP 2018-140929 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 13 September 2018, paragraphs [0011]-[0028], [0042] & WO 2018/159590 A1 & TW 201841871 A	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C04B37/02(2006.01)i, B23K20/00(2006.01)i, C04B35/581(2006.01)i, H05K1/03(2006.01)i, H05K3/38(2006.01)i

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))

Int.Cl. C04B37/02, B23K20/00, C04B35/581, H05K1/03, H05K3/38

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
A	WO 2015/141839 A1 (J X日鉱日石金属株式会社) 2015.09.24, 全文, 全図 & JP 2017-43101 A & TW 201601903 A	1-8
A	JP 8-277171 A (日本碍子株式会社) 1996.10.22, & US 6106960 A & EP 726238 A2 & TW 407140 B & KR 10-1996-0031401 A	1-8
A	JP 8-277173 A (日本碍子株式会社) 1996.10.22, & US 6020076 A & EP 726239 A2 & TW 397808 B & KR 10-1996-0031402 A	1-8

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ 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

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的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
 「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「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

24.10.2019

国際調査報告の発送日

05.11.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号 100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田中 永一

4 T

9539

電話番号 03-3581-1101 内線 3465

C (続き) . 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
A	JP 2005-305526 A (本田技研工業株式会社) 2005. 11. 04, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
P, X	JP 2018-140929 A (三菱マテリアル株式会社) 2018. 09. 13, 段落[0011]-[0028], [0042] & WO 2018/159590 A1 & TW 201841871 A	1-8