

(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



(10) 国際公開番号

WO 2013/094213 A 1

(43) 国際公開日

2013年6月27日 (27.06.2013)

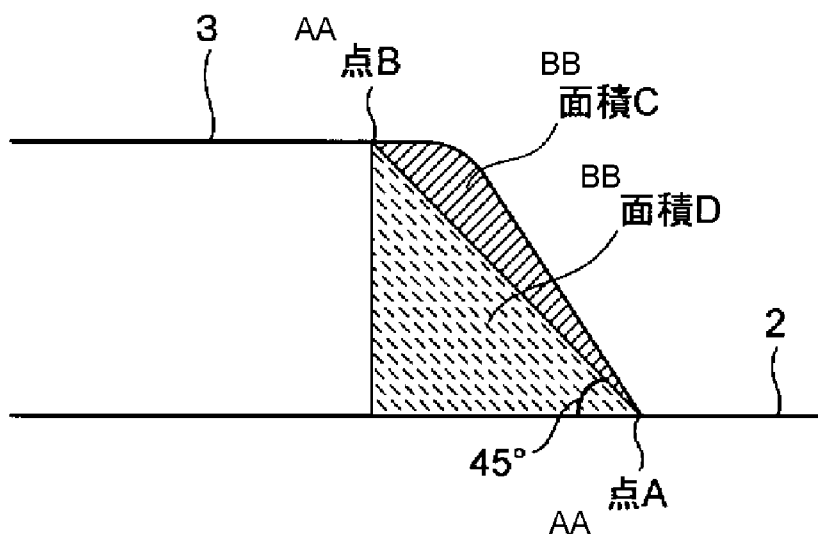
W I P O | P C T

- (51) 国際特許分類 :
H01L 23/12 (2006.01) H01L 23/14 (2006.01)
C04B 37/02 (2006.01) H05K 1/02 (2006.01)
H01L 23/13 (2006.01) H05K 1/09 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP20 12/008 178
- (22) 国際出願日 : 2012年12月20日 (20.12.2012)
- (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 2011-278945 2011年12月20日 (20.12.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo (JP). 東芝マテリアル株式会社 (TOSHIBA MATERIALS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2358522 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者 ;および
- (71) 出願人 (米国についてのみ): 矢野 圭一 (YANO, Keiichi) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産部内 Tokyo (JP). 加藤 寛正 (KATO, Hiromasa) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産部内 Tokyo (JP). 宮下 公哉 (MIYASHITA, Kimiya) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産部内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人 : 特許業務法人サクラ国際特許事務所 (SAKURA PATENT OFFICE, P.C.); 〒1010046 東京都千代田区神田多町二丁目1番地 神田東山ビル 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, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, ML, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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, ML, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) Title: CERAMIC COPPER CIRCUIT BOARD AND SEMICONDUCTOR DEVICE EMPLOYING SAME

(54) 発明の名称 :セラミックス銅回路基板とそれを用いた半導体装置



AA Point
BB AΓΘ3

(57) Abstract: This ceramic copper circuit board (1) is equipped with a ceramic substrate (2), and first and second copper sheets joined to both surfaces of the ceramic substrate (2) by intervening joining layers that contain an activated metal element. In a cross section of the end of the first and second copper sheets, the ratio (C/D) of an area (C) of the cross section protruding out towards the outside from the copper sheet from a line (AB) drawn in a direction at a 45° with respect to the interface from the joined end of the copper sheet and the ceramic substrate in the inside direction to the upper surface of the copper sheet, to the area (D) of a cross section equivalent to a right triangle having the line (AB) as the hypotenuse, is in the range 0.2 to 0.6 inclusive. The ends of the upper surfaces of the first and second copper sheets are respectively finished with rounded portions, the length (F) of the rounded portions, seen from above the first and second copper sheets, being 100 μm or less.

(57) 要約 :

[続葉有]



WO 2013/094213 A1



(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, 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))

実施形態のセラミックス銅回路基板1は、セラミックス基板2と、活性金属元素を含む接合層を介してセラミックス基板2の両面に接合された第1および第2の銅板とを具備する。第1および第2の銅板の端部の断面において、銅板とセラミックス基板との接合端から銅板の上面内側方向に向けて界面と45°となる方向に引いた直線ABより銅板の外側方向に向けてはみ出す断面の面積Cの、直線ABを斜辺とする直角三角形に相当する断面の面積Dに対する割合(C/D)が0.2以上0.6以下の範囲である。第1および第2の銅板の上面端部にはそれぞれR部が設けられており、かつR部の第1および第2の銅板の上方から見た長さFが100μm以下である。

明 細 書

発明の名称 : セラミックス銅回路基板とそれを用いた半導体装置
技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、セラミックス銅回路基板とそれを用いた半導体装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、パワーモジュール用回路基板には、安価な酸化アルミニウム基板、高熱伝導性の窒化アルミニウム基板、高強度の窒化珪素基板等のセラミックス基板と、熱伝導率が高い銅板等の金属板とを、モリブデン (Mo) やタングステン (W) を用いる高融点金属法、銅と酸素との共晶反応を利用したDBC (Direct Bonding Copper) 法、チタン (Ti) のような活性金属を使用した活性金属接合法等で接合した接合基板が用いられている。セラミックス基板に接合された金属板を、例えばエッチングでパターンニングすることにより回路基板が構成される。種々の接合方法の中では、接合強度を高くできることから、活性金属接合法が一般的に用いられている。

[0003] セラミックス回路基板を用いて半導体装置を構成する場合、銅板等の金属板上に半田層を介して半導体チップが搭載される。セラミックス回路基板への要求特性の一つとして熱サイクル試験 (Thermal Cycle Test : TCT) 特性が挙げられる。TCTは、低温、室温、高温の環境下にそれぞれ一定時間保持し、このような温度変化に対してセラミックス回路基板がどの程度の耐久性を有しているかを調べる試験である。

[0004] セラミックス回路基板のTCT特性を向上させるために、銅板の端部からろう材層をはみ出させた構造が提案されている。そのような構造を有するセラミックス銅回路基板において、 $-40^{\circ}\text{C} \times 30\text{分} \rightarrow \text{室温} \times 10\text{分} \rightarrow 125^{\circ}\text{C} \times 30\text{分} \rightarrow \text{室温} \times 10\text{分}$ を1サイクルとしたTCTを実施した際に、300サイクル後においてもセラミックス基板にクラックが発生しないことが報

告されている。しかしながら、半導体チップのハイパワー化に伴って、TCT特性として1000サイクルレベルでセラミックス基板にクラックが発生しないセラミックス銅回路基板が求められている。

[0005] さらに、セラミックス基板として窒化珪素基板を使用すると共に、銅板の端部からはみ出したろう材の組成を制御することによって、TCT特性を向上させたセラミックス銅回路基板が提案されている。このようなセラミックス銅回路基板において、 $-50^{\circ}\text{C} \times 30\text{分} \rightarrow \text{室温} \times 10\text{分} \rightarrow 155^{\circ}\text{C} \times 30\text{分} \rightarrow \text{室温} \times 10\text{分}$ を1サイクルとすることで、条件をより厳しくしたTCTを実施した際に、5000サイクルレベルでセラミックス基板にクラックが発生しないことが報告されている。

[0006] ところで、半導体チップはさらにハイパワー化が進められている。それに伴って、Si素子の動作温度はこれまで100～130℃程度であったのに対し、160～190℃程度にまで上昇することが予測されている。さらに、SiC素子では動作温度が200～250℃まで高温化が進むことが予測されている。このような半導体チップのハイパワー化と動作温度の高温化に対応させるために、セラミックス銅回路基板にはより厳しい条件下によるTCT特性を向上させることが求められている。

[0007] 上述したように、セラミックス基板として窒化珪素基板を使用することでTCT特性が向上する。一方で、窒化アルミニウム基板や酸化アルミニウム基板では300～400サイクル程度の耐久性しか得られていない。窒化珪素基板は3点曲げ強度を600MPa以上にまで高強度化することができる。このような窒化珪素基板を使用することでTCT特性を向上させることができる反面、窒化珪素基板は一般的に窒化アルミニウム基板や酸化アルミニウム基板と比べて高価であるため、セラミックス銅回路基板の製造コストが増加する。このため、窒化アルミニウム基板や酸化アルミニウム基板を用いた場合であっても、TCT特性を向上させることが可能なセラミックス銅回路基板が求められている。

[0008] セラミックス銅回路基板上に半導体チップを搭載する場合、一般的にボン

ダー・マウンター装置が使用される。このような装置においては、銅板の表面を画像認識して位置を検出し、位置検出された銅板に対して半導体チップを位置決めした後に、半導体チップを銅板上に搭載する。銅板の位置検出は、CCDカメラ等の検出器を使用して銅板の端部の位置を検出することにより実施される。TCT特性を向上させるために、銅板の端部からはみ出したろう材の組成を制御した場合、銅板の端部が緩やかな傾斜面となる。このような緩やかな傾斜面では、検出器による銅板端部の検出精度が低下するといった不具合が生じる。さらに、銅板端部に緩やかな傾斜面を形成した場合、銅板の面積に対して半導体チップを搭載できる面積が小さくなる。このため、半導体装置の設計上の制約が大きくなる。

先行技術文献

特許文献

- [0009] 特許文献1 :特開平 1 1 — 3 4 0 5 9 8 号公報
特許文献2 :国際公開第 2 0 1 1 / 0 3 4 0 7 5 号
特許文献3 :特許第 4 3 4 6 1 5 1 号公報

発明の概要

- [001 0] 本発明が解決しようとする課題は、TCT特性を向上させた上で、銅板の位置検出精度とそれに基づく半導体チップの位置決め精度を高めることを可能にしたセラミックス銅回路基板とそれを用いた半導体装置を提供することにある。
- [001 1] 実施形態のセラミックス銅回路基板は、第1の面と第2の面とを有するセラミックス基板と、Ti、Zr、Hf、AlおよびNbから選ばれる少なくとも1種の活性金属元素とAg、Cu、Sn、InおよびCから選ばれる少なくとも1種の元素とを含む第1の接合層を介して、前記セラミックス基板の第1の面に接合された第1の銅板と、Ti、Zr、Hf、AlおよびHfから選ばれる少なくとも1種の活性金属元素とAg、Cu、Sn、InおよびCから選ばれる少なくとも1種の元素とを含む第2の接合層を介して、前記セラミックス基板の第2の面に接合された第2の銅板とを具備する。第1

および第2の銅板の端部の断面において、銅板とセラミックス基板との接合端を点A、点Aから銅板の上面の内側に向けて銅板とセラミックス基板との界面と45°となる方向に引いた直線と銅板上面とが交わる点を点B、点Aと点Bとを結ぶ直線ABより銅板の外側方向に向けてはみ出す断面の面積を面積C、直線ABを斜辺とする直角三角形に相当する断面の面積を面積Dとしたとき、第1および第2の銅板の端部は面積Dに対する面積Cの割合(C/D)が0.2以上0.6以下の範囲である形状を有する。さらに、面積Cの角部に相当する第1および第2の銅板の上面の端部にはそれぞれR部が設けられており、かつR部の第1および第2の銅板の上方から見た長さFが100μm以下である。

図面の簡単な説明

- [001 2] [図1]実施形態のセラミックス銅回路基板を示す断面図である。
- [図2]実施形態のセラミックス銅回路基板における銅板の端部の構造を示す断面図である。
- [図3]実施形態のセラミックス銅回路基板における銅板の端部の形状を説明するための図である。
- [図4]実施形態のセラミックス銅回路基板を第1の銅板側から見た平面図である。
- [図5]実施形態のセラミックス銅回路基板を第2の銅板側から見た裏面図である。

発明を実施するための形態

- [001 3] 以下、実施形態のセラミックス銅回路基板とそれを用いた半導体装置について、図面を参照して説明する。図1は実施形態のセラミックス銅回路基板の構成を示す断面図である。図1において、1はセラミックス銅回路基板、2はセラミックス基板、3は銅回路板(第1の銅板)、4は裏側銅板(第2の銅板)である。図1は銅回路板3として2枚の銅板をセラミックス基板2に接合した例を示めしているが、実施形態のセラミックス銅回路基板の構成はこれに限られるものではない。銅回路板3の枚数は、適宜増減させること

ができる。図 1 はセラミックス基板 2 に 1 枚の銅板を裏側銅板 5 として接合した例を示めしているが、実施形態のセラミックス銅回路基板の構成はこれに限られるものではない。第 2 の銅板は実装や放熱等に使用される裏側銅板 4 に限らず、銅回路板であってもよい。

[0014] 実施形態のセラミックス銅回路基板 1 において、セラミックス基板 2 の第 1 の面 2 a には銅回路板 (第 1 の銅板) 3 が第 1 の接合層 5 を介して接合されている。セラミックス基板 2 の第 2 の面 2 b には、裏側銅板 (第 2 の銅板) 4 が第 2 の接合層 6 を介して接合されている。第 1 および第 2 の接合層 5、6 は、チタン (T i)、ジルコニウム (Z r)、ハフニウム (H f)、アルミニウム (A l)、およびニオブ (N b) から選ばれる少なくとも 1 種の活性金属元素と、銀 (A g)、銅 (C u)、錫 (S n)、インジウム (I n)、および炭素 (C) から選ばれる少なくとも 1 種の元素とを含んでいる。実施形態のセラミックス銅回路基板 1 は、セラミックス基板 2 の両面 2 a、2 b に銅板 3、4 を活性金属接合法で接合することにより構成されたものである。

[0015] 活性金属接合法は、T i、Z r、H f、A l および N b から選ばれる少なくとも 1 種の活性金属元素と、A g、C u、S n、I n および C から選ばれる少なくとも 1 種の元素とを含む活性金属ろう材を用いて、セラミックス基板 2 と銅板 3、4 とを接合する方法である。活性金属ろう材は、活性金属元素、A g、C u、S n、I n および C の合計を 100 質量%としたとき、1~6 質量%の活性金属元素、50~80 質量%の A g、15~30 質量%の C u、15 質量%以下 (零を含む) の S n、15 質量%以下 (零を含む) の I n、および 2 質量%以下 (零を含む) 炭素の含有することが好ましい。このような組成を有する活性金属ろう材を用いることで、接合層 5、6 の成分を制御することができる。

[0016] 活性金属ろう材は、さらに活性金属元素と、六九と、〇りと、三門、I n および C から選ばれる少なくとも 1 種とを含有することが好ましい。S n、I n および C から選ばれる少なくとも 1 種の元素の含有量は 1~15 質量%

の範囲とすることが好ましい。活性金属元素は、セラミックス基板 2 と反応して反応相を形成することで、セラミックス基板 2 と銅板 3、4 との接合強度を向上させる成分である。活性金属元素として T i を用いた場合、セラミックス基板 2 が酸化アルミニウム基板であれば T i 酸化物相が形成される。セラミックス基板 2 として窒化珪素基板や窒化アルミニウム基板を用いた場合には、T i 窒化物相が形成される。活性金属元素のうち、T i や Z r はセラミックス基板 2 と反応相を形成しやすいので好ましく用いられる。特に、T i を用いることが好ましい。

[001 7] A g と C u は共晶を生成する組合せである。A g と C u の共晶が形成されることによって、接合層 5、6 が強化される。さらに、S n、I n および C から選ばれる少なくとも 1 種を含有させることによって、接合層 5、6 の熱膨張係数や柔軟性を制御することができる。セラミックス銅回路基板 1 の T C T を実施した際に、セラミックス基板 2 に生じるクラックは、セラミックス基板 2 と銅板 3、4 との熱膨張差による応力に起因する。熱膨張差を緩和するために、接合層 5、6 の熱膨張係数はセラミックス基板 2 と銅板 3、4 との間の値となるように調整することが好ましい。S n、I n および C は、A g _ C u 共晶の生成を阻害することなく、熱膨張係数の調整に有効な成分である。さらに、S n、I n および C から選ばれる少なくとも 1 種を含有させることで、接合層 5、6 の柔軟性を高めることができる。接合層 5、6 の柔軟性を高めることによって、T C T 時に銅板 3、4 が熱膨張したときの変形応力を吸収することができる。

[001 8] 実施形態のセラミックス銅回路基板 1 は、銅板 3、4 の端部を断面観察したときに、以下に示す端部形状を有している。すなわち、銅板 3、4 の端部の断面において、銅板とセラミックス基板との接合端を点 A、点 A から銅板の上面の内側に向けて銅板とセラミックス基板との界面と 45° となる方向に引いた直線と銅板上面とが交わる点を点 B、点 A と点 B とを結ぶ直線 A B より銅板の外側方向に向けてはみ出す断面の面積を面積 C、直線 A B を斜辺とする直角三角形に相当する断面の面積を面積 D としたとき、第 1 および第

2の銅板3、4は面積Dに対する面積Cの割合 (C/D) が0.2以上0.6以下の範囲である端部形状を有する。さらに、面積Cの角部に相当する第1および第2の銅板3、4の上面の端部にはそれぞれR部が設けられており、かつR部の第1および第2の銅板3、4の上方から見た長さFが100 μ m以下である。

[0019] 図2および図3に実施形態のセラミックス銅回路基板1における銅板3、4の端部形状を示す。図2および図3を参照して、点A、点B、直線AB、面積C、面積D、長さE、および長さFについて説明する。まず、任意の銅板の端部の断面を観察する。この観察断面は銅板の厚さ方向の断面とする。図2および図3は主に銅回路板(第1の銅板)3の端部を示している。裏側銅板(第2の銅板)4の端部も、銅回路板(第1の銅板)3と同様な形状を有している。以下に示す端部形状は、銅回路板(第1の銅板)3および裏側銅板(第2の銅板)4の端部の形状を示すものである。

[0020] 図3に示すように、点Aは銅板3とセラミックス基板2との接合端である。なお、図3では接合層5の図示を省略している。点Aから銅板3の上面の内側に向けて銅板3とセラミックス基板2との界面と45°となる方向に直線を引き、この直線と銅板3の上面とが交わる点を点Bとする。点Aと点Bとを結ぶ直線ABより銅板2の外側方向に向けてはみ出す断面の面積を面積C、直線ABを斜辺とする直角三角形に相当する断面の面積を面積Dとする。実施形態における銅板3(4)は、面積Dに対する面積Cの割合 (C/D) が0.2~0.6の範囲である端部形状を有する。

[0021] 面積割合 C/D が0.2~0.6の範囲であるとき、銅板3(4)の端部には適度な傾斜面が形成されることになる。銅板3(4)の端部に適度な傾斜面を形成することによって、セラミックス銅回路基板1のTCCT時に銅板3(4)の端部に発生する応力(熱膨張差に起因する応力)が緩和される。従って、セラミックス銅回路基板1のTCCT特性を向上させることができる。面積割合 (C/D) が0.2未満であると、銅板3(4)の半導体チップの搭載面積が小さくなる。面積割合 (C/D) が0.6を超えると、熱膨張

差に起因する応力の緩和効果が得られない。面積割合 (C/D) は 0.3 ~ 0.5 の範囲であることがより好ましい。面積 D の基準として界面に対して 45° の直線を採用した理由は、セラミックス銅回路基板の 45° 放熱シミュレーションを前提とするためである。

[0022] 図 2 に示すように、銅板 3 (4) の上面の端部にはそれぞれ R 部が設けられている。銅板 3 (4) の上面の端部は面積 C の角部に相当する。R 部は銅板 3 (4) の上方から見た R 部の長さ F が 100 μm 以下である形状を有する。長さ F が 100 μm 以下であるということは、曲率半径 R が小さい形状を R 部が有することを意味する。長さ F が 100 μm 以下であると、画像認識を適用した銅板 3 (4) の位置検出精度が向上する。長さ F が 100 μm を超えると R 形状が緩くなり、画像認識を適用して銅板 3 (4) の端部を検出するときの精度にばらつきが生じる。ボンダー・マウンター装置等における位置決めは、CCD カメラ等の検出器を用いて銅板 3 (4) を画像認識することにより実施される。銅板 3 (4) の端部を正確に画像認識することができないと、銅板 3 (4) の位置決め精度が低下し、それに基づいて半導体チップの搭載場所の位置決め精度が悪くなる。

[0023] セラミックス銅回路基板 1 に半導体チップを搭載して半導体装置を作製するにあたって、半導体チップの搭載位置にずれが生じると、半導体チップに対する電気的な接続を正確に行えないおそれがある。さらに、場合によっては半導体装置自体が不良となる。半導体チップの搭載工程は、ボンダー・マウンター装置等により機械化されている。このため、機械により半導体チップの搭載位置を正確に認識できないと不良品となる。上述したような R 部を銅板 3 (4) の上面端部に設けることによって、画像認識を使用して銅板 3 の端部を精度よく検出することができる。長さ F は 50 μm 以下であることが好ましい。ただし、長さ F が短すぎると応力集中が生じやすくなるため、長さ F は 10 μm 以上であることが好ましく、さらに 20 μm 以上であることがより好ましい。

[0024] 図 4 はセラミックス銅回路基板 1 を銅回路板 3 側から見た平面図、図 5 は

セラミックス銅回路基板 1 を裏側銅板 4 側から見た裏面図である。図 4 に示す銅回路板 3 の一部に半導体チップ (図示せず) が搭載される。半導体チップの搭載位置は、画像認識により銅回路板 3 の端部を検出し、そこからの距離に基づいて認識される。このため、銅回路板 3 の端部が画像認識しやすい形状であることが必要である。この実施形態における銅回路板 3 は、端部が画像認識しやすい形状として長さ F が $100\ \mu\text{m}$ 以下の R 形状を有している。なお、図 4 では半導体チップの図示を省略している。この実施形態の半導体装置は、銅回路板 3 の一部に半導体チップを搭載することにより構成される。

[0025] 第 1 および第 2 の接合層 5、6 において、接合層の $10\ \text{mm}^2$ の形成面積当たりにおける活性金属元素の含有量は $0.5\ \text{mg}$ 以上 $0.8\ \text{mg}$ 以下の範囲であることが好ましい。前述したように、活性金属元素はセラミックス基板 2 と反応して反応相を形成する。接合層 5、6 の $10\ \text{mm}^2$ の形成面積当たりにおける活性金属元素の含有量が $0.5\ \text{mg}$ (ミリグラム) 未満であると、活性金属元素の量が不足して接合強度が低下する。一方、活性金属元素の含有量が $0.8\ \text{mg}$ を超えても、それ以上の効果が得られないだけでなく、セラミックス銅回路基板 1 の製造コストを増加させる要因となる。接合層 5、6 の $10\ \text{mm}^2$ の形成面積当たりにおける活性金属元素の含有量は、例えば活性金属ろう材中の活性金属元素の含有量と活性金属ろう材の塗布層の厚さにより調整することができる。

[0026] さらに、接合層 5、6 は銅板 3、4 の端部からはみ出していることが好ましい。接合層 5、6 の銅板 3、4 の端部からはみ出し長さ E は $10\ \mu\text{m}$ 以上 $150\ \mu\text{m}$ 以下の範囲であることが好ましい。接合層 5、6 のはみ出し長さ E は、図 2 に示すように、点 A から外側にはみ出した接合層 5、6 の幅である。はみ出し長さ E が $10\ \mu\text{m}$ 以上の接合層 5、6 によれば、銅板 3、4 の端部に生じる応力を緩和することができる。ただし、はみ出し長さ E が $150\ \mu\text{m}$ を超えると、それ以上の効果が得られないだけでなく、隣接する銅板との間で絶縁性を確保することができず、銅板間の短絡の原因となるおそ

れがある。はみ出し長さEは10～100 μ mの範囲であることがより好ましい。ただし、場合によっては接合層5、6を銅板3、4の端部からはみ出させなくてもよい。

[0027] セラミックス基板2は、窒化珪素焼結体からなる窒化珪素基板、窒化アルミニウム焼結体からなる窒化アルミニウム基板、または酸化アルミニウム焼結体からなる酸化アルミニウム基板であることが好ましい。窒化珪素基板は素材として3点曲げ強度が600MPa以上というような高強度を有している。窒化アルミニウム基板は熱伝導率が170W/m \cdot K以上というような高熱伝導性を有している。酸化アルミニウム基板は安価である。これら基板の優位性に基づいて、目的に応じてセラミックス基板2を選定する。窒化珪素基板は、特許第4346151号公報に記載されているように、3点曲げ強度が700MPa以上で、熱伝導率が80W/m \cdot K以上のものが開発されている。高強度で高熱伝導性の窒化珪素基板であれば、放熱性を高めた上でTCCT特性も向上させることができる。

[0028] セラミックス基板2の厚さは0.2～1mmの範囲であることが好ましい。銅板3、4の厚さは0.1～1mmの範囲であることが好ましい。セラミックス基板2の厚さが0.2mm未満とであると強度が低下し、TCCT特性も低下するおそれがある。セラミックス基板2が薄いと絶縁性が確保できず、リーク電流が発生するおそれもある。セラミックス基板2の厚さが1mmを超えると熱抵抗体となり、放熱性が低下するおそれがある。銅板3、4の厚さが0.1mm未満であると、回路としての電流密度が低下する。銅板3、4としての強度も低下する。銅板3、4の厚さが1mmを超えると、電流密度は向上するものの、熱膨張による変形量が大きくなるためにTCCT特性が低下するおそれがある。銅板3、4の厚さは0.2～0.6mmの範囲であることがより好ましい。

[0029] この実施形態によれば、セラミックス銅回路基板1のTCCT特性を大幅に向上させることができる。TCCTは、低温領域→室温→高温領域→室温を1サイクルとし、このようなサイクルをセラミックス銅回路基板1に繰り返す

加えることによって、セラミックス基板 2 のクラックや銅板 3、4 の剥がれ等の不具合が発生するサイクル数を調べる耐久性試験である。セラミックス銅回路基板 1 は、 $-40^{\circ}\text{C} \times 30 \text{分} \rightarrow \text{室温} (25^{\circ}\text{C}) \times 10 \text{分} \rightarrow 175^{\circ}\text{C} \times 30 \text{分} \rightarrow \text{室温} (25^{\circ}\text{C}) \times 10 \text{分}$ を 1 サイクルとする TCT において、1000 サイクル後でもセラミックス基板 2 にクラックが生じないという特性を有するものである。さらに、 $-50^{\circ}\text{C} \times 30 \text{分} \rightarrow \text{室温} (25^{\circ}\text{C}) \times 10 \text{分} \rightarrow 250^{\circ}\text{C} \times 30 \text{分} \rightarrow \text{室温} (25^{\circ}\text{C}) \times 10 \text{分}$ を 1 サイクルとする TCT においても同様である。

[0030] 従来の TCT は、例えば最大温度 (高温領域) が 125°C であったり、また最大温度 (高温領域) が 150°C であったりする。それに対して、実施形態のセラミックス銅回路基板 1 は最大温度 (高温領域) が 170°C 以上の TCT を 1000 サイクル実施したときにおいても、セラミックス基板にクラックが生じないという優れた特性を示すものである。具体的な TCT 条件は上記した通りである。つまり、低温領域と高温領域との温度差が 210°C 以上の TCT、さらには温度差が 300°C の TCT というように、より厳しい条件下においても、実施形態のセラミックス銅回路基板 1 は優れた特性を示す。

[0031] このようなセラミックス銅回路基板 1 によれば、銅回路板 3 上に半導体チップを搭載して構成した半導体装置の信頼性を大幅に向上させることができる。そのため、Si 素子のハイパワー化により動作温度が 170°C になったとしても、セラミックス銅回路基板 1 の信頼性を維持することができる。同様に、SiC 素子のように動作温度が $200 \sim 250^{\circ}\text{C}$ の半導体チップを搭載する場合においても、セラミックス銅回路基板 1 の TCT 特性を維持することができる。言い換えると、セラミックス銅回路基板 1 は動作温度が 170°C 以上の半導体チップを搭載する回路基板として有効なものである。

[0032] 次に、セラミックス銅回路基板 1 の製造方法について説明する。実施形態のセラミックス銅回路基板 1 は、前述した構造を有していればよく、その製造方法は特に限定されるものではない。実施形態のセラミックス銅回路基板

1 を効率よく得るための方法として、以下に示すような製造方法が挙げられる。

[0033] まず、セラミックス基板 2 を用意する。活性金属ろう材ペーストを調製する。活性金属ろう材における活性金属元素、A g、C u、S n、I n、C の割合は前述した通りである。活性金属ろう材ペーストをセラミックス基板 2 上に塗布する。活性金属ろう材ペーストの塗布厚は 10 ~ 40 μm の範囲とすることが好ましい。塗布厚が 10 μm 未満では接合強度が低下するおそれがある。接合層 5、6 の熱応力緩和層としての機能も低下する。塗布厚が 40 μm を超えるとそれ以上の効果が得られないだけでなく、セラミックス銅回路基板 1 の製造コストを増加させる要因となる。

[0034] 次に、活性金属ろう材ペーストの塗付領域上に銅板 3 を配置する。このとき、セラミックス基板 2 の裏面にも活性金属ろう材ペーストを塗布し、両面に銅板 3、4 を配置する。銅板 3、4 は無酸素銅板であることが好ましい。銅板 3、4 は予め回路パターン形状に加工したものであってもよいし、セラミックス基板 2 と同じ縦横サイズのものであってもよい。次いで、加熱してセラミックス基板 2 と銅板 3、4 とを接合する。加熱は真空中や窒素ガス等の不活性ガス雰囲気中で行うことが好ましい。加熱条件は 700 ~ 900 $^{\circ}\text{C}$ \times 10 ~ 120 分であることが好ましい。加熱温度が 700 $^{\circ}\text{C}$ 未満、または加熱時間が 10 分未満である場合、活性金属元素とセラミックス基板 2 との反応相が十分に形成されず、接合強度が低下するおそれがある。加熱温度が 900 $^{\circ}\text{C}$ を超える、または加熱時間が 120 分を超えると、銅板 3、4 に熱変形が加わりすぎて不良の発生原因となる。

[0035] 銅板 3、4 は、例えば回路パターンを形成するために、必要に応じてエッチングされる。銅板 3、4 の端部形状は、予め目的とする形状に端部を加工した銅板 3、4 をセラミックス基板 2 に接合することにより得てもよいし、接合後に目的とする形状となるように銅板 3、4 をエッチングして得てもよい。エッチングを適用する場合、銅板 3、4 の端部形状はエッチング条件の強弱等により調整することができる。接合層 5、6 のはみ出し長さ E の調整

には、例えば国際公開第2011/034075号パンフレットに示されるようなマスキング等を使用することが有効である。

実施例

[0036] 次に、具体的な実施例とその評価結果について述べる。

[0037] (実施例1～11、比較例1～9)

セラミックス基板として、板厚が0.635mmの窒化珪素基板 (熱伝導率 : 90 WZ m · K、3点曲げ強度 : 730 MPa) と、板厚が0.635mmの窒化アルミニウム基板 (熱伝導率 : 180 W/ m · K、3点曲げ強度 : 400 MPa) と、板厚が0.635mmの酸化アルミニウム基板 (熱伝導率 : 15 W/ m · K、3点曲げ強度 : 500 MPa) とを用意した。セラミックス基板の形状は縦50mm×横30mmで統一した。

[0038] 次に、表1に組成を示す活性金属ろう材を調製し、ペースト化してセラミックス基板上に塗布した。活性金属ろう材ペーストの塗布厚は表1に示す通りである。次いで、板厚が0.3mmの銅板 (無酸素銅板) を用意した。銅板の形状は縦45mm×横25mmで統一した。実施例1～9では板厚が0.3mmの銅板を、実施例10～11では板厚が0.5mmの銅板を使用した。印刷された活性金属ろう材ペースト上に銅板を配置した。

[0039] 銅板を配置したセラミックス基板を、真空中にて800～840℃×20～40分の条件で加熱することによって、セラミックス基板の両面に銅板を接合した。FeCl₃エッチング液を用いて表面側の銅板をエッチングすることによって、図4に示す2つの回路パターンを形成した。回路パターンは、縦20mm×横20mmのパターンを、2mmの間隔を開けて2つ形成した構造とした。さらに、エッチング条件を種々変えることによって、銅板の端部を表2に示す条件を満足する形状に加工した。表2に示す銅板の端部形状は、銅回路板および裏側銅板の両方に設けた。

[0040]

[表 1]

	基板	活性金属ろう材 [質量%]						ろう材厚[μm]	Ti含有量 [mg/cm ²]
		Ag	Cu	Sn	In	Ti	C		
実施例 1	Si ₃ N ₄	69.0	26.9	—	—	4	—	15	0.8
実施例 2	Si ₃ N ₄	61.8	24.1	10	—	4	—	15	0.7
実施例 3	Si ₃ N ₄	61.1	23.8	10	—	4	1.0	15	0.6
実施例 4	Si ₃ N ₄	61.1	23.8	—	10	4	1.0	15	0.6
実施例 5	Si ₃ N ₄	61.1	23.8	10	—	4	1.0	12	0.5
実施例 6	Si ₃ N ₄	61.1	23.8	10	—	4	1.0	12	0.5
実施例 7	Si ₃ N ₄	61.1	23.8	10	—	4	1.0	12	0.5
実施例 8	AlN	61.1	23.8	10	—	4	1.0	12	0.5
実施例 9	Si ₃ N ₄	58.3	22.7	10	—	8	1.0	10	0.8
実施例 10	Si ₃ N ₄	58.3	22.7	10	—	8	1.0	10	0.8
実施例 11	Al ₂ O ₃	58.3	22.7	10	—	8	1.0	10	0.8
比較例 1	AlN	69.1	26.9	—	—	4	—	15	0.8
比較例 2	AlN	61.8	24.1	10	—	4	—	15	0.7
比較例 3	AlN	61.1	23.8	10	—	4	1.0	15	0.6
比較例 4	AlN	58.3	22.7	10	—	8	1.0	15	1.2
比較例 5	AlN	58.3	22.7	10	—	2	1.0	15	0.3
比較例 6	AlN	58.3	22.7	10	—	8	1.0	15	1.2
比較例 7	Si ₃ N ₄	58.3	22.7	10	—	8	1.0	15	1.2
比較例 8	AlN	61.1	23.8	10	—	4	1.0	12	0.5

[0041] [表 2]

	面積。 [mm.]	面積割合 C/D	長さ E [μm]	長さ F [μm]
雄 例 1	0.015	0.33	80	30
雄 例 2	0.015	0.33	80	20
難 例 3	0.015	0.33	80	25
謹 例 4	0.015	0.33	80	23
実施例 5	0.015	0.33	80	30
実施例 6	0.025	0.55	80	20
実施例 7	0.015	0.33	10	25
実施例 8	0.015	0.33	10	18
難 例 9	0.015	0.33	10	38
実施例 10	0.020	0.44	50	40
実施例 11	0.020	0.44	50	40
比網 1	0.036	0.80	80	25
比網 2	0.036	0.80	80	23
比網 3	0.036	0.80	20	30
比網 4	0.036	0.80	50	20
比網 5	0.036	0.80	50	25
比網 6	0.007	0.16	50	18
比網 7	0.007	0.16	50	38
比網 8	0.015	0.33	10	105

[0042] 実施例 1 ~ 11 および比較例 1 ~ 8 のセラミックス銅回路基板について、銅板の接合強度、耐電圧不良率、TCT 特性、画像認識による位置決め精度を調べた。接合強度はピール強度により測定した。耐電圧不良率は、 $N = 20$ で表裏銅板間に $10 \text{ kV} \times 1$ 分間の電圧を印加したときの貫通不良の発生率 (%) により評価した。耐電圧不良率は、それが低いほど不良が発生しないことを意味する。

[0043] TCT 特性は、以下に示す 3 つの条件により評価した。条件 1 は $-40^\circ\text{C} \times 30$ 分 \rightarrow 室温 (25°C) $\times 10$ 分 $\rightarrow 125^\circ\text{C} \times 30$ 分 \rightarrow 室温 (25°C) $\times 10$ 分を 1 サイクルとした。条件 2 は $-40^\circ\text{C} \times 30$ 分 \rightarrow 室温 (25°C) $\times 10$ 分 $\rightarrow 175^\circ\text{C} \times 30$ 分 \rightarrow 室温 (25°C) $\times 10$ 分を 1 サイクルとした。条件 3 は $-50^\circ\text{C} \times 30$ 分 \rightarrow 室温 (25°C) $\times 10$ 分 $\rightarrow 250^\circ\text{C} \times 30$ 分 \rightarrow 室温 (25°C) $\times 10$ 分を 1 サイクルとした。それぞれ 1000 サイクル後におけるセラミックス基板のクラックの有無を健全率 η (%) にて調べた。健全率 η (%) とは、セラミックス銅回路基板の銅板の接合端周囲に形成されるクラックの割合を調べたものである。銅板の接合端の周囲長を 100% としたとき、クラックが発生しなかった割合を測定する。健全率 η (%) が 100% であるということは、クラックが発生したものが無かったことを意味する。健全率 η (%) が 0% であるということは、全ての銅板の接合端の周囲長にクラックが発生したことを意味する。TCT は試料数を $N = 20$ とし、健全率 η (%) が最も大きな試料の値を示す。

[0044] 画像認識による位置決め精度については、ボンダー・マウンター装置により目的とする位置に半導体チップが搭載できたか否かで調べた。位置ずれが発生しなかったものを「A」、位置ずれが発生したものを「B」とした。それらの結果を表 3 に示す。

[0045]

[表 3]

	接合強度 [kN/m]	耐電圧 不良率 [%]	TCT 特性			位置決め 精度
			条件 1	条件 2	条件 3	
実施例 1	15	0	100	100	100	A
実施例 2	18	0	100	100	100	A
実施例 3	16	0	100	100	100	A
実施例 4	16	0	100	100	100	A
実施例 5	17	0	100	100	100	A
実施例 6	16	0	100	100	100	A
実施例 7	18	0	100	100	100	A
実施例 8	15	0	100	100	100	A
実施例 9	20	0	100	100	100	A
実施例 10	18	0	100	100	100	A
実施例 11	15	0	100	100	100	A
比較例 1	15	0	10	0	0	A
比較例 2	18	0	30	0	0	A
比較例 3	14	0	0	0	0	A
比較例 4	12	0	10	0	0	A
比較例 5	8	0	0	0	0	A
比較例 6	14	30	100	0	0	A
比較例 7	14	30	100	100	50	A
比較例 8	15	10	100	0	0	B

[0046] 表 3 から分かる通り、実施例のセラミックス銅回路基板は、いずれも優れた T C T 特性を有していた。ボンダー・マウンター装置（C C D カメラによる画像認識タイプ）による位置ずれも発生しなかった。さらに、銅板の端部形状を改良していることから、銅回路板上の半導体チップの搭載面積を広く確保することができる。

[0047] （実施例 1 2 ～ 1 3 ）

実施例 9 のセラミックス銅回路基板を実施例 1 2、実施例 9 のセラミックス銅回路基板の銅板厚さを 0.5 mm に変えたものを実施例 1 3 とした。実施例 1 2 および実施例 1 3 のセラミックス銅回路基板について、条件 2（1 サイクル：_ 4 0 ° C X 3 0 分 → 室温（2 5 ° C） X 1 0 分 → 1 7 5 ° C X 3 0 分 → 室温（2 5 ° C） X 1 0 分）で T C T を実施し、セラミックス基板にクラックが発生するサイクル数を調べた。その結果を表 4 に示す。

[0048]

[表4]

	セラミックス基板に クラックが発生する サイクル数
実施例12	6300
実施例13	6100

[0049] 表4から分かる通り、実施例のセラミックス銅回路基板は、最大温度が170℃を超えるTCTに対しても、6000サイクル以上の耐久性を有している。

[0050] (実施例14～18)

セラミックス基板として以下のものを用意した。セラミックス基板1は板厚が0.320mmの窒化珪素基板（熱伝導率：93W/m・K、3点曲げ強度：700MPa）である。セラミックス基板2は板厚が0.320mmの窒化珪素基板（熱伝導率：100W/m・K、3点曲げ強度：600MPa）である。セラミックス基板3は板厚が0.635mmの窒化アルミニウム基板（熱伝導率：200W/m・K、3点曲げ強度：320MPa）である。セラミックス基板4は板厚が0.635mmの酸化アルミニウム基板（熱伝導率：12W/m・K、3点曲げ強度：400MPa）である。なお、セラミックス基板の形状は縦50mm×横30mmで統一した。

[0051] 次に、表5に組成を示す活性金属ろう材を調製し、ペースト化してセラミックス基板上に印刷して塗布した。縦45mm×横20mm×厚さ0.3mmの銅板を用意した。活性金属ろう材ペーストの塗布層上に銅板を配置した。銅板を配置したセラミックス基板を、真空中にて800～840℃×20～40分の条件で加熱することによって、セラミックス基板の両面に銅板を接合した。FeCl₃エッチング液を用いて表面側の銅板をエッチングして、図4に示す2つの回路パターンを形成した。回路パターンは、縦20mm×横20mmのパターンを、2mmの間隔を開けて2つ形成した構造とした。次いで、エッチング条件を種々変えることによって、銅板の端部を表6に示す条件を満足する形状に加工した。表6に示す銅板の端部形状は、銅回路板

および裏側銅板の両方に設けた。

[0052] [表5]

	基板	活性金属ろう材 [質量%]						ろう材厚[μm]	Ti含有量 [mg/cm ²]
		Ag	Cu	Sn	In	Ti	C		
実施例 14	基板 1	58.3	22.7	10	—	8	1.0	10	0.8
実施例 15	基板 1	61.8	24.1	10	—	4	—	15	0.7
実施例 16	基板 2	61.1	23.8	10	—	4	1.0	15	0.6
実施例 17	基板 3	61.1	23.8	10	—	4	1.0	15	0.6
実施例 18	基板 4	61.1	23.8	10	—	4	1.0	15	0.6

[0053] [表6]

	面積 C [mm ²]	面積割合 C/D	長さ E [μm]	長さ F [μm]
実施例 14	0.013	0.30	100	90
実施例 15	0.023	0.50	20	30
実施例 16	0.018	0.40	130	50
実施例 17	0.009	0.20	50	70
実施例 18	0.027	0.60	50	70

[0054] 実施例 14 ~ 18 のセラミックス銅回路基板について、実施例 1 と同様の方法により、接合強度、耐電圧不良率、TCT 特性 (条件 1、条件 2、条件 3)、位置決め精度を測定した。それらの結果を表 7 に示す。表 7 から分かるように、実施例のセラミックス銅回路基板はいずれも優れた特性を有していることが確認された。

[0055] [表7]

	接合強度 [kN/m]	耐電圧不良率 [%]	TCT 特性			位置決め精度
			条件 1	条件 2	条件 3	
実施例 14	19	0	100	100	100	A
実施例 15	19	0	100	100	100	A
実施例 16	18	0	100	100	100	A
実施例 17	17	0	100	100	92	A
実施例 18	17	0	100	100	98	A

[0056] 次に、条件 2 (1 サイクル : 40℃ X 30 分 → 室温 (25℃) X 10 分 → 175℃ X 30 分 → 室温 (25℃) X 10 分) の TCT を実施し、セラミックス基板にクラックが発生するサイクル数を調べた。その結果を表 8 に示す。

[0057] [表 8]

	セラミックス基板に クラックが発生する サイクル数
実施例 14	6600
実施例 15	6200
実施例 16	5830
実施例 17	1400
実施例 18	1500

[0058] 表 8 から分かる通り、窒化珪素基板を使用した実施例 14 ~ 16 はいずれも 5000 サイクル以上の耐久性を有していた。窒化アルミニウム基板を使用した実施例 17 と酸化アルミニウム基板を使用した実施例 18 の耐久性は 1400 ~ 1500 サイクル程度であり、実施例 14 ~ 16 に比べて劣っていたものの、従来の窒化アルミニウム基板や酸化アルミニウム基板を使用したセラミックス銅回路基板に比べて、優れた TCT 特性を有することが確認された。実施例 14 ~ 18 の結果から、窒化珪素基板を使用することによって、セラミックス銅回路基板の TCT 特性がより一層向上することが分かる。

[0059] なお、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施し得るものであり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると共に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

請求の範囲

[請求項 1]

第 1 の面と第 2 の面とを有するセラミックス基板と、

Ti、Zr、Hf、Al および Nb から選ばれる少なくとも 1 種の活性金属元素と Ag、Cu、Sn、In および C から選ばれる少なくとも 1 種の元素とを含む第 1 の接合層を介して、前記セラミックス基板の第 1 の面に接合された第 1 の銅板と、

Ti、Zr、Hf、Al および Nb から選ばれる少なくとも 1 種の活性金属元素と Ag、Cu、Sn、In および C から選ばれる少なくとも 1 種の元素とを含む第 2 の接合層を介して、前記セラミックス基板の第 2 の面に接合された第 2 の銅板とを具備し、

前記第 1 および第 2 の銅板の端部の断面において、前記銅板と前記セラミックス基板との接合端を点 A、前記点 A から前記銅板の上面の内側に向けて前記銅板と前記セラミックス基板との界面と 45° となる方向に引いた直線と前記銅板上面とが交わる点を点 B、前記点 A と前記点 B とを結ぶ直線 AB より前記銅板の外側方向に向けてはみ出す断面の面積を面積 C、前記直線 AB を斜辺とする直角三角形に相当する断面の面積を面積 D としたとき、前記第 1 および第 2 の銅板の端部は前記面積 D に対する前記面積 C の割合 (C/D) が 0.2 以上 0.6 以下の範囲である形状を有し、

前記面積 C の角部に相当する前記第 1 および第 2 の銅板の前記上面の端部には、それぞれ R 部が設けられており、かつ前記 R 部の前記第 1 および第 2 の銅板の上方から見た長さ F が $100\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とするセラミックス銅回路基板。

[請求項 2]

前記第 1 および第 2 の接合層の 10mm^2 の形成面積当たりにおける前記活性金属元素の含有量が 0.5mg 以上 0.8mg 以下の範囲である、請求項 1 に記載のセラミックス銅回路基板。

[請求項 3]

前記第 1 および第 2 の接合層の端部は、それぞれ前記第 1 および第 2 の銅板の端部からはみ出しており、前記第 1 および第 2 の接合層の

端部の前記第1および第2の銅板の端部からのはみ出し長さEが10 μm 以上150 μm 以下の範囲である、請求項1に記載のセラミックス銅回路基板。

[請求項4] 前記第1および第2の接合層は、前記活性金属元素と、Agと、Cuと、Sn、InおよびCから選ばれる少なくとも1種の元素とを含有する、請求項1に記載のセラミックス銅回路基板。

[請求項5] 前記第1および第2の接合層は、前記活性金属元素、Ag、Cu、Sn、InおよびCを含有する、請求項1に記載のセラミックス銅回路基板。

[請求項6] 前記セラミックス基板は、窒化珪素基板、窒化アルミニウム基板、または酸化アルミニウム基板である、請求項1に記載のセラミックス銅回路基板。

[請求項7] 前記セラミックス基板の厚さが0.2 mm以上1 mm以下の範囲である、請求項1に記載のセラミックス銅回路基板。

[請求項8] 前記第1および第2の銅板の厚さがそれぞれ0.1 mm以上1 mm以下の範囲である、請求項1に記載のセラミックス銅回路基板。

[請求項9] 前記セラミックス銅回路基板に対して最大温度が170 $^{\circ}\text{C}$ 以上の熱サイクル試験を1000サイクル実施したときに、前記セラミックス基板にクラックが生じない、請求項1に記載のセラミックス銅回路基板。

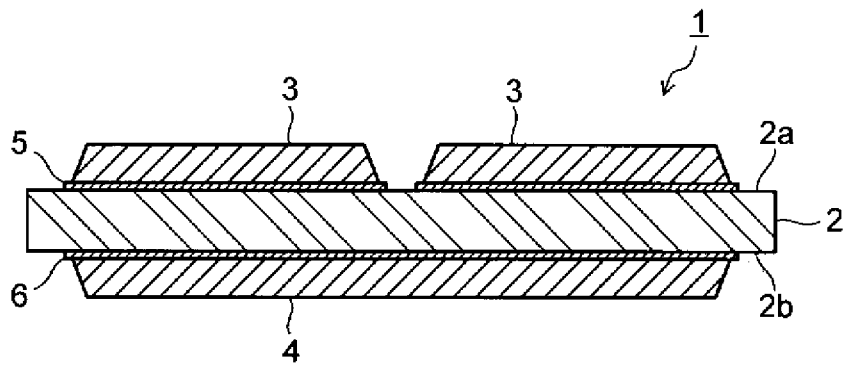
[請求項10] 前記熱サイクル試験は、 -40°C ズ30分 \rightarrow 室温(25 $^{\circ}\text{C}$) \times 10分 \rightarrow 175 $^{\circ}\text{C}$ \times 30分 \rightarrow 室温(25 $^{\circ}\text{C}$) \times 10分を1サイクルとして実施される、請求項9に記載のセラミックス銅回路基板。

[請求項11] 請求項1に記載のセラミックス銅回路基板と、
前記セラミックス銅回路基板の前記第1の銅板上に搭載された半導体チップと
を具備することを特徴とする半導体装置。

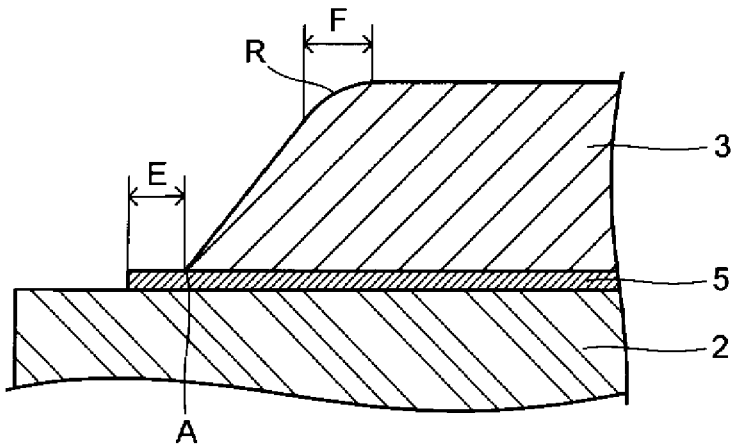
[請求項12] 前記半導体チップはSiC素子を備える、請求項11に記載の半導

体装置。

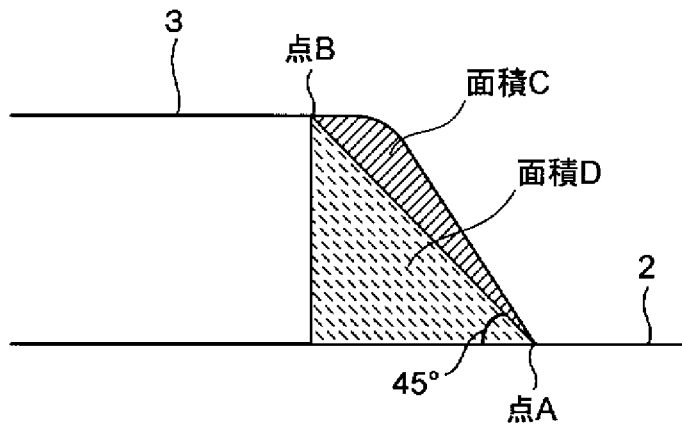
[図1]



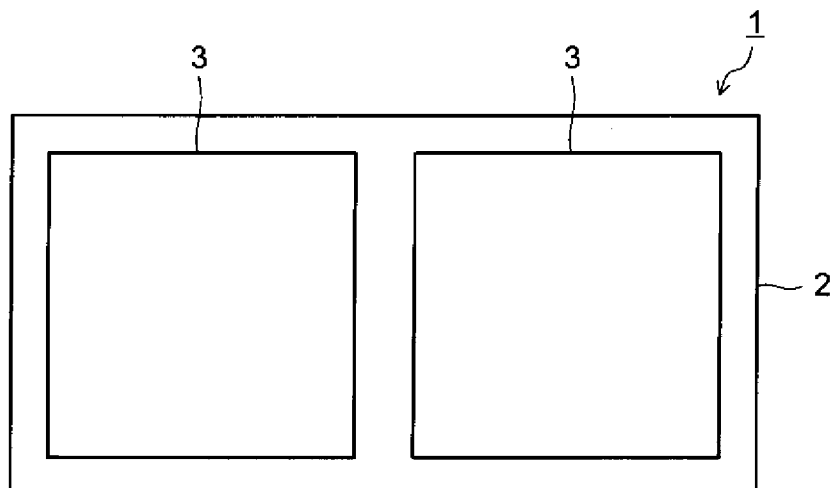
[図2]



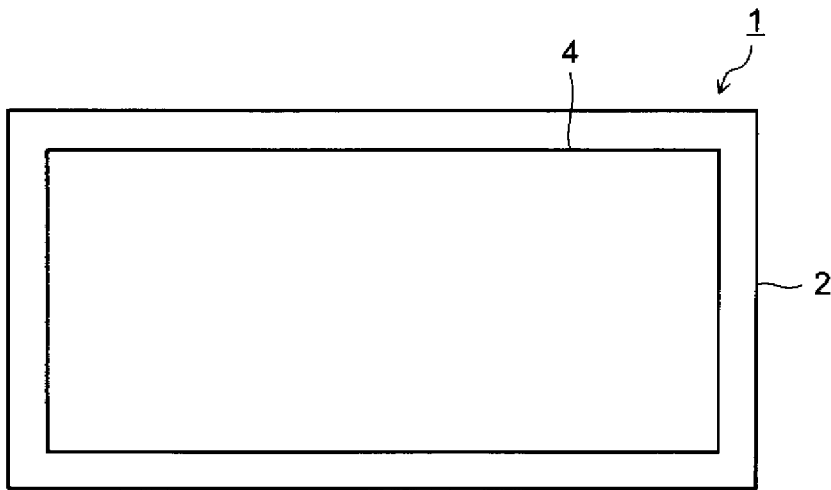
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 0 1 2 / 0 0 8 1 7 8

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L23/12 (2006.01)i, C04B37/02 (2006.01)i, H01L23/13 (2006.01)i, H01L23/14 (2006.01)i, H05K1/02 (2006.01)i, H05K1/09 (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)

H01L23/12, C04B37/02, H01L23/13, H01L23/14, H05K1/02, H05K1/09

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

Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1	996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2013
Kokai	Jitsuyo	Shinan	Koho	1971-2013	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2013

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.
Y	JP 2004-314161 A (Hitachi Metals, Ltd.), 11 November 2004 (11.11.2004), paragraphs [0021] to [0052]; fig. 2 (Family: none)	1-12
Y	JP 5-304350 A (Mitsubishi Electric Corp.), 16 November 1993 (16.11.1993), paragraphs [0009] to [0018] (Family: none)	1-12
Y	JP 2002-232090 A (Kyocera Corp.), 16 August 2002 (16.08.2002), paragraphs [0006] to [0034] (Family: none)	1-12

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

"I" 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

21 January, 2013 (21.01.13)

Date of mailing of the international search report

29 January, 2013 (29.01.13)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 012 / 008178

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-004156 A (Mitsubishi Electric Corp.), 06 January 1998 (06.01.1998), paragraphs [0018] to [0051] (Family : none)	3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H01L23/12 (2006. 01) i, C04B37/02 (2006. 01) i, H01L23/13 (2006. 01) i, H01L23/14 (2006. 01) i,
 H05K1/02 (2006. 01) i, H05K1/09 (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. H01L23/12, C04B37/02, H01L23/13, H01L23/14, H05K1/02, H05K1/09

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	1922-19
日本国公開実用新案公報	1971-20
日本国実用新案登録公報	1996-20
日本国登録実用新案公報	1994-20

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)
 年

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 2004-314161 A (日立金属株式会社) 2004. 11. 11, 段落 【0021】 - 【0052】, 図 2 (ファミリーなし)	1-12
Y	JP 5-304350 A (三菱電機株式会社) 1993. 11. 16, 段落 【0009】- 【0018】 (ファミリーなし)	1-12
Y	JP 2002-232090 A (京セラ株式会社) 2002. 08. 16, 段落 【0006】 - 【0034】 (ファミリーなし)	1-12

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

IA 「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」
 IE 「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」
 I 「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)」
 Iθ 「口頭による開示、使用、展示等に言及する文献」
 IP 「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」
 IY 「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」
 I& 「同一パテントファミリー文献」

国際調査を完了した日
 21. 01. 2013

国際調査報告の発送日
 29. 01. 2013

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA / JP)
 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)
 山本 雄一
 電話番号 03-3581-1101 内線 3471

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
Y	JP 10-004156 A (三菱電機株式会社) 1998. 01. 06 , 段落 【0018】 - 【0051】 (ファミリーなし)	3