

(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  
2024年3月14日(14.03.2024)



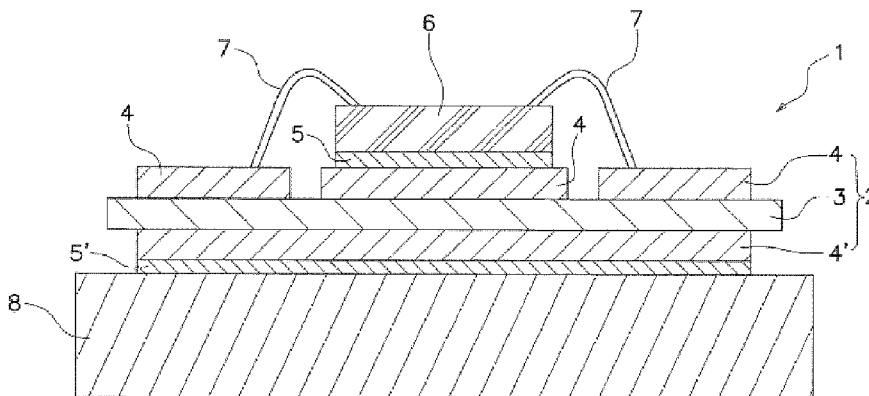
(10) 国際公開番号

WO 2024/053619 A1

- (51) 国際特許分類:  
C04B 35/119 (2006.01) H05K 1/03 (2006.01)  
H01L 23/15 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/032291
- (22) 国際出願日: 2023年9月4日(04.09.2023)
- (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:  
PCT/JP2022/033331 2022年9月5日(05.09.2022) JP
- (71) 出願人: NGKエレクトロデバイス株式会社 (NGK ELECTRONICS DEVICES, INC.) [JP/JP]; 〒7592212 山口県美祢市大嶺町東分字岩倉2701番1 Yamaguchi (JP). 日本碍子株式会社(NGK INSULATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 田部 正大(TANABE, Shota); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 森下 瑛文(MORISHITA, Akifumi); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 日比野 朝彦(HIBINO, Tomohiko); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 植谷 政之(UETANI, Masayuki); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 山本 順也(YAMAMOTO, Junya); 〒7592212 山口県美祢市大嶺町東分字岩倉2701番1 NGKエレクトロデバイス株式会社内 Yamaguchi (JP).

(54) Title: CERAMIC SUBSTRATE, AND SEMICONDUCTOR DEVICE SUBSTRATE PROVIDED WITH SAME

(54) 発明の名称: セラミック基板、及びこれを備えた半導体装置用基板



(57) Abstract: A ceramic substrate according to the present invention contains alumina, zirconia, yttria, and a glassy substance. The glassy substance contains, as elements, Si, an alkali metal, and O which are each a first component, and contains, as an element, at least one selected from Ca, Sr, and Ba which are each a second component. The contained amount of the zirconia is 5-14 wt%. When the value obtained by dividing the concentration of the alkali metal, which is the first component of the glassy substance, as expressed in terms of an oxide, by an interface total distance (grain boundary length) at which  $Al_2O_3$ ,  $ZrO_2$ , and  $SiO_2$  are located adjacent to each other is defined as A, when the concentration of Si, which is the first component of the glassy substance, as expressed in terms of an oxide is defined as B, and when the total mass concentration of Ca, Sr, and Ba, which are each the second component of the glassy substance, as expressed in terms of an oxide is defined as C, the value of  $A/(B \times C)$  is  $7.1 \times 10^{-4}$  or less.

WO 2024/053619 A1

(74) 代理人: 立花 顕治 (TACHIBANA, Kenji);  
〒5300005 大阪府大阪市北区中之島 6-2-4  
0 中之島インテス 2 1 階 Osaka (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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: 本発明に係るセラミック基板は、アルミナと、ジルコニアと、イットリアと、ガラス質と、を含有し、前記ガラス質は、第1成分として、元素として、Si、アルカリ金属、及びOを含み、第2成分として、元素として、Ca、Sr、及びBaから選択される少なくとも1種類を含み、前記ジルコニアの含有量が5~14wt%であり、前記ガラス質の第1成分である前記アルカリ金属の酸化物換算での濃度を、 $A$   $l_2O_3$ 、 $ZrO_2$ 、 $SiO_2$ 同士が各々隣接する界面総距離(粒界長さ)で除した値を $A$ とし、前記ガラス質の第1成分であるSiの酸化物換算での濃度を $B$ とし、前記ガラス質の第2成分であるCa、Sr、及びBaの酸化物換算での合計質量濃度を $C$ としたとき、 $A/(B \times C)$ の値が、 $7.1 \times 10^{-4}$ 以下である。

## 明 細 書

発明の名称：

セラミック基板、及びこれを備えた半導体装置用基板

技術分野

[0001] 本発明は、セラミック基板、及びこれを備えた半導体装置用基板に関する。

背景技術

[0002] パワートランジスタモジュールなどに用いる半導体装置用基板として、セラミック基板の表面に銅板を備えたDBOC基板（Direct Bonding of Copper Substrate）が知られている（例えば、特許文献1～3）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表2022-515808号公報  
特許文献2：国際公開第2012/060341号公報  
特許文献3：国際公開第2020/115868号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、上述した半導体装置用基板では、セラミック基板の表面に銅板が接合されるが、本発明者は、セラミック基板の酸素イオン伝導性が高くなると、直流電圧を印加した際にセラミック基板と銅板との接合強度が低下し、銅板が剥がれるおそれがあることを見出した。

[0005] 本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、銅板が接合された場合において、直流電圧を印加した際にその剥がれを抑制することができる、セラミック基板及び半導体装置用基板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

- [0006] 項 1. アルミナと、  
ジルコニアと、  
イットリアと、  
ガラス質と、  
を含有し、  
前記ガラス質は、  
第 1 成分として、元素として、S i、アルカリ金属、O を含み、  
第 2 成分として、元素として、C a、S r、及び B a から選択される少なくとも 1 種類を含み、  
前記ジルコニアの含有量が 5 ~ 1 4 質量%であり、  
前記ガラス質の第 1 成分である前記アルカリ金属の酸化物換算での濃度を、 $A l_2 O_3$ 、 $Z r O_2$ 、 $S i O_2$  同士が各々隣接する界面総距離（粒界長さ）で除した値を A とし、  
前記ガラス質の第 1 成分である S i の酸化物換算での濃度を B とし、  
前記ガラス質の第 2 成分である C a、S r、及び B a の酸化物換算での合計質量濃度を C としたとき、  
 $A / (B \times C)$  の値が、 $7.1 \times 10^{-4}$  以下である、セラミック基板。
- [0007] 項 2. 前記ガラス質の第 2 成分の含有量に対する前記アルカリ金属の含有量の質量比が、1.0 以下である、項 1 に記載のセラミック基板。
- [0008] 項 3. 前記ジルコニアの含有量が 11 質量%以上である、項 1 または 2 に記載のセラミック基板。
- [0009] 項 4. 前記ジルコニアに対する前記イットリアのモル分率が、0.015 ~ 0.035 である、項 1 から 3 のいずれかに記載のセラミック基板。
- [0010] 項 5. 前記アルミナの含有量に対する、前記ジルコニア及び前記イットリアの合計含有量の質量比が、0.10 以上である、項 1 から 4 のいずれかに記載のセラミック基板。
- [0011] 項 6. 前記アルカリ金属酸化物の含有量に対する、前記シリカ、前記マグネシア、及び前記ガラス質の第 2 成分の合計含有量の質量比が 25.0 以上で

ある、項1から5のいずれかに記載のセラミック基板。

[0012] 項7. 抗折強度が550MPa以上である、項1から6のいずれかに記載のセラミック基板。

[0013] 項8. 抗折強度が700MPa以上である、項1から6のいずれかに記載のセラミック基板。

[0014] 項9. 電子部品を実装するための半導体装置用基板であって、

項1から8のいずれかに記載のセラミック基板と、

前記セラミック基板に接合される銅板と、

を備えている、半導体装置用基板。

### 発明の効果

[0015] 本発明によれば、セラミック基板に銅板が接合されている場合に、直流電圧を印加した際にその剥がれを抑制することができる。

### 図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明に係る半導体装置用基板を有する半導体装置の一実施形態を示す断面図である。

[図2]本発明に係る実施例1のセラミック基板断面の $Al_2O_3$ ,  $ZrO_2$ ,  $SiO_2$ のBoundary Map及び結晶粒界長さを示す図である。

[図3]本発明に係る実施例1のセラミック基板の断面SEM像である。

[図4]本発明に係る比較例3のセラミック基板の断面SEM像である。

[図5]本発明に係る実施例1および比較例3のセラミック基板におけるインピーダンスと周波数の関係を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明に係るセラミック基板及びそれを用いた半導体装置用基板の一実施形態について、図面を参照しながら説明する。図1は、本実施形態に係る半導体装置用基板を有する半導体装置の断面図である。

[0018] <1. 半導体装置の概要>

本実施形態に係る半導体装置は、例えば、パソコン、大型白物家電、鉄道、電気自動車、発電（風力発電、太陽光発電、燃料電池など）、空調機、産

業用ロボット、業務用エレベータ、家庭用電子レンジ、IH電気炊飯器、UPS（無停電電源）などの様々な電子機器においてパワーモジュールとして用いられる。

[0019] 図1に示すように、本実施形態に係る半導体装置1は、半導体装置用基板2、第1接合材5、第2接合材5'、半導体チップ6、ボンディングワイヤ7、及びヒートシンク8を備えている。

[0020] 半導体装置用基板2は、いわゆるDBOC基板（Direct Bonding of Copper Substrate）であり、絶縁体である板状のセラミック基板3と、その一方の面（上面）に接合された第1銅板4と、他方の面（下面）に接合された第2銅板4'とを備える。セラミック基板3の詳細については、後述する。

[0021] 第1銅板4には、伝送回路が形成されている。一方、第2銅板4'は、平板状に形成されている。

[0022] この半導体装置用基板2の上面、つまり第1銅板4の上面の一部には、第1接合材5を介して半導体チップ6が接合されている。また、ボンディングワイヤ7により、半導体チップ6と第1銅板4とが接続されている。

[0023] 一方、半導体装置用基板2の下面、つまり第2銅板4'の下面には、第2接合材5'を介してヒートシンク8が接合されている。ヒートシンク8は、公知のものであり、例えば銅などの金属によって構成することができる。

[0024] <2. セラミック基板の構成>

次に、セラミック基板3について詳細に説明する。セラミック基板3は、アルミナ（ $Al_2O_3$ ）、ジルコニア（ $ZrO_2$ ）、イットリア（ $Y_2O_3$ ）、ガラス質、及びこれら以外の残部を含む。また、ガラス質は、第1成分及び第2成分を含む。第1成分は、元素として、Si、Mg、アルカリ金属、及びOを含み、第2成分は、元素として、Ca、Sr、及びBaから選択される少なくとも1種類を含む。但し、ガラス質に、これら以外の成分が含まれていてもよい。以下、このセラミック基板3の構成元素の含有量について説明する。

- [0025] アルミナの含有量は、例えば、75質量%以上90質量%以下が好ましく、85質量%以上90質量%以下がさらに好ましい。
- [0026] ジルコニアの含有量は、例えば、5質量%以上14質量%以下であることが好ましく、10質量%以上14質量%以下であることがさらに好ましい。ジルコニアの含有量が5質量%以上であることにより、セラミック基板3の強度を向上させることができる。また、セラミック基板3の線熱膨張係数が過小になることを抑制でき、セラミック基板3と第1及び第2銅板4、4'との線熱膨張係数差を小さくできると考えられる。その結果、銅板4との接合界面に生じる熱応力を小さくでき、接合界面にセラミック基板3のクラックが生じることの抑制に寄与するものと考えられる。また、ジルコニアの含有量が11質量%以上であれば、セラミック基板3の抗折強度を高くすることができる（例えば、後述する実施例3、6に示すように抗折強度を700MPa以上とすることができる。）。
- [0027] 一方、ジルコニアの含有量を14質量%以下とすることで、銅板接合時の接合界面における反応が過剰になることを抑制でき、接合界面にボイドが生じることを抑制できると考えられる。これは、アルミナとジルコニアの銅板接合時のCu-O共晶液相との濡れ性が違うためである。また、ジルコニアの含有量を14質量%以下とすることで、後述するように、シリカの含有量を高くすることなく、セラミック基板3のインピーダンスを向上することができる。
- [0028] イットリアの含有量は、0.3質量%以上2.0質量%以下とすることが好ましく、0.5質量%以上1.2質量%以下であることがさらに好ましい。含有量を0.3質量%以上とすることで、ジルコニア結晶相のうち単斜晶相の割合が過大になることを抑制し、一方で正方晶相の割合を多くできると考えられる。その結果、セラミック基板3の機械的強度を向上でき、接合界面にセラミック基板3のクラックが生じることの抑制に寄与するものと考えられる。
- [0029] 一方、イットリアの含有量を2.0質量%以下とすることによって、ジル

コニア結晶相のうち立方晶の割合が過大になることを抑制し、一方で正方晶の割合を多くできると考えられる。その結果、セラミック基板3の機械的強度を向上でき、接合界面にセラミック基板3のクラックが生じることの抑制に寄与するものと考えられる。

[0030] ジルコニアの含有量に対するイットリアの含有量モル分率を、0.015～0.035の範囲内とすることで、マイクロクラックの先端において、マルテンサイト変態に伴う体積増加する挙動を示す、イットリア部分安定化ジルコニア（YSZ）が形成される。YSZではジルコニアにイットリアが固溶している。その結果、クラック進展に対する抵抗が増大し、破壊靱性及び機械強度を効果的に向上させることができる。

[0031] したがって、本実施形態のセラミック基板3においては、ジルコニア及びイットリアはイットリア部分安定化ジルコニアとして存在するが、これらが単独で存在することもある。但し、本発明においては、これら2つの態様を同等のものとして説明を行う。したがって、ジルコニア及びイットリアを個別に説明する場合でも、セラミック基板3中には、イットリア部分安定化ジルコニアとして存在することがある。

[0032] また、アルミナの含有量に対する、ジルコニア及びイットリアの合計含有量の質量比が、0.10以上であることが好ましい。これは、この質量比が0.10以上であると、抗折強度を向上させることができることによる。一方、この質量比は、0.30以下であることが好ましい。これは、ジルコニアの熱伝導率がアルミナよりも低いため、この質量比が0.30を超えると、絶縁放熱回路基板として十分な熱伝導率を維持できない可能性があるためである。

[0033] なお、上述したアルミナ、ジルコニア、イットリアがセラミック基板3において酸化物そのものとして存在することは、XRD等で証明することができる。

[0034] 次に、ガラス質について説明する。上記のように、ガラス質には、元素として、Si、アルカリ金属、及びOを含む第1成分と、元素として、Ca、

Sr、及びBaから選択される少なくとも1種類を含む第2成分と、が含まれている。但し、これらの元素は、主として、シリカ ( $\text{SiO}_2$ )、アルカリ金属酸化物、酸化カルシウム ( $\text{CaO}$ )、酸化ストロンチウム ( $\text{SrO}$ )、及び酸化バリウム ( $\text{BaO}$ ) のような酸化物として存在するため、以下では、その例について説明する。なお、第1成分には、Mgを含んでいてもよく、ガラス質中においてはマグネシア ( $\text{MgO}$ ) のような酸化物として存在する。

[0035] まず、第1成分について説明する。シリカの含有量は、0.1質量%以上2.5質量%以下とすることが好ましい。シリカの含有量が、0.1質量%以上であると、後述するように、セラミック基板3の酸素イオン伝導性が抑制され、インピーダンスを向上することができる。一方、シリカの含有量が高くなると、セラミック基板3の強度が低下するおそれがあるが、これを抑制するため、シリカの含有量は2.5質量%以下であることが好ましい。

[0036] マグネシアの含有量は、0.05質量%以上0.5質量%以下とすることが好ましく、0.10質量%以上0.3質量%以下であることがさらに好ましい。マグネシアの含有量を、0.05質量%以上とすることで、焼成温度を過剰に高くしなくてもセラミック基板3を焼結させられ、アルミナ粒子及びジルコニア粒子の粗大化を抑制できると考えられる。その結果、セラミック基板3の機械的強度を向上でき、銅板4との接合界面にセラミック基板3のクラックが生じることの抑制に寄与するものと考えられる。また、セラミック基板3中に十分な量の  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  結晶（以下、「スピネル結晶」という。）を生成でき、銅板接合時におけるCu-O共晶液相との濡れ性を向上させることができると考えられる。その結果、接合界面にボイドが生じることの抑制に寄与するものと考えられる。

[0037] 一方、マグネシアの含有量を0.5質量%以下とすることによって、機械的強度が低いスピネル結晶が過剰に形成されることを抑制でき、セラミック基板3の機械的強度を向上できると考えられる。その結果、接合界面にセラミック基板3のクラックが生じることの抑制に寄与するものと考えられる。

- [0038] アルカリ金属イオンは、 $\text{SiO}_2$ の $\text{Si}-\text{O}$ 結合を切断し、非架橋酸素（Non Bridging Oxygen、NBO）を形成する働きを持ち、NBOがイオンの拡散サイトになることで、酸素イオン伝導性が生まれる。このようなアルカリ金属としては、例えば、ナトリウム、カリウム、リチウムなどを挙げることができ、これらの中から2種以上が含まれていてもよい。これらは、酸化ナトリウム（ $\text{Na}_2\text{O}$ ）、酸化カリウム（ $\text{K}_2\text{O}$ ）、及び酸化リチウム（ $\text{Li}_2\text{O}$ ）として、セラミック基板3に存在する。これらのアルカリ金属酸化物は、いずれを用いても、同様に、後述する実施例に示すことを本発明者は確認している。
- [0039] 第2成分は、いずれもガラス質の網目修飾酸化物であり、ガラス質のシリカ（ $\text{SiO}_2$ ）を主とした網目形成酸化物の骨格に組み込まれ、ガラス質の化学的及び物理的性質を変化させる働きを示す。特に、上述したようなアルカリ金属酸化物を含んだガラス質に、酸化カルシウム（ $\text{CaO}$ ）、酸化ストロンチウム（ $\text{SrO}$ ）、及び酸化バリウム（ $\text{BaO}$ ）が含まれると、NBOを拡散サイトとしたイオン伝導が抑制されることで、電気伝導性が低下することが知られている。また、電気伝導性を低下させる働きは、 $\text{CaO} < \text{SrO} < \text{BaO}$ の順に大きくなる。
- [0040] この理由は、1価のアルカリ金属イオンと、2価イオンの半径差が大きくなるほど、2価イオンによるアルカリ金属イオンの移動を阻害するブロッキングの効果が増大すること、および、非架橋酸素イオンに対する起分極性が低下し、隣り合うアルカリ金属イオンと酸素イオンの結合が強くなり、アルカリ金属イオンの移動度が低下すること、に基づく。
- [0041] また、この理由に基づいて、アルカリ金属酸化物を含んだガラス質に、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ を含めることで、絶縁性をより高めることができる。そのため、本発明が解決する課題である、直流電圧を印加することで、セラミック基板内部を、酸素イオンが負極側から正極側に伝導し、電極とセラミック基板間の接合強度が低下するという性質を改善することが可能となる。
- [0042] なお、ガラスの第2成分としては、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ のうちの1種

、または2種以上が含まれていればよい。

[0043] このセラミック基板において、ガラス質の酸化物換算での第2成分の含有量に対するアルカリ金属酸化物の含有量の質量比は、1.0以下であることが好ましく、0.5以下がさらに好ましく、0.1以下が特に好ましい。これにより、酸素イオン伝導を効果的に抑制することができる。その結果、直流電圧を印加した後に、セラミック基板3と銅板との接合強度が大きく低下するのを抑制することができる。

[0044] また、アルカリ金属酸化物の含有量に対する、シリカ、マグネシア、及びガラス質の第2成分の合計含有量の質量比が25.0以上であることが好ましく、30.0以上がさらに好ましい。これにより、酸素イオン伝導をさらに効果的に抑制することができる。特に、この値が25.0未満では、値が小さくなるほど、直流電圧を印加した後に、セラミック基板3と銅板4、4'との接合強度が大きく低下することが分かった。なお、この値の上限値としては、例えば65.0以下とすることができる。

[0045] また、ナトリウムは、電気伝導性に影響を及ぼすため、セラミック基板3におけるナトリウムの酸化物換算での含有量は、0質量%または、0質量%を超え0.05質量%以下であることが好ましい。

[0046] また、セラミック基板3におけるガラス質の酸化物換算での含有量は、例えば、0.9質量%~3質量%とすることができる。これは、0.9質量%より少ないと酸素イオン伝導を十分に抑制することができない一方、3質量%を超えると十分な抗折強度を得ることができないからである。

[0047] 残部の含有量は、酸化物換算で0.5質量%以下、さらには0.05質量%以下とすることが好ましい。これにより、焼成温度を過剰に高くしていても関わらずセラミック基板3が過剰に焼結してしまうことを抑制でき、セラミック基板3の気孔率を小さくできると考えられる。その結果、セラミック基板3の機械的強度を向上でき、銅板4との接合界面にセラミック基板3のクラックが生じることの抑制に寄与するものと考えられる。

[0048] 本実施形態において、セラミック基板3の構成元素の含有量は、上記のと

おり酸化物換算にて算出されるが、セラミック基板3の構成元素は、酸化物の形態で存在していてもよいし、酸化物の形態で存在していなくてもよい。例えば、Y、Mg及びCaのうち少なくとも1種は、酸化物の形態で存在せず、ZrO<sub>2</sub>中に固溶していてもよい。アルカリ金属に関しても、酸化物の形態で存在していないものがあるとしてもよい。酸化物の形態で存在していないアルカリ金属についても、含有量は全て酸化物換算にて算出される。

[0049] セラミック基板3の構成元素の酸化物換算での含有量は、以下のように算出される。まず、蛍光X線分析装置(XRF)、又は、走査型電子顕微鏡(SEM)に付設のエネルギー分散型分析器(EDS)を用いて、セラミック基板3の構成元素を定性分析する。次に、この定性分析により検出された各元素につき、ICP発光分光分析装置を用いて定量分析を行う。次に、この定量分析により測定された各元素の含有量を酸化物に換算する。

[0050] なお、残部に含まれる元素は、意図的に添加する元素であってもよいし、不可避免的に混入する元素でもよい。残部に含まれる元素は特に制限されないが、例えば、Fe(鉄)、Ti(チタン)、Mn(マンガン)などが挙げられる。

[0051] また、以上説明したガラス質は、マトリックス粒内には存在し得ず、マトリックス粒内に取り囲まれた領域である粒界において存在する。粒界は、例えば、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/YSZ、YSZ/YSZの3通りある。また、マクロな視点で見ると、粒界は、外部に露出していないセラミック基板3の内部(上述した3通り)、及び外部に露出した表層の2通りある。また、極微量なガラス質成分が、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、YSZに固溶する可能性がある。

[0052] また、本発明者は、ガラス質の粒界に関する以下の知見を得た。具体的には、ガラス質の粒界に関する知見を以下のように定量化して評価を行った。まず、以下のA~Cを規定した。

A: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>、SiO<sub>2</sub>同士が各々隣接する界面総距離(粒界長さ)に対するアルカリ金属の質量濃度比率(重量%/μm)を算出することで、粒界のアルカリ金属密度を模擬しAとした。粒界長さの測定方法は後述す

る。

B :  $\text{SiO}_2$ の質量濃度（重量％）をBとした。

A/B : Aに対するBの比率を算出することで、シリカの電氣的絶縁性に対する、アルカリ金属のNBOを形成する作用を模擬した。このA/Bの値が高いと酸素イオン伝導性が高まる傾向であると考えられる。

C : アルカリ金属によるNBOの形成を抑制するCaO、SrO、及びBaOの合計質量濃度（重量％）をCとした。

A/B/C (= A / (B × C)) : A/Bに対するCの比率（1 / μm · 重量％）を算出することで、NBOの生成されにくさを模擬した。

なお、A / (B × C) は、(SiO<sub>2</sub>質量濃度 / 界面総距離) × (アルカリ金属質量濃度 / Ca · Ba · Srの合計質量濃度) と定義することもできる。

[0053] 上記算出値（A / (B × C)）は、構成物の配合比率、原料粉末径、焼成時間・温度等で変化するが、本発明者は、 $7.1 \times 10^{-4}$ 以下の範囲であれば、DC耐久性が向上し、接合強度比率も優れていることを見出した。また、この算出値は、低いほど抗折強度が高くなることも、本発明者は見出した。抗折強度向上の観点からは、この算出値は、 $2.0 \times 10^{-4}$ 以下であることがさらに好ましく、 $1.5 \times 10^{-4}$ 以下であることが特に好ましいことが分かった。

[0054] <3. セラミック基板及び半導体装置用基板の製造方法>

次に、セラミック基板及び半導体装置用基板の製造方法について説明する。まず、上述した構成元素の粉体材料を調合する。次に、調合した粉体材料を、例えばボールミルなどにより粉砕混合する。

[0055] 続いて、粉砕混合した粉体材料に、有機質バインダー（例えば、ポリビニルブチラール）、溶剤（キシレン、トルエンなど）及び可塑剤（フタル酸ジオクチルなど）を添加してスラリー状物質を形成する。

[0056] これに続いて、所望の成形手段（例えば、金型プレス、冷間静水圧プレス、射出成形、ドクターブレード法、押し出し成型法など）によって、スラリー

一状物質を所望の形状に成形してセラミックス成形体を作製する。

[0057] そして、セラミックス成形体を、酸素雰囲気又は大気雰囲気で焼成すれば、セラミック基板が完成する。この場合、最高温度は1450～1650℃であることが好ましく、1555～1565℃であることがさらに好ましい。最高温度における保持時間は、0.7～1.0時間が好ましく、0.8～0.9時間がさらに好ましい。1,000℃から最高温度までの昇温速度は、5～15℃/minであることが好ましく、8～12℃/minであることが好ましく、9～11℃/minであることが特に好ましい。立ち上がりから最高温度までの昇温時間は、3～20時間が好ましく、5～15時間がさらに好ましい。

[0058] 上記設定値に対して、昇温速度が高くなる場合は、セラミック基板内部における空孔が割合的に増加することが経験的に分かっており、機械強度の低減につながる。また、上記の最高温度は一般的なガラスの融点を超える温度帯であることから、昇温工程及び最高温度を含めたガラスの融点以上で保持される時間が長くなるにつれて、マトリックス母材の粒成長が促進されて、粒界で網目状に存在するガラスのネットワークが途切れて、点在する挙動を示す傾向が強くなる。このことで、電気絶縁性の効果が弱体化する。したがって、上記のように昇温速度を高くすることで昇温時間を短くし、且つ最高温度での保持時間を短くすることが好ましい。このようなメカニズムを踏まえ最適化した条件を、上記の焼成条件とした。

[0059] 次に、半導体装置用基板の製造方法について説明する。まず、セラミック基板3の上面及び下面に、表面が酸化された銅板4、4'を配置した積層体を形成し、1065℃～1083℃の窒素雰囲気条件下で5～20分程度（例えば、10分間程度）加熱する。加熱によって、セラミック基板3と、銅板4、4'とが接合する界面に、Cu-O共晶液相が生成される。各銅板4、4'の厚みは、例えば、0.1～2.0mmとすることができる。

[0060] 続いて、この積層体を冷却することによってCu-O共晶液相が固化されて、セラミック基板3に銅板4、4'が接合される。こうして半導体装置用

基板 2 が完成する。なお、半導体チップ 6 が接合される面の銅板 4 に形成される伝送回路は、例えば、サブトラクティブ法、または、アディティブ法によって形成することができる。

## 実施例

[0061] 以下、本発明の実施例について説明する。但し、本発明は、以下の実施例に限定されない。

[0062] < 1. セラミック基板の作製 >

主成分として以下の材料で構成される、実施例 1 ~ 6 及び比較例 1 ~ 3 に係るセラミック基板を準備した。具体的には、まず、表 1 に示す組成物を所定の割合で調合した粉体材料を、ボールミルで粉砕混合した。表 1 では質量 % を w t % と表現している。なお、表 1 及び表 2 に示す数値は、各元素の酸化物換算での値である。

[0063] 次に、粉砕混合した粉体材料に、有機質バインダーとしてのポリビニルブチラールと、溶剤としてのキシレンと、可塑剤としてのフタル酸ジオクチルとを添加してスラリー状物質を形成した。

[0064] 続いて、ドクターブレード法によって、スラリー状物質をシート状に成形してセラミックス成形体を作製した。

[0065] これに続いて、セラミックス成形体を、大気雰囲気において最高温度 1 5 6 5 ° C で 0 . 8 時間焼成し、実施例 1 ~ 6 及び比較例 1 ~ 3 に係るセラミック基板を得た。なお、1 0 0 0 ° C ~ 最高温度までの昇温速度は 8 5 ° C / m i n、立ち上がりから最高温度までの昇温時間は 7 0 分間とした。このセラミック基板のサイズは、厚み 0 . 3 2 m m、縦 3 9 m m、横 4 5 m m であった。

[0066]

[表1]

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6	比較例 1	比較例 2	比較例 3
組成	含有量 [wt%]								
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	89.23	88.24	84.56	88.90	89.02	87.38	84.23	83.33	89.68
ZrO <sub>2</sub>	9.10	9.24	13.70	9.43	9.21	11.01	13.51	13.51	9.06
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.50	0.50	0.73	0.53	0.46	0.60	0.74	0.79	0.50
SiO <sub>2</sub>	0.68	1.16	0.48	0.74	1.03	0.60	1.13	1.37	0.35
CaO	0.32	0.62	0.31	0.20	0.01	0.24	0.01	0.11	0.04
SrO	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.10	0.09	0.11	0.08	0.22	0.12	0.23	0.70	0.28
Na <sub>2</sub> O	0.04	0.05	0.03	0.03	0.02	0.03	0.07	0.13	0.05
残部	0.03	0.10	0.08	0.04	0.02	0.02	0.08	0.06	0.04
計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

[0067] そして、実施例及び比較例のセラミック基板の上面及び下面に、表面が酸化された厚みが0.3mmの銅板を配置し、大気圧下で、1070℃の窒素雰囲気条件下で10分程度加熱する。こうして、実施例1～6及び比較例1～3に係る半導体装置用基板を得た。

[0068] <2. 評価>

以下の評価を行った。

[0069] (1) 粒界長さに関する評価方法

実施例1～6及び比較例1～3に係る半導体装置用基板について、アルカリ金属酸化物に対するガラス質の第2成分の質量比を評価した。次に、実施例1～6及び比較例1～3について、半導体装置用基板の接合強度（DC（Direct Current）印加前接合強度）を測定した。続いて、各半導体装置用基板を150℃で加熱しながら、DC800Vを100時間印加した後の接合強度（DC印加後接合強度）を測定した。これに続いて、EBSD（Electron Back Scatter Diffraction）法により、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>、SiO<sub>2</sub>の結晶粒方位分布を捉えることで、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>、SiO<sub>2</sub>同士が各々隣接する界面総距離（粒界長さ）を算出した。粒界の定義は、結晶粒間の方位差が5°以上である場合とした。測定部位は、銅板で挟まれたセラミック基板断面の中央部とし、倍率3，

000倍で観察した領域内において、 $30 \times 30 \mu\text{m}$  ( $900 \mu\text{m}^2$ ) の範囲をEBSD観察領域とした。実施例1の測定結果を図2に示した。

[0070] (2) 接合強度の測定方法

接合強度は、以下のように測定した。まず、接合している長方形の銅板を端部から所定の長さだけ長辺方向に引き剥がし、 $90^\circ$  方向に折り曲げる。次に、折り曲げた銅板の端部をクリップで挟み、垂直方向に引き上げる。その際の最大値を測定強度と定義した。すなわち、接合強度 ( $\text{kg}/\text{cm}$ ) = 引上げ荷重 ( $\text{kg}$ ) 最大値 / 長方形の短辺長さ ( $\text{cm}$ ) とした。そして、DC印加前の接合強度に対するDC印加後の接合強度の割合を算出し、これを接合強度比率 (%) とした。

[0071] (3) 抗折強度の測定方法

実施例1～6及び比較例1～3に係るセラミック基板について、JIS R 1601 : 2008に準じた3点曲げ試験により、抗折強度を測定した。

[0072] (4) 接合強度及び抗折強度に関する考察

表2に結果を示す。実施例1～6は、DC印加前後においても、接合強度の低下率が1.0%未満であり、高いレベルで接合強度が維持されていることが分かった。一方、比較例1～3はDC印加前後で、接合強度が20～50%程度低下することが分かった。これは、実施例1～6ではアルカリ金属酸化物に対するガラス質の第2成分の質量比が1.0以下であることで、酸素イオン伝導が効果的に抑制された現象に起因すると考えられる。

[0073] また、実施例1～6は、アルカリ金属酸化物の含有量に対する、シリカ、マグネシア、及びガラス質の第2成分の合計含有量の質量比が25.0以上であるのに対し、比較例1～3は、いずれも25.0未満であった。特に、比較例1～3に示すように、この値が小さくなるほど、接合強度比率が低下していることが分かった。したがって、この値が大きくなるほど、酸素イオン伝導が効果的に抑制されたと考えられる。

[0074] 実施例1及び比較例3については、ジルコニアとイットリアの含有量が同等であるにも関わらず、DC印加前後の接合強度に顕著な差が生じた。そこ

で、セラミック基板の断面のSEM像を取得し、それぞれ図3及び図4に示した。図3及び図4を比較すると、YSZ（図中のB2, C2で示す白色部分）は点在する挙動を示しており、粒界で連通しているような機構は確認されなかったため、YSZの分布の差による影響ではないことがいえる。したがって、YSZ添加量が同等にも関わらず、DC印加前後の接合強度劣化具合に顕著な差が生じたのは、ガラス質の第2成分の酸化物換算質量に対するアルカリ金属酸化物の質量比によるものと考えられる。すなわち、実施例1では、この値が1.0以下であることで接合強度が維持されといえる。一方、比較例3では、この値が1.0より高いことで接合強度が低下したといえる。

[0075] また、実施例1及び比較例3について、インピーダンス測定を実施した結果を図5に示す。図5で、例えば、 $1.0E+03$ は1掛ける10の3乗を意味する。なお、測定方法は、交流インピーダンス測定法である。半導体装置用基板に対し98.4Vの直流電圧を印加した上で、さらに、1Vrmsの交流電圧を印加してインピーダンスを測定した。結果として、比較例3よりも実施例1の方が、 $1.0E-03$ から $1.0E+01$  (HZ)の低い周波数領域におけるインピーダンスが大きくなっており、絶縁性が向上することを確認した。これは、実施例1の方が、比較例3よりもカルシアの含有量が多いからであると考えられる。

[0076] 実施例1～6及び比較例1～3について、抗折強度はいずれも550MPa以上の値を示した。抗折強度が550MPa以上であると、様々な用途で応用し得るDBOC基板として使用可能である。特に、実施例3, 4は、実施例1, 2, 5, 6に比べ、ジルコニアの含有量が高く、シリカの含有量が低いため、抗折強度が高くなっている。

[表2]

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6	比較例 1	比較例 2	比較例 3
アルカリ金属/ガラス質第 2 成分 質量比 [---]	0.13	0.08	0.10	0.12	1.0	0.13	7.0	1.18	1.25
(ガラス質第 2 成分+MgO+SiO <sub>2</sub> ) / アルカリ金属質量比 [---]	27.6	37.4	30.0	35.7	63.5	31.9	20.5	16.8	13.4
DC印加前接合強度 [kg/cm]	12.5	10.5	11.5	10.4	12.3	13.3	10.3	21.0	9.3
DC印加後接合強度 [kg/cm]	12.4	10.4	11.4	10.3	12.2	13.3	8.2	13.6	4.6
接合強度比率[%] (DC印加後/DC印加前)	99.2	99.0	99.1	99.0	99.2	99.8	79.6	64.6	49.5
抗折強度 [MPa]	620	560	730	576	569	750	650	660	700

[0077] (5) 粒界長さに関する考察

表 3 に結果を示す。上述した A, B, C, A/B, A/(B×C) を算出した。

実施例 1～6 に示すように、 $7.1 \times 10^{-4}$ 以下の範囲であれば、DC 耐久性が向上し、接合強度比率も優れていることが分かった。また、この算出値は、低いほど抗折強度が高くなることが分かった。特に、実施例 3, 6 に示すように、 $1.5 \times 10^{-4}$ より小さいと抗折強度がより高くなることが分かった。一方、比較例 1～3 は、上記算出値 (A/(B×C)) がいずれも  $7.1 \times 10^{-4}$ より大きく、抗折強度及び接合強度比率が、実施例 1～6 よりも低かった。

[表3]

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6	比較例 1	比較例 2	比較例 3
SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , ZrO <sub>2</sub> 粒子が各々 隣接し合う界面の総距離X1 [μm]	1261	1543	1514	1343	1375	1532	1232	774	1254
A: アルカリ金属の酸化物換算での 質量濃度/界面総距離[wt%/μm]	5.4E-04	7.5E-04	3.2E-04	5.5E-04	7.5E-04	3.9E-04	9.2E-04	1.8E-03	2.8E-04
B: Siの酸化物換算での質量濃度[wt%]	0.68	1.16	0.48	0.74	1.03	0.60	1.13	1.37	0.55
C: Ca・Ba・Srの酸化物換算での 合計質量濃度[wt%]	1.3E-01	8.1E-02	9.7E-02	1.2E-01	1.0E+00	1.3E-01	4.8E+00	1.2E+00	1.3E+00
A/B×C[1/μm・wt%]	1.5E-04	4.9E-05	1.3E-04	1.2E-04	7.1E-04	1.4E-04	3.4E-03	1.1E-03	2.8E-03
抗折強度[MPa]	620	560	730	576	569	750	650	660	700
接合強度比率[%]	99.200	99.048	99.130	99.038	99.187	99.800	79.612	64.762	49.462

符号の説明

[0078] 2…半導体装置用基板

3…セラミック基板

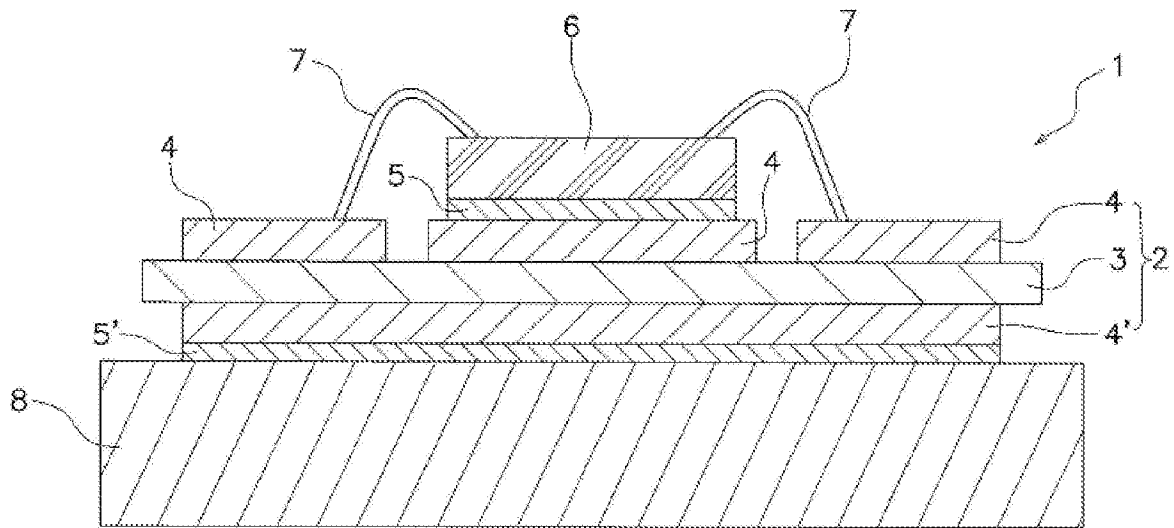
4, 4'…銅板

## 請求の範囲

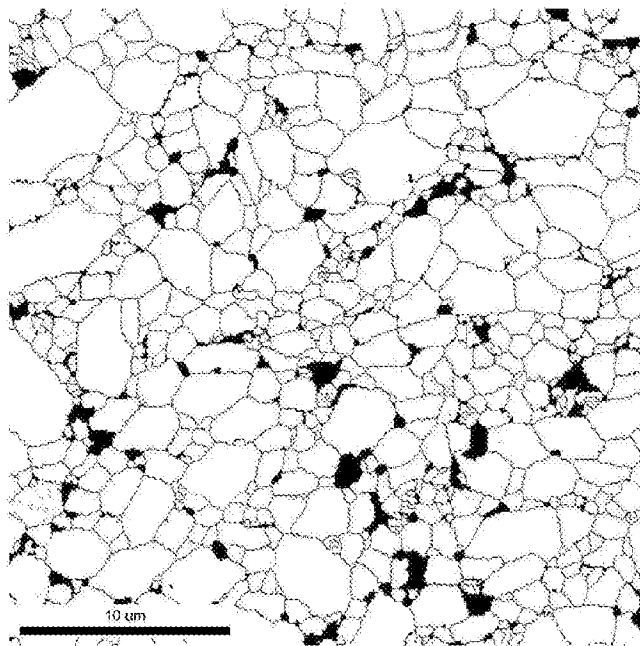
- [請求項1] アルミナと、  
ジルコニアと、  
イットリアと、  
ガラス質と、  
を含有し、  
前記ガラス質は、  
第1成分として、元素として、Si、アルカリ金属、及びOを含み、  
第2成分として、元素として、Ca、Sr、及びBaから選択される少なくとも1種類を含み、  
前記ジルコニアの含有量が5～14質量%であり、  
前記ガラス質の第1成分である前記アルカリ金属の酸化物換算での濃度を、 $Al_2O_3$ 、 $ZrO_2$ 、 $SiO_2$ 同士が各々隣接する界面総距離（粒界長さ）で除した値をAとし、  
前記ガラス質の第1成分であるSiの酸化物換算での濃度をBとし、  
前記ガラス質の第2成分であるCa、Sr、及びBaの酸化物換算での合計質量濃度をCとしたとき、  
 $A / (B \times C)$ の値が、 $7.1 \times 10^{-4}$ 以下である、セラミック基板。
- [請求項2] 前記ガラス質の第2成分の酸化物換算での含有量に対する前記アルカリ金属の酸化物換算での含有量の質量比が、1.0以下である、請求項1に記載のセラミック基板。
- [請求項3] 前記ジルコニアの含有量が11質量%以上である、請求項1に記載のセラミック基板。
- [請求項4] 前記ジルコニアに対する前記イットリアのモル分率が、0.015～0.035である、請求項1に記載のセラミック基板。

- [請求項5] 抗折強度が550MPa以上である、請求項1に記載のセラミック基板。
- [請求項6] 抗折強度が700MPa以上である、請求項1に記載のセラミック基板。
- [請求項7] 電子部品を実装するための半導体装置用基板であって、  
請求項1に記載のセラミック基板と、  
前記セラミック基板に接合される銅板と、  
を備えている、半導体装置用基板。

[図1]



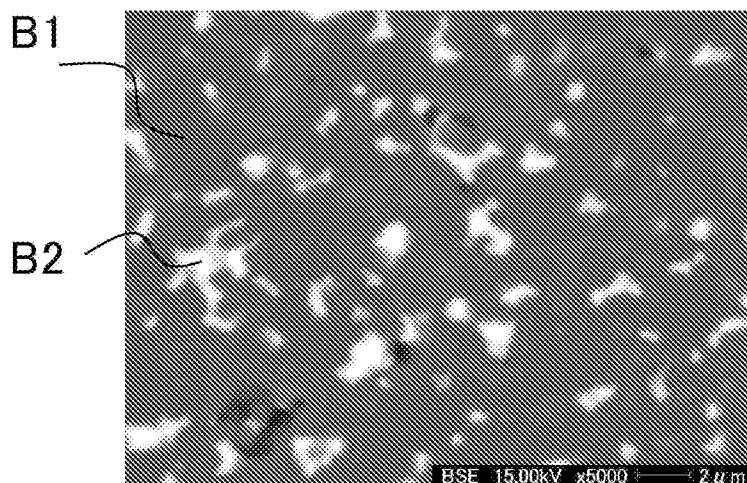
[図2]



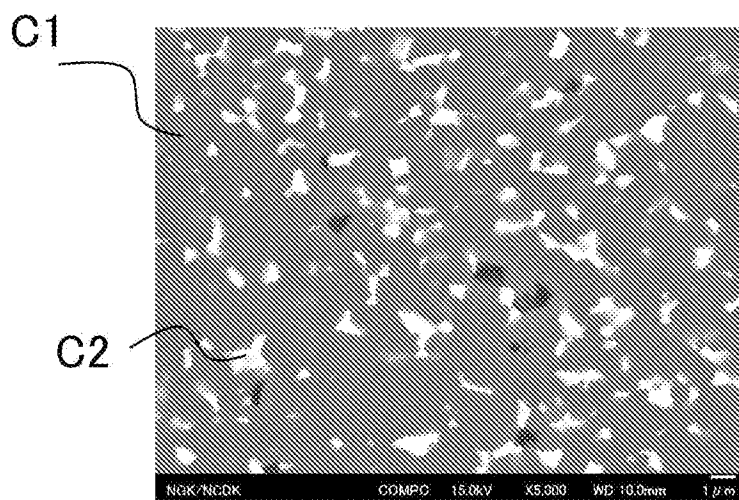
	Min	Max	Fraction	Number	Length
-----	2°	5°	0.045	1037	59.87 microns
-----	5°	15°	0.008	189	10.91 microns
-----	15°	180°	0.947	21705	1.25 mm

Boundary Map

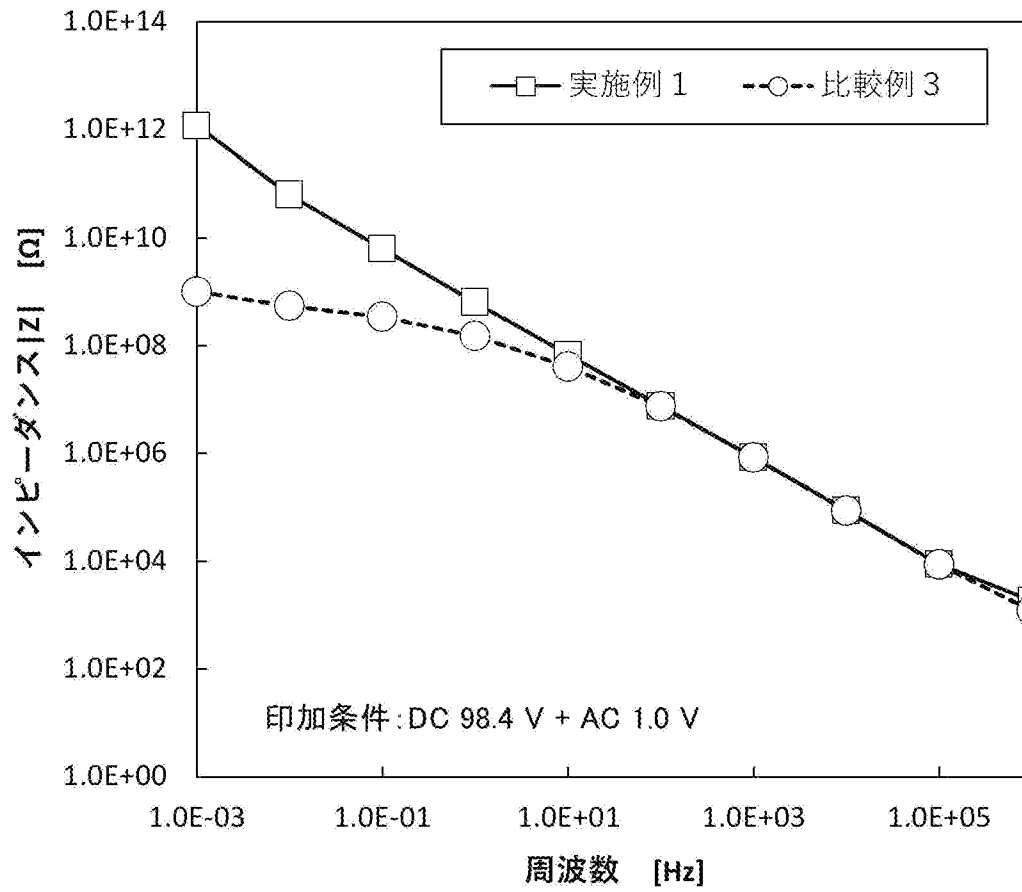
[図3]



[図4]



[図5]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/032291

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>C04B 35/119</i> (2006.01)i; <i>H01L 23/15</i> (2006.01)i; <i>H05K 1/03</i> (2006.01)i FI: C04B35/119; H01L23/14 C; H05K1/03 610D		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C04B35/119; H01L23/15; H05K1/03		
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 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2022/118802 A1 (NGK ELECTRONICS DEVICES, INC.) 09 June 2022 (2022-06-09) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2022-515808 A (NANCHONG THREE-CIRCLE ELECTRONICS CO., LTD.) 22 February 2022 (2022-02-22) entire text, all drawings	1-7
A	WO 2020/115868 A1 (NGK ELECTRONICS DEVICES, INC.) 11 June 2020 (2020-06-11) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2011-241131 A (SUMITOMO METAL ELECTRONICS DEVICES INC) 01 December 2011 (2011-12-01) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2013-230949 A (KYOCERA CORP) 14 November 2013 (2013-11-14) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2017-224656 A (NGK ELECTRONICS DEVICES, INC.) 21 December 2017 (2017-12-21) entire text, all drawings	1-7
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>06 October 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>17 October 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/JP2023/032291**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2013/008919 A1 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 17 January 2013 (2013-01-17) entire text, all drawings	1-7
-----		

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2023/032291**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2022/118802	A1	09 June 2022	CN 114867699	A
-----					
JP	2022-515808	A	22 February 2022	EP 3845507	A1
				whole document, whole drawing	
				WO 2021/012448	A1
				CN 110330317	A
-----					
WO	2020/115868	A1	11 June 2020	US 2021/0261473	A1
				whole document, whole drawing	
				EP 3854766	A1
				CN 112789256	A
-----					
JP	2011-241131	A	01 December 2011	(Family: none)	
-----					
JP	2013-230949	A	14 November 2013	(Family: none)	
-----					
JP	2017-224656	A	21 December 2017	(Family: none)	
-----					
WO	2013/008919	A1	17 January 2013	CN 103492345	A
				KR 10-2013-0135965	A
-----					

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C04B 35/119(2006.01)i; H01L 23/15(2006.01)i; H05K 1/03(2006.01)i FI: C04B35/119; H01L23/14 C; H05K1/03 610D		
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）） C04B35/119; H01L23/15; H05K1/03 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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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 2022/118802 A1 (NGKエレクトロデバイス株式会社) 09.06.2022 (2022-06-09) 全文, 全図	1-7
A	JP 2022-515808 A (南充三環電子有限公司) 22.02.2022 (2022-02-22) 全文, 全図	1-7
A	WO 2020/115868 A1 (NGKエレクトロデバイス株式会社) 11.06.2020 (2020-06-11) 全文, 全図	1-7
A	JP 2011-241131 A (株式会社住友金属エレクトロデバイス) 01.12.2011 (2011-12-01) 全文, 全図	1-7
A	JP 2013-230949 A (京セラ株式会社) 14.11.2013 (2013-11-14) 全文, 全図	1-7
A	JP 2017-224656 A (NGKエレクトロデバイス株式会社) 21.12.2017 (2017-12-21) 全文, 全図	1-7
<input checked="" 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 “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 “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 “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 06.10.2023	国際調査報告の発送日 17.10.2023	
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） 田中 永一 4T 9539 電話番号 03-3581-1101 内線 3465	

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 2013/008919 A1 (株式会社東芝) 17.01.2013 (2013 - 01 - 17) 全文, 全図	1-7
-----		

