

(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  
2021年10月14日(14.10.2021)



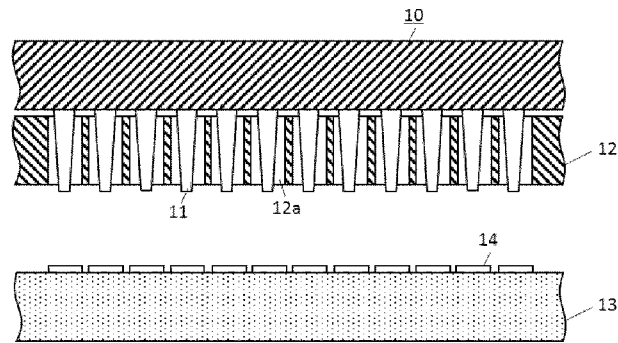
(10) 国際公開番号

**WO 2021/206148 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*C04B 35/488* (2006.01) *G01R 1/073* (2006.01)  
*C04B 35/596* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/014925
- (22) 国際出願日: 2021年4月8日(08.04.2021)
- (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 2020-071158 2020年4月10日(10.04.2020) JP
- (71) 出願人: 株式会社フェロテックマテリアルテクノロジーズ (FERROTEC MATERIAL TECHNOLOGIES CORPORATION) [JP/JP]; 〒1030027 東京都中央区日本橋二丁目3番4号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 山岸 航 (YAMAGISHI, Wataru); 〒1030027 東京都中央区日本橋二丁目3番4号 株式会社フェロテックマテリアルテクノロジーズ内 Tokyo (JP). 森 一政 (MORI, Kazumasa); 〒1030027 東京都中央区日本橋二丁目3番4号 株式会社フェロテックマテリアルテクノロジーズ内 Tokyo (JP). 衛藤 俊一 (ETO, Shunichi); 〒1030027 東京都中央区日本橋二丁目3番4号 株式会社フェロテックマテリアルテクノロジーズ内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人ブライトス (BRIGHTAS IP ATTORNEYS); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜3丁目5番22号 Osaka (JP).

(54) Title: CERAMIC, PROBE-GUIDING PART, PROBE CARD AND SOCKET FOR INSPECTING PACKAGE

(54) 発明の名称: セラミックス、プローブ案内部品、プローブカードおよびパッケージ検査用ソケット



(57) Abstract: This ceramic contains, by mass%: 20.0-60.0% of  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ; 25.0-70.0% of  $\text{ZrO}_2$ ; 2.0-17.0% of at least one selected from  $\text{SiC}$  and  $\text{AlN}$  (where  $\text{AlN}$  is 10.0% or less); and 5.0-15.0% of at least one selected from  $\text{MgO}$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MoO}_3$ ,  $\text{CrO}$ ,  $\text{CoO}$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{NiO}$ , and  $\text{V}_2\text{O}_5$ , wherein  $F_n$  calculated from equation (1) below is 0.02-0.40. This ceramic can be subjected to a highly efficient laser processing.  $F_n = (\text{SiC} + 3\text{AlN}) / (\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{ZrO}_2) \cdot \cdot \cdot (1)$



WO 2021/206148 A1

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, 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).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(57) 要約: 質量%で、 $Si_3N_4$ : 20.0~60.0%と、 $ZrO_2$ : 25.0~70.0%と、 $SiC$ および $AlN$ から選択される1種類以上: 2.0~17.0% (ただし、 $AlN$ は10.0%以下)と、 $MgO$ 、 $Y_2O_3$ 、 $CeO_2$ 、 $CaO$ 、 $HfO_2$ 、 $TiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 、 $MoO_3$ 、 $CrO$ 、 $CoO$ 、 $ZnO$ 、 $Ga_2O_3$ 、 $Ta_2O_5$ 、 $NiO$ および $V_2O_5$ から選択される1種類以上: 5.0~15.0%とを含有し、下記(1)式から求められる $F_n$ が0.02~0.40である、セラミックス。このセラミックスは、高効率なレーザ加工が可能である。 $F_n = (SiC + 3AlN) / (Si_3N_4 + ZrO_2) \dots (1)$

## 明 細 書

発明の名称：

セラミックス、プローブ案内部品、プローブカードおよびパッケージ検査用ソケット

### 技術分野

[0001] 本発明は、セラミックス、プローブ案内部品、プローブカードおよびパッケージ検査用ソケットに関する。

### 背景技術

[0002] 例えば、ICチップの検査工程においては、プローブカードが用いられる。図1には、プローブカードの構成を例示した断面図を示し、図2には、プローブガイドの構成を例示した上面図を示す。図1に示すように、プローブカード10は、針状のプローブ11と、各プローブ11を導通させるための複数の貫通孔12aを有するプローブガイド（プローブ案内部品）12を備える検査治具である。そして、ICチップ14の検査は、複数のプローブ11をシリコンウエハ13上に形成されたICチップ14に接触させることにより行われる。

[0003] 特許文献1には、窒化珪素25～60質量%と窒化硼素40～75質量%との混合物を主原料とするセラミックスが例示されている。また、特許文献2には、主成分が窒化硼素30～50質量%、およびジルコニア50～70質量%からなることを特徴とする快削性セラミックスに関する発明が開示されている。

[0004] 近年のデバイスの微細化や高性能化に伴い、その検査装置に用いられるプローブガイドには、シリコンウエハ13と同程度の熱膨張率を有すること、プローブ荷重に耐えられる機械的強度(曲げ強度)を有すること、微小プローブを通す穴を高精度に多数加工できることなどが求められる。

[0005] 例えば、ICチップの検査工程の検査効率は、ICチップに同時に接触できるプローブの本数に依存する。このため、近年、MEMS (Micro Electro

Mechanical Systems) により、数万本の微小なプローブを高密度に立設したプローブカードが実用化されつつある。前掲の図2に示すように、プローブガイド12には、プローブカード10の各プローブ11に対応する位置に貫通孔12aを設ける必要がある。プローブカード10のプローブ11の設置位置や形状などは、その検査装置の仕様によって様々であり、それに応じて、貫通孔12aの設置位置や形状なども様々である。例えば、プローブ11がピン形状の場合は、貫通孔12aとしては円形の穴が採用されるが、プローブ11の形状に応じて、様々な形状の貫通孔12aを形成する必要がある。

[0006] 穴の内径や穴のピッチもプローブ11の種類や配置によるが、例えば、直径50 $\mu$ mの円形の貫通孔または50 $\mu$ m角の貫通孔を60 $\mu$ mピッチ（貫通孔間の壁厚は10 $\mu$ m程度）で設ける場合がある。このような小さな貫通孔を数万個設ける必要がある。このため、精密な加工がしやすい材料であることが求められる。特に、プローブガイド12の貫通孔12aがプローブ11に接触した場合にパーティクルが発生するとデバイスへのダメージや検査不良、プローブカード10のメンテナンス回数の増加を引き起こすことがある。よって、プローブガイド12の貫通孔12a内表面の粗さが小さいこと、すなわち、加工表面が滑らかであることも求められる。

[0007] ここで、ICチップの配線微細化に伴い、プローブ数の増加およびプローブを接触させるパッド間距離（ピッチ）が狭くなるとともに、プローブの位置精度の更なる向上も要求されている。この狭ピッチに対応するため、プローブの小型化が進められており、また、様々な形状のプローブが使われ始めている。一方、プローブガイドに用いられる材料においても、プローブ位置精度の向上を目的として、厚みの低減、プローブの形状変化に対応した微細穴の形成などの必要が生じている。

[0008] しかし、プローブガイド用材料の厚みを低減すると部材の強度が低下し、プローブ荷重に耐えられずに変形し、その結果、プローブの位置精度が低下する。また、場合によってはプローブガイド用材料が破損することがある。

これらの要求に対応するため、プローブガイドには、極めて優れた機械的特性を有することが求められる。

[0009] 以上、主として、プローブガイドについて説明したが、同様の性能が求められる用途としては、パッケージ検査用ソケットなどの検査用ソケットがある。

[0010] 特許文献1および2に記載されるセラミックスは、十分な機械的強度（具体的には600MPa以上の曲げ強度）を得ることができない。

[0011] 本発明者らは、また、特許文献3において、レーザ加工によって形成された加工表面（例えば、プローブガイドの貫通孔内表面）を滑らかにするために、高強度セラミックスの $\text{Si}_3\text{N}_4$ に、高膨張セラミックスの $\text{ZrO}_2$ および所定の酸化物（ $\text{MgO}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{MoO}_3$ 、 $\text{CrO}$ 、 $\text{CoO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{NiO}$ および $\text{V}_2\text{O}_5$ から選択される一種以上）を複合した、シリコンウエハと同程度の熱膨張率を有し、かつ高強度のセラミックスを提案している。

## 先行技術文献

### 特許文献

- [0012] 特許文献1：特開2001-354480号公報  
特許文献2：特開2003-286076号公報  
特許文献3：国際公開第2019/093370号

### 非特許文献

- [0013] 非特許文献1：吉田武司ほか、YAGレーザ照射におけるセラミックスの加工特性、生産と加工に関する学術講演会2001、第3回生産加工・工作機械部門後援会、日本機械学会、2001年11月21日

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0014] 特許文献3の発明は、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ に $\text{ZrO}_2$ を複合したセラミックス材料にレーザ加工を実施する場合について検討し、レーザ加工によって形成された加

工表面（例えば、プローブガイドの貫通孔内表面）を滑らかにするために、 $MgO$ 、 $Y_2O_3$ 、 $CeO_2$ 、 $CaO$ 、 $HfO_2$ 、 $TiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 、 $MoO_3$ 、 $CrO$ 、 $CoO$ 、 $ZnO$ 、 $Ga_2O_3$ 、 $Ta_2O_5$ 、 $NiO$ および $V_2O_5$ などの酸化物を適量含有させることとしている。しかし、加工速度について言及されていない。

[0015] ここで、非特許文献1に記載されるように、例えば、YAGレーザを照射して穴あけ加工を行う場合、一般に、 $ZrO_2$ 単体のセラミックスは、 $Si_3N_4$ 単体のセラミックスに比較して加工しやすいことが知られている（非特許文献1参照）。非特許文献1では、その理由として熱伝導率が高いセラミックスほど大きな照射エネルギーを必要とすると説明している。

[0016] しかし、本発明者らの研究によれば、 $Si_3N_4$ 中に $ZrO_2$ が点在しているセラミックスにレーザ加工を行う場合に、 $ZrO_2$ が存在している部分は加工しにくく、存在していない部分は加工しやすい傾向にあり、加工速度の差が生じ、その結果、加工速度が極端に低下することが判明した。この点、所定の酸化物（ $MgO$ 、 $Y_2O_3$ 、 $CeO_2$ 、 $CaO$ 、 $HfO_2$ 、 $TiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 、 $MoO_3$ 、 $CrO$ 、 $CoO$ 、 $ZnO$ 、 $Ga_2O_3$ 、 $Ta_2O_5$ 、 $NiO$ および $V_2O_5$ から選択される一種以上）が含まれていても同様である。

[0017] 本発明は、シリコンと同程度の熱膨張係数と、優れた機械的強度および加工性（高精度な細密加工、優れた加工表面性状、パーティクルの発生抑止）と、高効率なレーザ加工が可能であるセラミックス、そのセラミックスを用いたプローブ案内部品、プローブカードおよび検査用ソケット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

[0018] 本発明者らは、上記の目的を達成するべく、 $Si_3N_4$ に、 $ZrO_2$ および所定の酸化物を複合したセラミックスについての加工速度を向上させることを目的として鋭意研究を重ねた。

[0019] 上記の複合セラミックスにレーザ加工を行う場合に、 $ZrO_2$ が存在している部分は加工しにくく、存在していない部分は加工しやすい原因について検

討を重ねた結果、通常の見解に反して、 $ZrO_2$ はレーザー反射率が高く、レーザー吸収率を下げているものと考えられた。そこで、本発明者らは、上記複合セラミックスのレーザー反射率を低下させる化合物について鋭意検討を重ね、 $Si_3N_4$ および $ZrO_2$ の量に応じて適量の $SiC$ および $AlN$ を存在させることにより、基本的な性能（シリコンと同程度の熱膨張係数、優れた機械的強度および加工性）を低下させることなく、レーザーの加工速度を向上できることを見出した。

[0020] 本発明は、上記の見解に基づいてなされたものであり、下記の発明を要旨とする。

質量%で、

$Si_3N_4$  : 20.0~60.0%と、

$ZrO_2$  : 25.0~70.0%と、

$SiC$ および $AlN$ から選択される1種類以上 : 2.0~17.0% (ただし、 $AlN$ は10.0%以下) と、

$MgO$ 、 $Y_2O_3$ 、 $CeO_2$ 、 $CaO$ 、 $HfO_2$ 、 $TiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 、 $MoO_3$ 、 $CrO$ 、 $CoO$ 、 $ZnO$ 、 $Ga_2O_3$ 、 $Ta_2O_5$ 、 $NiO$ および $V_2O_5$ から選択される1種類以上 : 5.0~15.0%とを含有し、

下記(1)式から求められる $F_n$ が0.02~0.40である、セラミックス。

$$F_n = (SiC + 3AlN) / (Si_3N_4 + ZrO_2) \cdots (1)$$

### 発明の効果

[0021] 本発明によれば、シリコンと同程度の熱膨張係数と、優れた機械的強度および加工性（高精度な細密加工、優れた加工表面性状、パーティクルの発生抑止）と、高効率なレーザー加工が可能であるセラミックスを得ることができるので、プローブ案内部品、プローブカードおよび検査用ソケットとして特に有用である。

### 図面の簡単な説明

[0022] [図1]図1は、プローブカードの構成を例示した断面図である。

[図2]図2は、プローブガイドの構成を例示した上面図である。

[図3]図3は、実施例2の微細加工後の穴を上方から撮影した写真である。

[図4]図4は、レーザ加工時の状態の概略図である。

### 発明を実施するための形態

#### [0023] 1. セラミックス

本発明に係るセラミックスは、質量%で、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ ：20.0～60.0%と、 $\text{ZrO}_2$ ：25.0～70.0%と、 $\text{SiC}$ および $\text{AlN}$ から選択される1種類以上：2.0～17.0%（ただし、 $\text{AlN}$ は10.0%以下）と、 $\text{MgO}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{MoO}_3$ 、 $\text{CrO}$ 、 $\text{CoO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{NiO}$ および $\text{V}_2\text{O}_5$ から選択される1種類以上：5.0～15.0%とを含有し、下記（1）式から求められる $F_n$ が0.02～0.40である、セラミックスである。以下、含有量についての「%」は「質量%」を意味する。

$$F_n = (\text{SiC} + 3\text{AlN}) / (\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{ZrO}_2) \cdots (1)$$

#### [0024] $\text{Si}_3\text{N}_4$ ：20.0～60.0%

$\text{Si}_3\text{N}_4$ は、セラミックスに高い強度を付与するのに有効であり、700MPa以上という高い曲げ強度を得るためには、20.0%以上含有させる必要がある。しかし、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ の含有量が60.0%を超えると、シリコンウエハと同程度の熱膨張率を得ること、すなわち、 $-50\sim 500^\circ\text{C}$ における熱膨張係数を $3.0 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ に以上することが困難となる。よって、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ の含有量は、20.0～60.0%とする。下限は25.0%とするのが好ましく、30.0%とするのがより好ましい。上限は、55.0%とするのが好ましく、50.0%とするのがより好ましい。

#### [0025] $\text{ZrO}_2$ ：25.0～70.0%

$\text{ZrO}_2$ は、セラミックスに高い熱膨張率を付与するのに有効であり、25.0%以上含有させる必要がある。しかし、 $\text{ZrO}_2$ の含有量が70.0%を超えると、熱膨張率が高くなりすぎて、シリコンウエハと同程度の熱膨張率を得ること、すなわち、 $-50\sim 500^\circ\text{C}$ における熱膨張係数を $6.0 \times 1$

0-6/°C以下にすることが困難となる。よって、ZrO<sub>2</sub>の含有量は、25.0~70.0%とする。下限は30.0%とするのが好ましく、35.0%とするのがより好ましい。上限は、65.0%とするのが好ましく、60.0%とするのがより好ましい。

[0026] なお、ZrO<sub>2</sub>としては、単斜晶、正方晶または立方晶の結晶構造を有するものがある。単斜晶ZrO<sub>2</sub>は正方晶または立方晶ZrO<sub>2</sub>より強度が低いいため、結晶構造として単斜晶を含む場合でも、ZrO<sub>2</sub>全体に対する単斜晶ZrO<sub>2</sub>の割合は極力小さいことが好ましい。単斜晶の割合が大きすぎると、600MPaの曲げ強度を達成することが難しくなるため、ZrO<sub>2</sub>全体に対する単斜晶の割合は、10%以下とするのがよく、5%以下とするのがより好ましく、0%としてもよい。また、一般的に、ZrO<sub>2</sub>セラミックスに高い強度を付与するためには、酸化物を数%固溶させた正方晶ZrO<sub>2</sub>が好んで使用される。しかし、この正方晶ZrO<sub>2</sub>は、低温(200°C未満)であっても長時間曝されると、単斜晶に相転移し、この相転移の際にセラミックスの寸法を変化させる。この相転移は、例えば、40°C以上で進行し、150°C以上でより顕著に進行する。したがって、このようなセラミックスをプローブカードのプローブを案内するプローブ案内部品に使用した場合、室温においてはプローブ案内部品としての機能を果たすものの、使用する温度域が高くなるに伴い、プローブを導通する複数の貫通孔および/またはスリットの位置がずれ、プローブの導通を阻害することがある。よって、使用温度で相転移しない、すなわち寸法変化しない立方晶ZrO<sub>2</sub>を用いることが好ましい。なお、立方晶ZrO<sub>2</sub>には、3mol%程度のYなどの元素が含まれるが、ZrO<sub>2</sub>の含有量にはこれらの元素の量も含まれる。

[0027] SiCおよびAlNから選択される1種類以上:2.0~17.0%(ただし、AlNは10.0%以下)、

$$F_n = (\text{SiC} + 3\text{AlN}) / (\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{ZrO}_2) : 0.02 \sim 0.40$$

上記の通り、ZrO<sub>2</sub>は、セラミックスに高い熱膨張率を付与するのに有効

であるものの、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ および $\text{ZrO}_2$ はいずれも熱伝導率が低いため、レーザーによる加工速度を低下させる。セラミックスの精密加工には、非熱加工法であるパルスレーザー加工が用いられる。パルスレーザー加工は、セラミックスを熔融させずに加工する方法であるが、レーザー照射位置に近い部位では加工時の熱の影響を受けて加熱された熱影響領域が存在する。加工によって設ける貫通孔のサイズが小さくなるほど、貫通孔の径に対するレーザー径が大きくなり、相対的に熱影響領域が大きくなって形状不良、除去物の再付着などの不具合が発生しやすくなる。このため、熱伝導率が低いセラミックスを形状不良が発生しないように加工するためには、レーザー出力(W)、走査軌跡(レーザーの動き、走行距離)、走査速度、繰返し周波数(パルスレーザーの照射の時間的間隔)などを調整する必要がある。例えば、繰返し周波数は小さくすれば、セラミックスの温度上昇を抑えることができるが、反面加工に要する時間が長くなる。その結果、レーザーによる加工速度が低下するのである。

[0028] ここで、 $\text{SiC}$ および $\text{AlN}$ は、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ および $\text{ZrO}_2$ に比べて極めて高い熱伝導率を備えている。このため、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ に、 $\text{ZrO}_2$ および所定の酸化物を複合したセラミックスにおいて、 $\text{SiC}$ および $\text{AlN}$ の一種以上を含有させれば、レーザー加工時に発生した熱影響領域を放熱しやすく、基本的な性能(シリコンと同程度の熱膨張係数、優れた機械的強度および加工性)を低下させることなく、レーザーの加工速度を向上できる。このため、 $\text{SiC}$ および $\text{AlN}$ から選択される1種類以上を2.0%以上含有させる。また、上記の効果を得るためには、 $(\text{SiC} + 3\text{AlN}) / (\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{ZrO}_2)$ を0.02以上とする必要がある。一方、 $\text{SiC}$ および $\text{AlN}$ は、その量が多すぎると、曲げ強度が低下する。このため、 $\text{SiC}$ および $\text{AlN}$ から選択される1種類以上の含有量を17.0%以下(ただし、 $\text{AlN}$ は10.0%以下)とする。また、 $(\text{SiC} + 3\text{AlN}) / (\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{ZrO}_2)$ を0.40以下にする。

[0029] ここで、 $\text{SiC}$ および $\text{AlN}$ は、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ および $\text{ZrO}_2$ に比べて曲げ強度

が低いため、特に、これらの化合物が焼結体中に粗大な粒子で存在していると、焼結体の曲げ強度を低下させるおそれがある。このため、これらの化合物は、平均粒径で5.0  $\mu\text{m}$ 以下のサイズで均一に分散していることが望ましい。平均粒径で2.0  $\mu\text{m}$ 以下のサイズで均一に分散していることがより望ましい。これを実現するためには、粒度の細かい原料粉末を使用することが好ましく、原料粉末としては、平均粒径で3.0  $\mu\text{m}$ 以下の粉末が好ましく、1.0  $\mu\text{m}$ 以下の粉末がより好ましい。

[0030] MgO、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CeO<sub>2</sub>、CaO、HfO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、MoO<sub>3</sub>、CrO、CoO、ZnO、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、NiOおよびV<sub>2</sub>O<sub>5</sub>から選択される1種類以上：5.0～15.0%

本発明に係るセラミックスを様々な用途に用いる場合には、微細な加工を行う必要がある。例えば、プローブ案内部品として使用するためには、複数の貫通孔および／またはスリットを形成する必要がある。しかし、本発明に係るセラミックスは、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>およびZrO<sub>2</sub>を主成分とする高硬度材料であるので、この微細加工を機械的加工で行うことは困難である。このため、加工表面（例えば、プローブガイドの貫通孔内表面）が粗くなり、そのような加工を施した部材の使用時に、パーティクルが発生し、各種デバイスへのダメージや検査不良を招く。このため、このセラミックスへの微細な加工は、レーザ加工により行うのが好ましいが、レーザ加工によっても、加工表面（例えば、プローブガイドの貫通孔内表面）を滑らかにすることが困難であり、使用時のパーティクルの発生を完全に防止することは困難である。

[0031] そこで、本発明に係るセラミックスにおいては、レーザ加工によって形成された加工表面（例えば、プローブガイドの貫通孔内表面）を滑らかにするために、適量の酸化物を含有させる。すなわち、MgO、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CeO<sub>2</sub>、CaO、HfO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、MoO<sub>3</sub>、CrO、CoO、ZnO、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、NiOおよびV<sub>2</sub>O<sub>5</sub>から選択される1種類以上を5.0%以上含有させる必要がある。一方、これらの酸化物の含有量が過剰な場合には曲げ強度の低下を招くので、これらの酸化物の一種以上の

含有量は15.0%以下とする。よって、MgO、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CeO<sub>2</sub>、CaO、HfO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、MoO<sub>3</sub>、CrO、CoO、ZnO、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、NiOおよびV<sub>2</sub>O<sub>5</sub>から選択される1種類以上の含有量は、5.0~15.0%とする。下限は7.0%とするのが好ましく、9.0%とするのがより好ましい。上限は、13.0%とするのが好ましく、11.0%とするのがより好ましい。

[0032] 特に、MgO、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CeO<sub>2</sub>、CaOおよびHfO<sub>2</sub>は、上記の効果に加え、焼結助剤としての働きをし、さらに、ZrO<sub>2</sub>の結晶構造を立方晶として安定するのにも有効である。また、TiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、MoO<sub>3</sub>、CrO、CoO、ZnO、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、NiOおよびV<sub>2</sub>O<sub>5</sub>は、上記の効果に加え、焼結助剤としての働きもする。よって、MgO、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CeO<sub>2</sub>、CaOおよびHfO<sub>2</sub>から選択される1種類以上と、TiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、MoO<sub>3</sub>、CrO、CoO、ZnO、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、NiOおよびV<sub>2</sub>O<sub>5</sub>から選択される1種類以上とを含有させることが好ましい。

[0033] なお、各成分の含有量（質量%）は、ICP発光分光分析法により測定することができる。また、上記で挙げた成分以外の残部は、特に制約はないが、極力少ないことが好ましく、残部の含有量は10.0%以下が好ましく、5.0%以下がより好ましく、0%でもよい。残部としては、BNなどが例示される。特に、BNは、強度の低下を招く恐れがあるため、その含有量は極力少ないことが好ましく、その含有量は3.0%以下が好ましく、1.5%以下がより好ましい。

[0034] -50~500℃における熱膨張係数：3.0~6.0×10<sup>-6</sup>/℃

本発明に係るセラミックスをプローブガイドに用いる場合には、各ICチップが搭載されるシリコンウエハの熱膨張係数と同程度であることが求められる。これは、検査時の温度が変化したときに、シリコンウエハの熱膨張に従ってICチップの位置が変動する。このとき、プローブガイドが、シリコンウエハと同程度の熱膨張係数を有しておれば、シリコンウエハの膨張、収

縮に同調して移動するので、高精度な検査を維持することができる。この点、本発明に係るセラミックスが検査用ソケットに用いられる場合も同様である。よって、 $-50\sim 500^{\circ}\text{C}$ における熱膨張係数は、 $3.0\sim 6.0\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であることを基準とする。

[0035] 曲げ強度：600MPa以上

本発明に係るセラミックスは、プローブガイドに使用したときには、検査時にプローブなどとの接触や荷重に耐えうるように、十分な機械的特性を有していることが求められる。特に、プローブガイドの小型化、薄肉化の要請に答えるべく、従来にも増して高い曲げ強度が求められる。この点、本発明に係るセラミックスが検査用ソケットに用いられる場合も同様である。このため、曲げ強度は、600MPa以上であることを基準とし、より好ましくは700MPa以上とする。

[0036] 微細加工性

微細加工性は、パルスレーザ加工によって、厚み0.3mmのセラミックス材料に $50\mu\text{m}$ 角または $30\mu\text{m}$ 角の貫通孔を9個形成したときの加工精度により評価する。

具体的には、光学顕微鏡(例えば(株)キーエンス製VHX7000)で撮影した画像について、画像測定機(例えば(株)ミットヨ製クイックビジョン)で観察することにより評価する。微細加工性が良好であるとは、レーザの抜け側から穴形状を観察し、加工性精度が $\pm 2\mu\text{m}$ 以下( $50\mu\text{m}$ 角の貫通孔では一辺の長さが $48\sim 52\mu\text{m}$ 、 $30\mu\text{m}$ 角の貫通孔では一片の長さ $28\sim 32\mu\text{m}$ )であり、かつ、それぞれの角穴の隅Rについて、任意の3点から円計測したRが $5\mu\text{m}$ 以下である場合を意味する。

[0037] また、加工速度は、上記9個の貫通孔について、上記良好な微細加工性を維持できる最高速度で加工した場合において、貫通孔の形成開始から終了までの時間を測定し、評価対象であるセラミックスの加工時間( $t_1$ )と、基準組成のセラミックスにおける加工時間( $t_0$ )との比( $t_1/t_0$ )を求めて評価する。比( $t_1/t_0$ )が1.05以上である場合を良好とする。1.10

以上、さらには、1.15以上である場合には、さらに加工速度が優れていると評価する。なお、基準組成とは、評価対象であるセラミックスから、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ と $\text{ZrO}_2$ との比が一定の条件で、 $\text{SiC}$ および $\text{AlN}$ を除いた組成を有するセラミックスを意味する。

[0038] 前述のように、加工によって設ける貫通孔のサイズが小さくなるほど、貫通孔の径に対するレーザ径が大きくなり、相対的に熱影響領域が大きくなって形状不良、除去物の再付着などの不具合が発生しやすくなる。このため、本発明による効果は、貫通孔のサイズが小さいほど顕著となる。具体的には、本発明のセラミックスは、内接円の直径が $100\mu\text{m}$ 以下である貫通孔またはスリット、より好ましくは、内接円の直径が $50\mu\text{m}$ 以下である貫通孔またはスリット、更に好ましくは、内接円の直径が $30\mu\text{m}$ 以下である貫通孔またはスリットを備えるプローブ案内部品を製造するのに有用である。なお、スリットの内接円の直径は、スリットの幅と同義である。また、セラミックスが厚いほど、貫通孔の形成に時間が掛かり、相対的に熱影響領域が大きくなる。このため、本発明のセラミックスは、貫通孔の深さに対する内接円の直径の比（深さ／内接円の直径）が6.0以上、特に10.0以上であるプローブ案内部品を製造するのに有用である。

[0039] 加工表面の粗さ

加工表面の粗さは、パルスレーザ加工によって、厚み $0.3\text{mm}$ のセラミックス材料に $50\mu\text{m}$ 角の貫通孔を9個形成したときの加工穴内面を、レーザ共焦点顕微鏡(キーエンス製VK-X150)で、任意の5視野を、長さ $100\mu\text{m}$ 以上を測定し、傾き補正を行ってRaを算出し、その平均値を評価する。Raは、 $0.25\mu\text{m}$ 以下を良好とする。

[0040] 150℃熱処理後のクラック発生有無

150℃熱処理後のクラック発生有無は、厚み $0.3\text{mm}$ のセラミックス材料を、5℃/分で室温から150℃まで昇温し、150℃で100時間保持したのち、室温で自然放冷して、セラミックスが室温に達してからさらに5時間静置した後、デジタルマイクロ스코ープ(キーエンス製VHX-6000)

を用いて、観察倍率200倍で5視野以上を撮影し、撮影画像からクラックの発生有無を評価する。

[0041] 2. セラミックスの製造方法

以下、本発明に係るセラミックスの製造方法の例について説明する。

[0042]  $\text{Si}_3\text{N}_4$ 粉末と、 $\text{ZrO}_2$ 粉末と、 $\text{SiC}$ および／または $\text{AlN}$ の粉末と、 $\text{MgO}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{MoO}_4$ （焼結後に $\text{MoO}_3$ となる）、 $\text{CrO}$ 、 $\text{CoO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{NiO}$ および $\text{V}_2\text{O}_5$ から選択される1種類以上の酸化物粉末とを、ボールミルなどの公知の方法で混合する。すなわち、容器内で各粉末とともに、溶媒と、セラミックス製または鉄心入りの樹脂製ボールとともに混合してスラリー化する。この際、溶媒には水またはアルコールを用いることができる。更には、必要に応じ分散剤やバインダーなどの添加物を用いてもよい。

[0043] 得られたスラリーをスプレードライや減圧エバポレーターなどの公知の方法で造粒する。すなわちスプレードライヤーで噴霧乾燥して顆粒化あるいは、減圧エバポレーターで乾燥して粉末化する。

[0044] 得られた粉末を高温高圧下で、例えばホットプレスまたはHIP（熱間等方圧加圧法）などの公知の方法で焼結して、セラミックス焼結体を得る。ホットプレスの場合、窒素雰囲気中で焼成してよい。また焼成温度は1300～1800℃の範囲がよい。温度が低すぎると焼結が不十分になり、高すぎると酸化物成分の溶出などの問題が発生する。

[0045] 加圧力は10～50MPaの範囲が適当である。また加圧力持続時間は温度や寸法によるが通常1～4時間程度である。またHIPの場合においても、温度や加圧力などの焼成条件を適宜設定すればよい。このほか、常圧焼成法や雰囲気加圧焼成法などの公知の焼成方法を採用してもよい。

## 実施例

[0046] 本発明の効果を確認するべく、配合比を変化させた、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 粉末と、 $\text{ZrO}_2$ 粉末と、 $\text{SiC}$ および／または $\text{AlN}$ の粉末と、 $\text{MgO}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}$

$2O_3$ 、 $SiO_2$ 、 $CeO_2$ 、 $TiO_2$ および $H_2MoO_4$ （焼結後に $MoO_3$ となる）から選択される1種類以上の酸化物粉末とを、水、分散剤、樹脂、セラミックス製のボールとともに混合し、得られたスラリーをスプレードライヤーで噴霧乾燥して顆粒状にした。得られた顆粒を黒鉛製のダイス（型）に充填し、窒素雰囲気中30MPaの圧力を加えながら1700℃で2時間ホットプレス焼成を行って、縦150×横150×厚さ30mmの試験材を得た。

[0047] 得られた試験材から試験片を採取して、各種の試験を行なった。

[0048] <熱膨張率>

上記試験材の-50~500℃における熱膨張係数をJIS R1618に従って求めた。-50~500℃における熱膨張係数は、 $3.0 \sim 6.0 \times 10^{-6} / ^\circ C$ であることを基準とする。

[0049] <曲げ強度>

上記の試験材の三点曲げ強度をJIS R1601に従って求めた。曲げ強度は、600MPa以上であることを基準とする。

[0050] <相対密度>

上記の試験材の嵩密度をJIS C2141に従って求め、求めた嵩密度を理論密度で除して相対密度を求めた。相対密度は、95%以上であることを基準とする。

[0051] <ヤング率>

上記の試験材のヤング率をJIS R1602に従って求めた。ヤング率は、240GPa以上であることを基準とする。

[0052] <微細加工性>

微細加工性は、パルスレーザ加工によって、厚み0.3mmのセラミックス材料に50μm角および30μm角の貫通孔を9個形成したときの加工精度により評価する。具体的には、光学顕微鏡（例えば（株）キーエンス製VHX7000）で撮影した画像について、画像測定機（例えば（株）ミットヨ製クイックビジョン）で観察することにより評価する。50μm角の貫通孔の加工

には波長1064nmのパルスレーザを、30 $\mu$ m角の貫通孔の加工には波長532nmのパルスレーザをそれぞれ用いた。微細加工性が良好であるとは、レーザの抜け側から穴形状を観察し、加工性精度が $\pm 2\mu$ m以下であり、それぞれの角穴の隅Rについて、任意の3点から円計測したRが5 $\mu$ m以下であり、かつ付着物がない場合を意味する。微細加工性が良好である場合を「○」、それ以外の場合（材料の残りがあった場合、形状歪があった場合など）を「×」とする。なお、図4は、レーザ加工時の状態の概略図を示している。図4に示すように、セラミックスにおいて、レーザ光を照射する側をレーザ照射側とし、レーザ照射側の反対側をレーザ抜け側とする。

[0053] <加工速度>

加工速度は、上記9個の貫通孔を形成開始から終了までの時間を測定し、評価対象であるセラミックスの加工時間( $t_1$ )と、基準組成のセラミックスにおける加工時間( $t_0$ )との比( $t_1/t_0$ )を求めて評価する。比( $t_1/t_0$ )が1.05以上である場合を良好とする。1.10以上、さらには、1.15以上である場合には、さらに加工速度が良好であると評価する。なお、基準組成とは、評価対象であるセラミックスから、 $Si_3N_4$ と $ZrO_2$ との比が一定の条件で、 $SiC$ および $AlN$ を除いた組成を有するセラミックスを意味する。

[0054] <加工表面の粗さ>

加工表面の粗さは、パルスレーザ加工によって、厚み0.3mmのセラミックス材料に50 $\mu$ m角の貫通孔を9個形成したときの加工穴内面を、レーザ共焦点顕微鏡(キーエンス製VK-X150)で、任意の5視野を、長さ100 $\mu$ m以上を測定し、傾き補正を行ってRaを算出し、その平均値を評価した。Raは、0.25 $\mu$ m以下を良好とした。なお、加工表面の粗さは、セラミックス材料の厚さ方向に平行な断面について、穴内面の厚さ中心部を含む領域(具体的には、図8の長方形で囲った部分)を観察する。

[0055] <150 $^{\circ}$ C熱処理後のクラック発生有無>

150 $^{\circ}$ C熱処理後のクラック発生有無は、厚み0.3mmのセラミックス

材料を、5℃/分で室温から150℃まで昇温し、150℃で100時間保持したのち、室温で自然放冷して、セラミックスが室温に達してからさらに5時間静置した後、デジタルマイクロスコープ(キーエンス製VHX-6000)を用いて、観察倍率200倍で5視野以上を撮影し、撮影画像からクラックの発生有無を評価する。クラックの発生がない場合○、クラックの発生がある場合を×とする。

[0056]

[表1]

表 1

区分	基準組成	成分 (mass%)																Fn	
		主成分						SiC+AlN		酸化物1				酸化物2					合計
		Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	ZrO <sub>2</sub>	SiC	AlN	その他	合計	MgO	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CeO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	MoO <sub>3</sub>					
1	比較例1	40.3	50.8	2.1	-	-	2.1	0.9	3.7	-	1.9	-	0.3	-	6.8	0.02			
2	比較例1	37.9	47.9	7.4	-	-	7.4	0.9	3.7	-	1.9	-	0.3	-	6.8	0.09			
3	比較例3	20.4	64.6	5.6	-	-	5.6	2.7	-	2.7	0.9	2.7	0.2	0.2	9.4	0.07			
4	比較例4	44.6	26.8	15.3	-	-	15.3	4.1	3.0	-	2.5	2.5	1.2	-	13.3	0.21			
5	比較例5	50.8	28.9	4.1	8.2	-	12.3	2.6	2.0	-	1.2	1.0	1.2	-	8.0	0.36			
6	比較例6	40.3	40.8	-	9.6	-	9.6	2.2	4.5	-	2.0	0.4	0.2	-	9.3	0.36			
1	-	41.2	52.0	-	-	-	0.0*	0.9	3.7	-	1.9	-	0.3	-	6.8	0.00*			
2	比較例1	40.9	51.6	0.7	-	-	0.7*	0.9	3.7	-	1.9	-	0.3	-	6.8	0.01*			
3	-	21.7	68.9	-	-	-	0.0*	2.7	-	2.7	0.9	2.7	0.2	0.2	9.4	0.00*			
4	-	54.1	32.6	-	-	-	0.0*	4.1	3.0	-	2.5	2.5	1.2	-	13.3	0.00*			
5	-	58.6	33.4	-	-	-	0.0*	2.6	2.0	-	1.2	1.0	1.2	-	8.0	0.00*			
6	-	45.1	45.6	-	-	-	0.0*	2.2	4.5	-	2.0	0.4	0.2	-	9.3	0.00*			
7	比較例6	35.5	35.8	12.2	7.2	-	19.4*	2.2	4.5	-	2.0	0.4	0.2	-	9.3	0.47*			
8	比較例6	38.1	38.6	5.0	9.0	-	14.0	2.2	4.5	-	2.0	0.4	0.2	-	9.3	0.43*			
9	-	-*	-*	97.0*	-	BN:3.0	97.0*	-	-	-	-	-	-	-	0.0*	-			
10	-	95.8*	-*	-	-	-	0.0*	-	3.1	-	1.1	-	-	-	4.2*	-			
11	-	-*	-*	-	94.0*	-	94.0*	-	6.0	-	-	-	-	-	6.0	-			
12	-	-*	100.0*	-	-	-	0.0*	-	-	-	-	-	-	-	0.0*	-			

\* 本発明で規定される範囲を外れることを意味する。

[0057] [表2]

表 2

区分		熱膨張率 ( $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ )	曲げ強度 (MPa)	相対密度 (%)	ヤング率 (GPa)	微細角穴 形成可否	150℃ 熱処理後 クラック
実施例	1	4.1	913	98.1	276	○	○
	2	3.8	866	97.8	285	○	○
	3	5.3	844	97.1	293	○	○
	4	3.3	727	98.2	286	○	○
	5	3.4	739	96.8	266	○	○
	6	3.9	763	96.9	245	○	○
比較例	1	4.3	904	98.3	259	○	○
	2	4.2	842	98.0	276	○	○
	3	5.6	828	96.9	306	○	○
	4	3.4	941	95.3	275	○	○
	5	3.2	886	97.7	278	○	○
	6	3.4	764	98.3	270	○	○
	7	4.0	549#	98.4	283	○	○
	8	4.1	571#	96.7	266	○	○
	9	3.6	426#	95.3	381	○	○
	10	1.7#	785	97.6	285	○	○
	11	4.4	348#	98.7	320	×材料残り	○
	12	8.0#	880	97.8	245	×材料残り	×

#本発明で所望する性能を有していないことを意味する。

[0058]

[表3]

表 3

区分	基準組成	加工速度評価				微細加工性 評価		
		基準組成 に対する 加工速度比		穴内部 表面粗さ Ra(um)				
		50um角	30um角	50um角	30um角	50um角	30um角	
実施例	1	比較例1	1.05	1.28	0.22	0.24	○	○
	2	比較例1	1.16	1.40	0.17	0.21	○	○
	3	比較例3	1.23	1.34	0.16	0.17	○	○
	4	比較例4	1.22	1.51	0.19	0.18	○	○
	5	比較例5	1.07	1.28	0.24	0.19	○	○
	6	比較例6	1.05	1.26	0.22	0.25	○	○
比較例	1	-	1.00#	1.00#	0.19	0.24	○	○
	2	比較例1	1.02#	1.00#	0.13	0.13	○	○
	3	-	1.00#	1.00#	0.22	0.22	○	○
	4	-	1.00#	1.00#	0.11	0.15	○	○
	5	-	1.00#	1.00#	0.19	0.20	○	○
	6	-	1.00#	1.00#	0.19	0.24	○	○
	7	比較例6	1.27	1.40	0.25	0.25	○	○
	8	比較例6	1.14	1.25	0.15	0.23	○	○
	9	-	1.00#	1.00#	0.25	0.28	○	○
	10	-	1.00#	1.00#	0.29	0.30	○	○
	11	-	(評価なし：微細角穴を形成できず)					
	12	-	(評価なし：微細角穴を形成できず)					

#本発明で所望する性能を有していないことを意味する。

[0059]

[表4]

表 4

区分	成分 (mass%)															SiC粉末 平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )	AlN粉末 平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )			
	主成分					SiC+AlN 合計	酸化物1					酸化物2						合計	Fn	
	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	ZrO <sub>2</sub>	SiC	AlN	その他		MgO	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CeO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	MoO <sub>3</sub>							
7	37.9	47.9	7.4	-	-	7.4	0.9	3.7	-	1.9	-	0.3	-	-	6.8	0.09	0.53	-		
8	37.9	47.9	7.4	-	-	7.4	0.9	3.7	-	1.9	-	0.3	-	-	6.8	0.09	1.15	-		
9	50.8	28.9	4.1	8.2	-	12.3	1.4	3.3	-	2.5	0.5	0.3	-	8.0	0.36	0.53	0.86	-		
10	37.9	47.9	7.4	-	-	7.4	0.9	3.7	-	1.9	-	0.3	-	6.8	0.09	3.63	-	-		
11	50.8	28.9	4.1	8.2	-	12.3	1.4	3.3	-	2.5	0.5	0.3	-	8.0	0.36	1.15	4.40	-		

本  
発  
明  
例

[表5]

表 5

区分		SiC平均 粒径 ( $\mu\text{m}$ )	AlN平均 粒径 ( $\mu\text{m}$ )	熱膨張率 ( $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ )	曲げ強度 (MPa)	相対密度 (%)
本 発 明 例	7	1.66	-	3.8	866	97.8
	8	2.52	-	3.7	744	97.3
	9	1.74	1.96	3.4	739	96.8
	10	4.11	-	3.7	666	96.3
	11	2.69	4.86	3.2	629	95.7

[0061] 表1および2に示すように、本発明の条件をすべて満たす実施例1～6においては、各種性能に優れていた。特に、実施例1～6は、それぞれの基準組成 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ および $\text{ZrO}_2$ の比率が同等である組成) に比べて、加工速度比が1.05以上となっており、本発明の優れた効果が確認された。一方、比較例1～12は、SiCおよびAlNの量が本発明で規定される範囲を外れており、所望の性能を満たさなかった。

[0062] 表3および4に示すように、本発明例7～11は、原料粉末として種々の粒径を有するSiC粉末およびAlNの一種以上を用いたセラミックス焼結体である。本発明例7～11に示すように、セラミックス焼結体中のSiC、AlNの平均粒径が小さいほど、曲げ強度が高くなる傾向にあることが分かる。

### 産業上の利用可能性

[0063] 本発明によれば、シリコンと同程度の熱膨張係数と、優れた機械的強度および加工性（高精度な細密加工、優れた加工表面性状、パーティクルの発生

抑止) と、高効率なレーザ加工が可能であるセラミックスを得ることができるので、プローブ案内部品、プローブカードおよび検査用ソケットとして特に有用である。

## 請求の範囲

[請求項1]

質量%で、

Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>：20.0～60.0%と、ZrO<sub>2</sub>：25.0～70.0%と、

SiCおよびAlNから選択される1種類以上：2.0～17.0%

(ただし、AlNは10.0%以下)と、

MgO、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CeO<sub>2</sub>、CaO、HfO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、MoO<sub>3</sub>、CrO、CoO、ZnO、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、NiOおよびV<sub>2</sub>O<sub>5</sub>から選択される1種類以上：5.0～15.

0%とを含有し、

下記(1)式から求められるFnが0.02～0.40である、

セラミックス。

$$F_n = (SiC + 3AlN) / (Si_3N_4 + ZrO_2) \cdots (1)$$

[請求項2]

質量%で、

MgO、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CeO<sub>2</sub>、CaOおよびHfO<sub>2</sub>から選択される1種類以上と、TiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、MoO<sub>3</sub>、CrO、CoO、ZnO、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、NiOおよびV<sub>2</sub>O<sub>5</sub>から選択される1種類以上とを含有する、

請求項1に記載のセラミックス。

[請求項3]

ZrO<sub>2</sub>の結晶相が、正方晶であるか、正方晶および単斜晶であるか、立方晶であるか、立方晶および正方晶であるか、立方晶および単斜晶である、

請求項1または2に記載のセラミックス。

[請求項4]

ZrO<sub>2</sub>が立方晶である、

請求項1から3までのいずれかに記載のセラミックス。

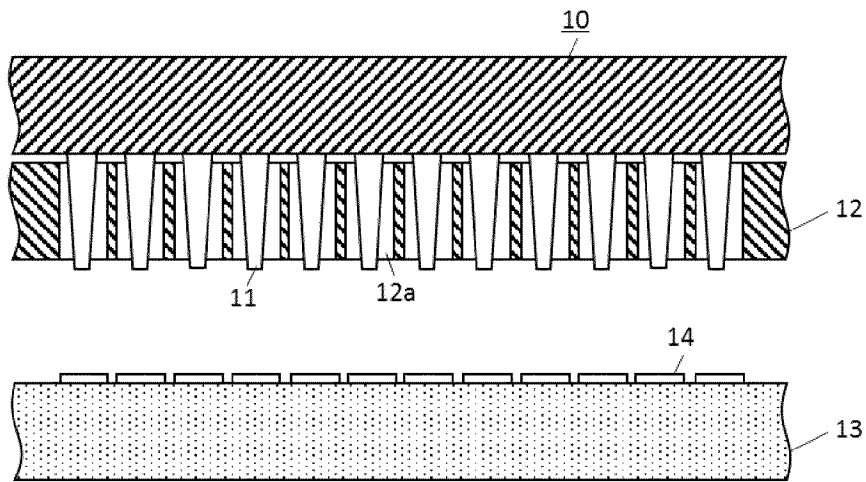
[請求項5]

-50～500℃における熱膨張係数が3.0～6.0×10<sup>-6</sup>

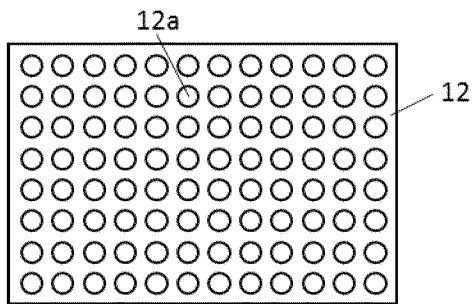
／℃であり、かつ3点曲げ強度が600MPa以上である、  
請求項1から4までのいずれかに記載のセラミックス。

- [請求項6]       プローブカードのプローブを案内するプローブ案内部品であって、  
請求項1から5までのいずれかに記載のセラミックスを用いた板状の  
本体部と、  
前記本体部に、前記プローブを導通する複数の貫通孔および／または  
スリットとを備える、  
プローブ案内部品。
- [請求項7]       前記複数の貫通孔内面および前記スリット内面の表面粗さが、Ra  
で0.25μm以下である、  
請求項6に記載のプローブ案内部品。
- [請求項8]       前記貫通孔および／または前記スリットの内接円の直径が100μ  
m以下である、  
請求項6または7に記載のプローブ案内部品。
- [請求項9]       前記貫通孔および／または前記スリットの深さDと内接円の直径H  
との比(D/H)が、6.0以上である、  
請求項6から8までのいずれかに記載のプローブ案内部品。
- [請求項10]       複数のプローブと、  
請求項6から9までのいずれかに記載のプローブ案内部品とを備える  
、  
プローブカード。
- [請求項11]       請求項1から5までのいずれかに記載のセラミックスを用いた、  
パッケージ検査用ソケット。

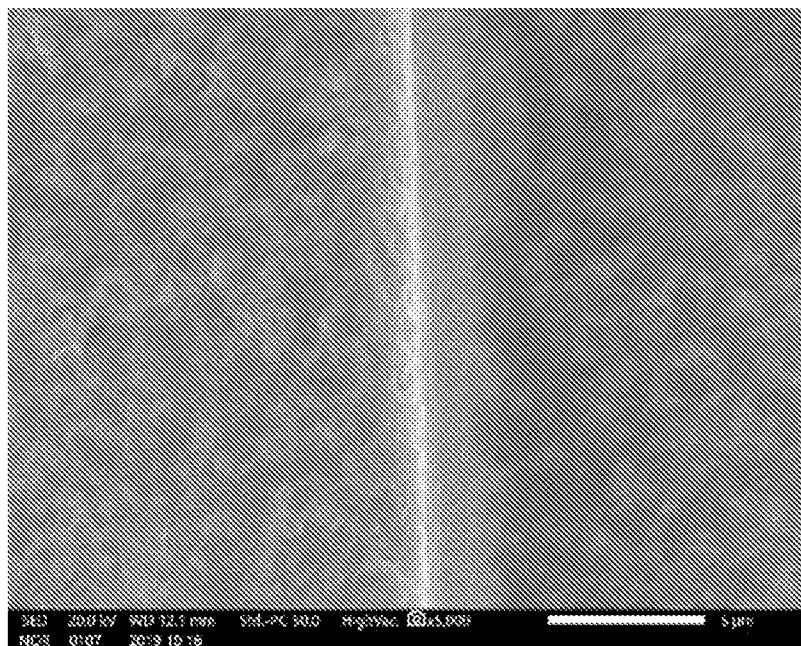
[図1]



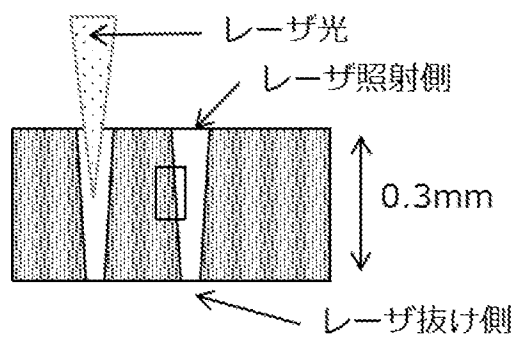
[図2]



[図3]



[図4]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2021/014925

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.Cl. C04B35/488(2006.01) i, C04B35/596(2006.01) i, G01R1/073(2006.01) i  
 FI: C04B35/488, C04B35/596, G01R1/073E

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. C04B35/488, C04B35/596, G01R1/073

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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 2019/078364 A1 (FERROTEC CERAMICS CORPORATION) 25 April 2019 (2019-04-25), entire text, all drawings	1-11
A	WO 2019/093370 A1 (FERROTEC CERAMICS CORPORATION) 16 May 2019 (2019-05-16), entire text, all drawings	1-11
A	JP 64-33072 A (MAZDA MOTOR CORP.) 02 February 1989 (1989-02-02), entire text, all drawings	1-11
A	JP 2010-180105 A (DENKI KAGAKU KOGYO KK) 19 August 2010 (2010-08-19), entire text	1-11
A	JP 64-5975 A (TOSHIBA CERAMICS CO., LTD.) 10 January 1989 (1989-01-10), entire text	1-11

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 07 June 2021	Date of mailing of the international search report 15 June 2021
---	--

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/JP2021/014925

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 61-68374 A (SHINAGAWA REFRACT CO., LTD.) 08 April 1986 (1986-04-08), entire text	1-11
A	JP 2005-119941 A (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.) 12 May 2005 (2005-05-12), entire text, all drawings	1-11

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

International application No.

PCT/JP2021/014925

WO 2019/078364 A1	25 April 2019	US 2020/0241047 A1 whole document, all drawings CN 111247115 A KR 10-2020-0072524 A TW 201922673 A
WO 2019/093370 A1	16 May 2019	EP 3689838 A1 whole document, all drawings CN 111315709 A KR 10-2020-0080292 A TW 201922674 A
JP 64-33072 A	02 February 1989	(Family: none)
JP 2010-180105 A	19 August 2010	(Family: none)
JP 64-5975 A	10 January 1989	(Family: none)
JP 61-68374 A	08 April 1986	(Family: none)
JP 2005-119941 A	12 May 2005	US 2005/0130829 A1 whole document, all drawings EP 1518844 A1 KR 10-2005-0030552 A TW 200512169 A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C04B 35/488(2006.01)i; C04B 35/596(2006.01)i; G01R 1/073(2006.01)i FI: C04B35/488; C04B35/596; G01R1/073 E		
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）） C04B35/488; C04B35/596; G01R1/073 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 - 2021年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2021年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2021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 2019/078364 A1 (株式会社フェローテックセラミックス) 25.04.2019 (2019 - 04 - 25) 全文, 全図	1-11
A	WO 2019/093370 A1 (株式会社フェローテックセラミックス) 16.05.2019 (2019 - 05 - 16) 全文, 全図	1-11
A	JP 64-33072 A (マツダ株式会社) 02.02.1989 (1989 - 02 - 02) 全文, 全図	1-11
A	JP 2010-180105 A (電気化学工業株式会社) 19.08.2010 (2010 - 08 - 19) 全文	1-11
A	JP 64-5975 A (東芝セラミックス株式会社) 10.01.1989 (1989 - 01 - 10) 全文	1-11
A	JP 61-68374 A (品川白煉瓦株式会社) 08.04.1986 (1986 - 04 - 08) 全文	1-11
<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 07.06.2021	国際調査報告の発送日 15.06.2021	
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	



国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/014925

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2019/078364	A1	25.04.2019	US 2020/0241047 A1 whole document, whole drawing CN 111247115 A KR 10-2020-0072524 A TW 201922673 A	
WO	2019/093370	A1	16.05.2019	EP 3689838 A1 whole document, whole drawing CN 111315709 A KR 10-2020-0080292 A TW 201922674 A	
JP	64-33072	A	02.02.1989	(ファミリーなし)	
JP	2010-180105	A	19.08.2010	(ファミリーなし)	
JP	64-5975	A	10.01.1989	(ファミリーなし)	
JP	61-68374	A	08.04.1986	(ファミリーなし)	
JP	2005-119941	A	12.05.2005	US 2005/0130829 A1 whole document, whole drawing EP 1518844 A1 KR 10-2005-0030552 A TW 200512169 A	