



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년03월12일
(11) 등록번호 10-2778666
(24) 등록일자 2025년03월05일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 35/584 (2006.01) C04B 35/488 (2006.01)
G01R 1/073 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C04B 35/584 (2013.01)
C04B 35/488 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2022-7039201
- (22) 출원일자(국제) 2021년04월08일
심사청구일자 2022년11월09일
- (85) 번역문제출일자 2022년11월09일
- (65) 공개번호 10-2022-0163481
- (43) 공개일자 2022년12월09일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2021/014925
- (87) 국제공개번호 WO 2021/206148
국제공개일자 2021년10월14일
- (30) 우선권주장
JP-P-2020-071158 2020년04월10일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
WO2019078364 A1
WO2019093370 A1
KR1020050030552 A
KR1020170113941 A

- (73) 특허권자
가부시키가이샤 페로텍 머티리얼 테크놀로지즈
일본국 도쿄도 주오쿠 니혼바시 2쵸메 3반 4고
- (72) 발명자
야마기시 와타루
일본국 도쿄도 주오쿠 니혼바시 2쵸메 3반 4고 가
부시키가이샤 페로텍 머티리얼 테크놀로지즈 내
모리 가즈마사
일본국 도쿄도 주오쿠 니혼바시 2쵸메 3반 4고 가
부시키가이샤 페로텍 머티리얼 테크놀로지즈 내
에토 슌이치
일본국 도쿄도 주오쿠 니혼바시 2쵸메 3반 4고 가
부시키가이샤 페로텍 머티리얼 테크놀로지즈 내
- (74) 대리인
(유)한양특허법인

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 이민영

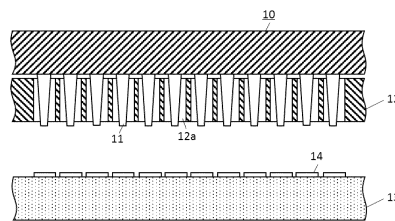
(54) 발명의 명칭 세라믹스, 프로브 안내 부품, 프로브 카드 및 패키지 검사용 소켓

(57) 요약

질량%로, Si₃N₄ : 20.0~60.0%와, ZrO₂ : 25.0~70.0%와, SiC 및 AlN으로부터 선택되는 1종류 이상 : 2.0~17.0%(단, AlN은 10.0% 이하)와, MgO, Y₂O₃, CeO₂, CaO, HfO₂, TiO₂, Al₂O₃, SiO₂, MoO₃, CrO, CoO, ZnO, Ga₂O₃, Ta₂O₅, NiO 및 V₂O₅로부터 선택되는 1종류 이상 : 5.0~15.0%를 함유하고, 하기 (1)식으로부터 구해지는 Fn이 0.02~0.40인, 세라믹스. 이 세라믹스는, 고효율인 레이저 가공이 가능하다.

Fn=(SiC+3AlN)/(Si₃N₄+ZrO₂) ... (1)

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01R 1/073 (2021.05)

C04B 2235/3826 (2013.01)

C04B 2235/3865 (2013.01)

C04B 2235/9607 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

질량%로,

Si₃N₄ : 20.0~60.0%와,

ZrO₂ : 25.0~70.0%와,

SiC 및 AlN으로부터 선택되는 1종류 이상 : 2.0~17.0%(단, AlN은 10.0% 이하)와,

MgO, Y₂O₃, CeO₂, CaO, HfO₂, TiO₂, Al₂O₃, SiO₂, MoO₃, CrO, CoO, ZnO, Ga₂O₃, Ta₂O₅, NiO 및 V₂O₅로부터 선택되는 1종류 이상 : 5.0~15.0%를 함유하고,

하기 (1)식으로부터 구해지는 Fn이 0.02~0.40인, 세라믹스.

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

단, 상기 (1)식 중의 각 화합물은 함유량(질량%)을 의미한다.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

MgO, Y₂O₃, CeO₂, CaO 및 HfO₂로부터 선택되는 1종류 이상과,

TiO₂, Al₂O₃, SiO₂, MoO₃, CrO, CoO, ZnO, Ga₂O₃, Ta₂O₅, NiO 및 V₂O₅로부터 선택되는 1종류 이상을 함유하는, 세라믹스.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

ZrO₂의 결정상이, 정방정이거나, 정방정 및 단사정이거나, 입방정이거나, 입방정 및 정방정이거나, 입방정 및 단사정인, 세라믹스.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

ZrO₂의 결정상이 입방정인, 세라믹스.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

-50~500℃에 있어서의 열팽창 계수가 $3.0 \sim 6.0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 이고, 또한 3점 굽힘 강도가 600MPa 이상인, 세라믹스.

청구항 6

프로브 카드의 프로브를 안내하는 프로브 안내 부품으로서,

청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 한 항에 기재된 세라믹스를 이용한 관형상의 본체부와,

상기 본체부에, 상기 프로브를 도통하는 복수의 관통 구멍 및/또는 슬릿을 구비하는, 프로브 안내 부품.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 복수의 관통 구멍 내면 및 상기 슬릿 내면의 표면 거칠기가, Ra로 0.25 μm 이하인, 프로브 안내 부품.

청구항 8

청구항 6에 있어서,

상기 관통 구멍 및/또는 상기 슬릿의 내접원의 직경이 100 μm 이하인, 프로브 안내 부품.

청구항 9

청구항 6에 있어서,

상기 관통 구멍 및/또는 상기 슬릿의 깊이 D와 내접원의 직경 H의 비(D/H)가 6.0 이상인, 프로브 안내 부품.

청구항 10

복수의 프로브와,

청구항 6에 기재된 프로브 안내 부품을 구비하는, 프로브 카드.

청구항 11

청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 한 항에 기재된 세라믹스를 이용한, 패키지 검사용 소켓.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 세라믹스, 프로브 안내 부품, 프로브 카드 및 패키지 검사용 소켓에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 예를 들면, IC칩의 검사 공정에 있어서는, 프로브 카드가 이용된다. 도 1에는, 프로브 카드의 구성을 예시한 단면도를 나타내고, 도 2에는, 프로브 가이드의 구성을 예시한 상면도를 나타낸다. 도 1에 나타내는 바와 같이, 프로브 카드(10)는, 칩상의 프로브(11)와, 각 프로브(11)를 도통시키기 위한 복수의 관통 구멍(12a)을 갖는 프로브 가이드(프로브 안내 부품)(12)를 구비하는 검사 지그이다. 그리고, IC칩(14)의 검사는, 복수의 프로브(11)를 실리콘 웨이퍼(13) 상에 형성된 IC칩(14)에 접촉시킴으로써 행해진다.

[0003] 특허문헌 1에는, 질화규소 25~60질량%와 질화붕소 40~75질량%의 혼합물을 주원료로 하는 세라믹스가 예시되어 있다. 또, 특허문헌 2에는, 주성분이 질화붕소 30~50질량%, 및 지르코니아 50~70질량%로 이루어지는 것을 특징으로 하는 쾌삭성 세라믹스에 관한 발명이 개시되어 있다.

[0004] 최근의 디바이스의 미세화나 고성능화에 수반하여, 그 검사 장치에 이용되는 프로브 가이드에는, 실리콘 웨이퍼(13)와 동 정도의 열팽창률을 갖는 것, 프로브 하중에 견딜 수 있는 기계적 강도(굽힘 강도)를 갖는 것, 미소 프로브를 통과시키는 구멍을 고정밀도로 다수 가공할 수 있는 것 등이 요구된다.

[0005] 예를 들면, IC칩의 검사 공정의 검사 효율은, IC칩에 동시에 접촉할 수 있는 프로브의 개수에 의존한다. 이 때문에, 최근, MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)에 의해, 수 만개의 미소한 프로브를 고정밀도로 세워서 설치한 프로브 카드가 실용화되고 있다. 상술한 도 2에 나타내는 바와 같이, 프로브 가이드(12)에는, 프로브 카드(10)의 각 프로브(11)에 대응하는 위치에 관통 구멍(12a)을 형성할 필요가 있다. 프로브 카드(10)의 프로브(11)의 설치 위치나 형상 등은, 그 검사 장치의 사양에 따라 다양하며, 그에 따라, 관통 구멍(12a)의 설치 위치나 형상 등도 다양하다. 예를 들면, 프로브(11)가 핀 형상인 경우는, 관통 구멍(12a)으로서는 원형의 구멍이 채용되는데, 프로브(11)의 형상에 따라, 다양한 형상의 관통 구멍(12a)을 형성할 필요가 있다.

[0006] 구멍의 내경이나 구멍의 피치도 프로브(11)의 종류나 배치에 따라 다른데, 예를 들면, 직경 50 μm 의 원형의 관통 구멍 또는 가로 세로 50 μm 의 관통 구멍을 60 μm 피치(관통 구멍 간의 벽두께는 10 μm 정도)로 형성하는 경우가 있다. 이러한 작은 관통 구멍을 수 만개 형성할 필요가 있다. 이 때문에, 정밀한 가공이 용이한 재료인

것이 요구된다. 특히, 프로브 가이드(12)의 관통 구멍(12a)이 프로브(11)에 접촉했을 경우에 파티클이 발생하면 디바이스로의 데미지나 검사 불량, 프로브 카드(10)의 메인テナンス 횟수의 증가를 야기하는 경우가 있다. 따라서, 프로브 가이드(12)의 관통 구멍(12a) 내표면의 거칠기가 작은 것, 즉, 가공 표면이 매끄러운 것도 요구된다.

[0007] 여기서, IC칩의 배선 미세화에 수반하여, 프로브 수의 증가 및 프로브를 접촉시키는 패드 간 거리(피치)가 좁아짐과 더불어, 프로브의 위치 정밀도의 또 다른 향상도 요구되고 있다. 이 좁은 피치에 대응하기 위해서, 프로브의 소형화가 진행되고 있으며, 또, 다양한 형상의 프로브가 사용되기 시작하고 있다. 한편, 프로브 가이드에 이용되는 재료에 있어서도, 프로브 위치 정밀도의 향상을 목적으로 하여, 두께의 저감, 프로브의 형상 변화에 대응한 미세 구멍의 형성 등의 필요가 발생했다.

[0008] 그러나, 프로브 가이드용 재료의 두께를 저감하면 부재의 강도가 저하되며, 프로브 하중에 견딜 수 없어 변형되고, 그 결과, 프로브의 위치 정밀도가 저하된다. 또, 경우에 따라서는 프로브 가이드용 재료가 파손되는 경우가 있다. 이들 요구에 대응하기 위해서, 프로브 가이드에는, 매우 우수한 기계적 특성을 갖는 것이 요구된다.

[0009] 이상, 주로, 프로브 가이드에 대해 설명했는데, 동일한 성능이 요구되는 용도로서는, 패키지 검사용 소켓 등의 검사용 소켓이 있다.

[0010] 특허문헌 1 및 2에 기재되는 세라믹스는, 충분한 기계적 강도(구체적으로는 600MPa 이상의 굽힘 강도)를 얻을 수 없다.

[0011] 본 발명자들은, 또, 특허문헌 3에 있어서, 레이저 가공에 의해 형성된 가공 표면(예를 들면, 프로브 가이드의 관통 구멍 내표면)을 매끄럽게 하기 위해서, 고강도 세라믹스인 Si_3N_4 에, 고풍창 세라믹스인 ZrO_2 및 소정의 산화물(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 및 V_2O_5 로부터 선택되는 1종 이상)을 복합한, 실리콘 웨이퍼와 동 정도의 열팽창률을 갖고, 또한 고강도의 세라믹스를 제안하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0012] (특허문헌 0001) 일본국 특허공개 2001-354480호 공보
- (특허문헌 0002) 일본국 특허공개 2003-286076호 공보
- (특허문헌 0003) 국제 공개 제2019/093370호

비특허문헌

- [0013] (비특허문헌 0001) Takeshi Yoshida 외, YAG 레이저 조사에 있어서의 세라믹스의 가공 특성, 생산과 가공에 관한 학술 강연회 2001, 제3회 생산 가공·공작 기계 부문 후원회, 일본 기계 학회, 2001년 11월 21일

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 특허문헌 3의 발명은, Si_3N_4 에 ZrO_2 를 복합한 세라믹스 재료에 레이저 가공을 실시하는 경우에 대해 검토하고, 레이저 가공에 의해 형성된 가공 표면(예를 들면, 프로브 가이드의 관통 구멍 내표면)을 매끄럽게 하기 위해서, 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 및 V_2O_5 등의 산화물을 적량 함유시키는 것으로 하고 있다. 그러나, 가공 속도에 대해 언급되어 있지 않다.

[0015] 여기서, 비특허문헌 1에 기재되는 바와 같이, 예를 들면, YAG 레이저를 조사하여 구멍 형성 가공을 행하는 경우, 일반적으로, ZrO_2 단체의 세라믹스는, Si_3N_4 단체의 세라믹스에 비교하여 가공하기 쉬운 것이 알려져 있다(비특허문헌 1 참조). 비특허문헌 1에서는, 그 이유로서 열전도율이 큰 세라믹스일수록 큰 조사 에너지를 필요

로 한다고 설명하고 있다.

[0016] 그러나, 본 발명자들의 연구에 의하면, Si₃N₄ 중에 ZrO₂가 첨가되어 있는 세라믹스에 레이저 가공을 행하는 경우에, ZrO₂가 존재하고 있는 부분은 가공하기 어렵고, 존재하고 있지 않은 부분은 가공하기 쉬운 경향이 있어, 가공 속도의 차가 발생하고, 그 결과, 가공 속도가 극단적으로 저하되는 것이 판명되었다. 이 점, 소정의 산화물(MgO, Y₂O₃, CeO₂, CaO, HfO₂, TiO₂, Al₂O₃, SiO₂, MoO₃, CrO, CoO, ZnO, Ga₂O₃, Ta₂O₅, NiO 및 V₂O₅로부터 선택되는 1종 이상)이 함유되어 있어도 동일하다.

[0017] 본 발명은, 실리콘과 동 정도의 열팽창 계수와, 우수한 기계적 강도 및 가공성(고정밀한 세밀 가공, 우수한 가공 표면 성상, 파티클의 발생 억제)과, 고효율인 레이저 가공이 가능한 세라믹스, 그 세라믹스를 이용한 프로브 안내 부품, 프로브 카드 및 검사용 소켓을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0018] 본 발명자들은, 상기의 목적을 달성하기 위해서, Si₃N₄에, ZrO₂ 및 소정의 산화물을 복합한 세라믹스에 대한 가공 속도를 향상시키는 것을 목적으로 하여 예의 연구를 거듭했다.

[0019] 상기의 복합 세라믹스에 레이저 가공을 행하는 경우에, ZrO₂가 존재하고 있는 부분은 가공하기 어렵고, 존재하고 있지 않은 부분은 가공하기 쉬운 원인에 대해 검토를 거듭한 결과, 통상의 지견에 반하여, ZrO₂는 레이저 반사율이 높아, 레이저 흡수율을 낮추고 있는 것으로 생각되었다. 거기서, 본 발명자들은, 상기 복합 세라믹스의 레이저 반사율을 저하시키는 화합물에 대해 예의 검토를 거듭하여, Si₃N₄ 및 ZrO₂의 양에 따라 적량의 SiC 및 AlN을 존재시킴으로써, 기본적인 성능(실리콘과 동 정도의 열팽창 계수, 우수한 기계적 강도 및 가공성)을 저하시키는 일 없이, 레이저의 가공 속도를 향상시킬 수 있음을 찾아냈다.

[0020] 본 발명은, 상기의 지견에 의거하여 이루어진 것으로, 하기의 발명을 요지로 한다.

[0021] 질량%로,

[0022] Si₃N₄ : 20.0~60.0%와,

[0023] ZrO₂ : 25.0~70.0%와,

[0024] SiC 및 AlN으로부터 선택되는 1종류 이상 : 2.0~17.0%(단, AlN은 10.0% 이하)와,

[0025] MgO, Y₂O₃, CeO₂, CaO, HfO₂, TiO₂, Al₂O₃, SiO₂, MoO₃, CrO, CoO, ZnO, Ga₂O₃, Ta₂O₅, NiO 및 V₂O₅로부터 선택되는 1종류 이상 : 5.0~15.0%를 함유하고,

[0026] 하기 (1)식으로부터 구해지는 Fn이 0.02~0.40인,

[0027] 세라믹스.

[0028]
$$Fn = (SiC + 3AlN) / (Si_3N_4 + ZrO_2) \quad \dots (1)$$

발명의 효과

[0029] 본 발명에 의하면, 실리콘과 동 정도의 열팽창 계수와, 우수한 기계적 강도 및 가공성(고정밀한 세밀 가공, 우수한 가공 표면 성상, 파티클의 발생 억제)과, 고효율인 레이저 가공이 가능한 세라믹스를 얻을 수 있으므로, 프로브 안내 부품, 프로브 카드 및 검사용 소켓으로서 특히 유용하다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은, 프로브 카드의 구성을 예시한 단면도이다.

도 2는, 프로브 가이드의 구성을 예시한 상면도이다.

도 3은, 실시예 2의 미세 가공 후의 구멍을 상방으로부터 촬영한 사진이다.

도 4는, 레이저 가공 시의 상태의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 1. 세라믹스
- [0032] 본 발명에 따른 세라믹스는, 질량%로, Si₃N₄ : 20.0~60.0%와, ZrO₂ : 25.0~70.0%와, SiC 및 AlN으로부터 선택되는 1종류 이상 : 2.0~17.0%(단, AlN은 10.0% 이하)와, MgO, Y₂O₃, CeO₂, CaO, HfO₂, TiO₂, Al₂O₃, SiO₂, MoO₃, CrO, CoO, ZnO, Ga₂O₃, Ta₂O₅, NiO 및 V₂O₅로부터 선택되는 1종류 이상 : 5.0~15.0%를 함유하고, 하기 (1)식으로부터 구해지는 Fn이 0.02~0.40인, 세라믹스이다. 이하, 함유량에 대한 「%」는 「질량%」를 의미한다.
- [0033]
$$F_n = (\text{SiC} + 3\text{AlN}) / (\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{ZrO}_2) \quad \dots (1)$$
- [0034] Si₃N₄ : 20.0~60.0%
- [0035] Si₃N₄는, 세라믹스에 높은 강도를 부여하는데 유효하며, 700MPa 이상이라고 하는 높은 굽힘 강도를 얻기 위해서는, 20.0% 이상 함유시킬 필요가 있다. 그러나, Si₃N₄의 함유량이 60.0%를 초과하면, 실리콘 웨이퍼와 동 정도의 열팽창률을 얻는 것, 즉, -50~500℃에 있어서의 열팽창 계수를 $3.0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 이상으로 하는 것이 곤란해진다. 따라서, Si₃N₄의 함유량은, 20.0~60.0%로 한다. 하한은 25.0%로 하는 것이 바람직하고, 30.0%로 하는 것이 보다 바람직하다. 상한은, 55.0%로 하는 것이 바람직하고, 50.0%로 하는 것이 보다 바람직하다.
- [0036] ZrO₂ : 25.0~70.0%
- [0037] ZrO₂는, 세라믹스에 높은 열팽창률을 부여하는데 유효하며, 25.0% 이상 함유시킬 필요가 있다. 그러나, ZrO₂의 함유량이 70.0%를 초과하면, 열팽창률이 너무 높아져, 실리콘 웨이퍼와 동 정도의 열팽창률을 얻는 것, 즉, -50~500℃에 있어서의 열팽창 계수를 $6.0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 이하로 하는 것이 곤란해진다. 따라서, ZrO₂의 함유량은, 25.0~70.0%로 한다. 하한은 30.0%로 하는 것이 바람직하고, 35.0%로 하는 것이 보다 바람직하다. 상한은, 65.0%로 하는 것이 바람직하고, 60.0%로 하는 것이 보다 바람직하다.
- [0038] 또한, ZrO₂로서는, 단사정, 정방정 또는 입방정의 결정 구조를 갖는 것이 있다. 단사정 ZrO₂는 정방정 또는 입방정 ZrO₂보다 강도가 낮기 때문에, 결정 구조로서 단사정을 포함하는 경우에도, ZrO₂ 전체에 대한 단사정 ZrO₂의 비율은 최대한 작은 것이 바람직하다. 단사정의 비율이 너무 크면, 600MPa의 굽힘 강도를 달성하는 것이 어려워지기 때문에, ZrO₂ 전체에 대한 단사정의 비율은, 10% 이하로 하는 것이 좋고, 5% 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 0%로 해도 된다. 또, 일반적으로, ZrO₂ 세라믹스에 높은 강도를 부여하기 위해서는, 산화물을 수% 고용시킨 정방정 ZrO₂가 종종 사용된다. 그러나, 이 정방정 ZrO₂는, 저온(200℃ 미만)이어도 장시간 노출되면, 단사정으로 상전이되고, 이 상전이 시에 세라믹스의 치수를 변화시킨다. 이 상전이는, 예를 들면, 40℃ 이상에서 진행되며, 150℃ 이상에서 보다 현저하게 진행된다. 따라서, 이러한 세라믹스를 프로브 카드의 프로브를 안내하는 프로브 안내 부품에 사용했을 경우, 실온에 있어서는 프로브 안내 부품으로서의 기능을 하지만, 사용하는 온도역이 높아짐에 따라, 프로브를 도통하는 복수의 관통 구멍 및/또는 슬릿의 위치가 어긋나, 프로브의 도통을 저해하는 경우가 있다. 따라서, 사용 온도에서 상전이지 않는, 즉 치수 변화되지 않는 입방정 ZrO₂를 이용하는 것이 바람직하다. 또한, 입방정 ZrO₂에는, 3mol% 정도의 Y 등의 원소가 함유되는데, ZrO₂의 함유량은 이들 원소의 양도 함유된다.
- [0039] SiC 및 AlN으로부터 선택되는 1종류 이상 : 2.0~17.0%(단, AlN은 10.0% 이하),
- [0040]
$$F_n = (\text{SiC} + 3\text{AlN}) / (\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{ZrO}_2) : 0.02 \sim 0.40$$
- [0041] 상기와 같이, ZrO₂는, 세라믹스에 높은 열팽창률을 부여하는데 유효하지만, Si₃N₄ 및 ZrO₂는 모두 열전도율이 낮기 때문에, 레이저에 의한 가공 속도를 저하시킨다. 세라믹스의 정밀 가공에는, 비(非)열가공법인 펄스 레이저 가공이 이용된다. 펄스 레이저 가공은, 세라믹스를 용융시키지 않고 가공하는 방법인데, 레이저 조사 위치에 가까운 부위에서는 가공 시의 열의 영향을 받아 가열된 열영향 영역이 존재한다. 가공에 의해 형성하는 관통 구멍의 사이즈가 작아질수록, 관통 구멍의 직경에 대한 레이저 직경이 커지고, 상대적으로 열영향 영역이 커져 형상 불량, 제거물의 재부착 등의 문제가 발생하기 쉬워진다. 이 때문에, 열전도율이 낮은 세라믹스를 형상 불

량이 발생하지 않도록 가공하기 위해서는, 레이저 출력(W), 주사 궤적(레이저의 움직임, 주행 거리), 주사 속도, 반복 주파수(펄스 레이저의 조사의 시간적 간격) 등을 조정할 필요가 있다. 예를 들면, 반복 주파수는 작게 하면, 세라믹스의 온도 상승을 억제할 수 있지만, 반면 가공에 필요로 하는 시간이 길어진다. 그 결과, 레이저에 의한 가공 속도가 저하되는 것이다.

[0042] 여기서, SiC 및 AlN은, Si₃N₄ 및 ZrO₂에 비해 매우 높은 열전도율을 구비하고 있다. 이 때문에, Si₃N₄에, ZrO₂ 및 소정의 산화물을 복합한 세라믹스에 있어서, SiC 및 AlN의 1종 이상을 함유시키면, 레이저 가공 시에 발생한 열영향 영역을 방열하기 쉽고, 기본적인 성능(실리콘과 동 정도의 열팽창 계수, 우수한 기계적 강도 및 가공성)을 저하시키는 일 없이, 레이저의 가공 속도를 향상시킬 수 있다. 이로 인해, SiC 및 AlN으로부터 선택되는 1종류 이상을 2.0% 이상 함유시킨다. 또, 상기의 효과를 얻기 위해서는, (SiC+3AlN)/(Si₃N₄+ZrO₂)를 0.02 이상으로 할 필요가 있다. 한편, SiC 및 AlN은, 그 양이 너무 많으면, 굽힘 강도가 저하된다. 이 때문에, SiC 및 AlN으로부터 선택되는 1종류 이상의 함유량을 17.0% 이하(단, AlN은 10.0% 이하)로 한다. 또, (SiC+3AlN)/(Si₃N₄+ZrO₂)를 0.40 이하로 한다.

[0043] 여기서, SiC 및 AlN은, Si₃N₄ 및 ZrO₂에 비해 굽힘 강도가 낮기 때문에, 특히, 이들 화합물이 소결체 중에 조대한 입자로 존재하고 있으면, 소결체의 굽힘 강도를 저하시킬 우려가 있다. 이 때문에, 이들 화합물은, 평균 입경으로 5.0um 이하의 사이즈로 균일하게 분산되어 있는 것이 바람직하다. 평균 입경으로 2.0um 이하의 사이즈로 균일하게 분산되어 있는 것이 보다 바람직하다. 이를 실현하기 위해서는, 입도가 미세한 원료 분말을 사용하는 것이 바람직하고, 원료 분말로서는, 평균 입경으로 3.0um 이하의 분말이 바람직하고, 1.0um 이하의 분말이 보다 바람직하다.

[0044] MgO, Y₂O₃, CeO₂, CaO, HfO₂, TiO₂, Al₂O₃, SiO₂, MoO₃, CrO, CoO, ZnO, Ga₂O₃, Ta₂O₅, NiO 및 V₂O₅로부터 선택되는 1종류 이상 : 5.0~15.0%

[0045] 본 발명에 따른 세라믹스를 다양한 용도로 이용하는 경우에는, 미세한 가공을 행할 필요가 있다. 예를 들면, 프로브 안내 부품으로서 사용하기 위해서는, 복수의 관통 구멍 및/또는 슬릿을 형성할 필요가 있다. 그러나, 본 발명에 따른 세라믹스는, Si₃N₄ 및 ZrO₂를 주성분으로 하는 고경도 재료이므로, 이 미세 가공을 기계적 가공으로 행하는 것은 곤란하다. 이로 인해, 가공 표면(예를 들면, 프로브 가이드의 관통 구멍 내표면)이 거칠어지고, 그러한 가공을 실시한 부재의 사용 시에, 파artikel이 발생하여, 각종 디바이스에 대한 데미지나 검사 불량을 초래한다. 이로 인해, 이 세라믹스에 대한 미세한 가공은, 레이저 가공에 의해 행하는 것이 바람직한데, 레이저 가공에 의해서도, 가공 표면(예를 들면, 프로브 가이드의 관통 구멍 내표면)을 매끄럽게 하는 것이 곤란하여, 사용 시의 파tikel의 발생을 완전히 방지하는 것은 곤란하다.

[0046] 이에, 본 발명에 따른 세라믹스에 있어서는, 레이저 가공에 의해 형성된 가공 표면(예를 들면, 프로브 가이드의 관통 구멍 내표면)을 매끄럽게 하기 위해서, 적량의 산화물을 함유시킨다. 즉, MgO, Y₂O₃, CeO₂, CaO, HfO₂, TiO₂, Al₂O₃, SiO₂, MoO₃, CrO, CoO, ZnO, Ga₂O₃, Ta₂O₅, NiO 및 V₂O₅로부터 선택되는 1종류 이상을 5.0% 이상 함유시킬 필요가 있다. 한편, 이들 산화물의 함유량이 과잉인 경우에는 굽힘 강도의 저하를 초래하므로, 이들 산화물의 1종 이상의 함유량은 15.0% 이하로 한다. 따라서, MgO, Y₂O₃, CeO₂, CaO, HfO₂, TiO₂, Al₂O₃, SiO₂, MoO₃, CrO, CoO, ZnO, Ga₂O₃, Ta₂O₅, NiO 및 V₂O₅로부터 선택되는 1종류 이상의 함유량은, 5.0~15.0%로 한다. 하한은 7.0%로 하는 것이 바람직하고, 9.0%로 하는 것이 보다 바람직하다. 상한은, 13.0%로 하는 것이 바람직하고, 11.0%로 하는 것이 보다 바람직하다.

[0047] 특히, MgO, Y₂O₃, CeO₂, CaO 및 HfO₂는, 상기의 효과에 더하여, 소결 조제로서의 작용을 하고, 또한, ZrO₂의 결정 구조를 입방정으로서 안정시키는데도 유효하다. 또, TiO₂, Al₂O₃, SiO₂, MoO₃, CrO, CoO, ZnO, Ga₂O₃, Ta₂O₅, NiO 및 V₂O₅는, 상기의 효과에 더하여, 소결 조제로서의 작용도 한다. 따라서, MgO, Y₂O₃, CeO₂, CaO 및 HfO₂로부터 선택되는 1종류 이상과, TiO₂, Al₂O₃, SiO₂, MoO₃, CrO, CoO, ZnO, Ga₂O₃, Ta₂O₅, NiO 및 V₂O₅로부터 선택되는 1종류 이상을 함유시키는 것이 바람직하다.

[0048] 또한, 각 성분의 함유량(질량%)은, ICP 발광 분광 분석법에 의해 측정할 수 있다. 또, 상기에서 열거한 성분 이외의 잔부는, 특별히 제약은 없지만, 최대한 적은 것이 바람직하고, 잔부의 함유량은 10.0% 이하가 바람직하고, 5.0% 이하가 보다 바람직하고, 0%여도 된다. 잔부로서는, BN 등이 예시된다. 특히, BN은, 강도의 저하를

초래할 우려가 있기 때문에, 그 함유량은 최대한 적은 것이 바람직하며, 그 함유량은 3.0% 이하가 바람직하고, 1.5% 이하가 보다 바람직하다.

- [0049] -50~500℃에 있어서의 열팽창 계수 : $3.0\sim6.0\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
- [0050] 본 발명에 따른 세라믹스를 프로브 가이드에 이용하는 경우에는, 각 IC칩이 탑재되는 실리콘 웨이퍼의 열팽창 계수와 동 정도인 것이 요구된다. 이는, 검사 시의 온도가 변화되었을 때에, 실리콘 웨이퍼의 열팽창에 따라 IC칩의 위치가 변동된다. 이때, 프로브 가이드가, 실리콘 웨이퍼와 동 정도의 열팽창 계수를 갖고 있다면, 실리콘 웨이퍼의 팽창, 수축에 동조하여 이동하므로, 고정밀도의 검사를 유지할 수 있다. 이 점, 본 발명에 따른 세라믹스가 검사용 소켓에 이용되는 경우도 동일하다. 따라서, -50~500℃에 있어서의 열팽창 계수는, $3.0\sim6.0\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 인 것을 기준으로 한다.
- [0051] 굽힘 강도 : 600MPa 이상
- [0052] 본 발명에 따른 세라믹스는, 프로브 가이드에 사용했을 때에는, 검사 시에 프로브 등과의 접촉이나 하중에 견딜 수 있도록, 충분한 기계적 특성을 갖고 있는 것이 요구된다. 특히, 프로브 가이드의 소형화, 박육화의 요청에 응답하기 위해서, 종래보다도 한층 더 높은 굽힘 강도가 요구된다. 이 점, 본 발명에 따른 세라믹스가 검사용 소켓에 이용되는 경우도 동일하다. 이 때문에, 굽힘 강도는, 600MPa 이상인 것을 기준으로 하고, 보다 바람직하게는 700MPa 이상으로 한다.
- [0053] 미세 가공성
- [0054] 미세 가공성은, 펄스 레이저 가공에 의해, 두께 0.3mm의 세라믹스 재료에 가로 세로 50μm 또는 가로 세로 30μm의 관통 구멍을 9개 형성했을 때의 가공 정밀도에 의해 평가한다.
- [0055] 구체적으로는, 광학 현미경(예를 들면 KEYENCE CORPORATION 제조 VHX7000)으로 촬영한 화상에 대해, 화상 측정기(예를 들면 Mitutoyo Co., Ltd. 제조 Quick Vision)로 관찰함으로써 평가한다. 미세 가공성이 양호하다는 것은, 레이저의 누설측으로부터 구멍 형상을 관찰하고, 가공성 정밀도가 $\pm 2\mu\text{m}$ 이하(가로 세로 50μm의 관통 구멍에서는 한 변의 길이가 48~52μm, 가로 세로 30μm의 관통 구멍에서는 한 변의 길이 28~32μm)이고, 또한, 각각의 각진 구멍의 모서리 R에 대해, 임의의 3점으로부터 원 계측한 R이 5μm 이하인 경우를 의미한다.
- [0056] 또, 가공 속도는, 상기 9개의 관통 구멍에 대해, 상기 양호한 미세 가공성을 유지할 수 있는 최고 속도로 가공한 경우에 있어서, 관통 구멍의 형성 개시부터 종료까지의 시간을 측정하고, 평가 대상인 세라믹스의 가공 시간(t_1)과, 기준 조성의 세라믹스에 있어서의 가공 시간(t_0)의 비(t_1/t_0)를 구하여 평가한다. 비(t_1/t_0)가 1.05 이상인 경우를 양호한 것으로 한다. 1.10 이상, 나아가서는, 1.15 이상인 경우에는, 더욱 가공 속도가 우수한 것으로 평가한다. 또한, 기준 조성이란, 평가 대상인 세라믹스로부터, Si_3N_4 와 ZrO_2 의 비가 일정한 조건으로, SiC 및 AlN을 제외한 조성을 갖는 세라믹스를 의미한다.
- [0057] 상술한 바와 같이, 가공에 의해 형성하는 관통 구멍의 사이즈가 작아질수록, 관통 구멍의 직경에 대한 레이저 직경이 커지고, 상대적으로 열영향 영역이 커져 형상 불량, 제거물의 재부착 등의 문제가 발생하기 쉬워진다. 이 때문에, 본 발명에 의한 효과는, 관통 구멍의 사이즈가 작을수록 현저해진다. 구체적으로는, 본 발명의 세라믹스는, 내접원의 직경이 100μm 이하인 관통 구멍 또는 슬릿, 보다 바람직하게는, 내접원의 직경이 50μm 이하인 관통 구멍 또는 슬릿, 더욱 바람직하게는, 내접원의 직경이 30μm 이하인 관통 구멍 또는 슬릿을 구비하는 프로브 안내 부품을 제조하는데 유용하다. 또한, 슬릿의 내접원의 직경은, 슬릿의 폭과 동의이다. 또, 세라믹스가 두꺼울수록, 관통 구멍의 형성에 시간이 걸려, 상대적으로 열영향 영역이 커진다. 이 때문에, 본 발명의 세라믹스는, 관통 구멍의 깊이에 대한 내접원의 직경의 비(깊이/내접원의 직경)가 6.0 이상, 특히 10.0 이상인 프로브 안내 부품을 제조하는데 유용하다.
- [0058] 가공 표면의 거칠기
- [0059] 가공 표면의 거칠기는, 펄스 레이저 가공에 의해, 두께 0.3mm의 세라믹스 재료에 가로 세로 50μm의 관통 구멍을 9개 형성했을 때의 가공 구멍 내면을, 레이저 공초점 현미경(KEYENCE CORPORATION 제조 VK-X150)으로, 임의의 5시야를, 길이 100μm 이상을 측정하고, 기울기 보정을 행하여 Ra를 산출하고, 그 평균값을 평가한다. Ra는, 0.25μm 이하를 양호한 것으로 한다.
- [0060] 150℃ 열처리 후의 크랙 발생 유무

- [0061] 150℃ 열처리 후의 크랙 발생 유무는, 두께 0.3mm의 세라믹스 재료를, 5℃/분에서 실온으로부터 150℃까지 승온하고, 150℃에서 100시간 유지한 후, 실온에서 자연 방랭하고, 세라믹스가 실온에 도달하고 나서 추가로 5시간 정치한 후, 디지털 현미경(KEYENCE CORPORATION 제조 VHX-6000)을 이용하여, 관찰 배율 200배로 5시야 이상을 촬영하고, 촬영 화상으로부터 크랙의 발생 유무를 평가한다.
- [0062] 2. 세라믹스의 제조 방법
- [0063] 이하, 본 발명에 따른 세라믹스의 제조 방법의 예에 대해 설명한다.
- [0064] Si₃N₄ 분말과, ZrO₂ 분말과, SiC 및/또는 AlN의 분말과, MgO, Y₂O₃, CeO₂, CaO, HfO₂, TiO₂, Al₂O₃, SiO₂, H₂MoO₄ (소결 후에 MoO₃가 된다), CrO, CoO, ZnO, Ga₂O₃, Ta₂O₅, NiO 및 V₂O₅로부터 선택되는 1종류 이상의 산화물 분말을, 볼 밀 등의 공지의 방법으로 혼합한다. 즉, 용기 내에서 각 분말과 함께, 용매와, 세라믹스제 또는 철심이 있는 수지제 볼과 함께 혼합하여 슬러리화한다. 이때, 용매에는 물 또는 알코올을 이용할 수 있다. 또한, 필요에 따라 분산제나 바인더 등의 첨가물을 이용해도 된다.
- [0065] 얻어진 슬러리를 스프레이 드라이나 감압 이베퍼레이터 등의 공지의 방법으로 조립(造粒)한다. 즉 스프레이 드라이어로 분무 건조하여 과립화 혹은, 감압 이베퍼레이터로 건조하여 분말화한다.
- [0066] 얻어진 분말을 고온 고압 하에서, 예를 들면 핫 프레스 또는 HIP(열간 등방압 가압법) 등의 공지의 방법으로 소결하여, 세라믹스 소결체를 얻는다. 핫 프레스의 경우, 질소 분위기 중에서 소성해도 된다. 또 소성 온도는 1300~1800℃의 범위가 좋다. 온도가 너무 낮으면 소결이 불충분해지고, 너무 높으면 산화물 성분의 용출 등의 문제가 발생한다.
- [0067] 가압력은 10~50MPa의 범위가 적당하다. 또 가압력 지속 시간은 온도나 치수에 따라 다른데 통상 1~4시간 정도이다. 또 HIP의 경우에 있어서도, 온도나 가압력 등의 소성 조건을 적절히 설정하면 된다. 이 외에, 상압 소성법이나 분위기 가압 소성법 등의 공지의 소성 방법을 채용해도 된다.
- [0068] 실시예
- [0069] 본 발명의 효과를 확인하기 위해서, 배합비를 변화시킨, Si₃N₄ 분말과, ZrO₂ 분말과, SiC 및/또는 AlN의 분말과, MgO, Y₂O₃, Al₂O₃, SiO₂, CeO₂, TiO₂ 및 H₂MoO₄(소결 후에 MoO₃가 된다)로부터 선택되는 1종류 이상의 산화물 분말을, 물, 분산제, 수지, 세라믹스제의 볼과 함께 혼합하고, 얻어진 슬러리를 스프레이 드라이어로 분무 건조하여 과립상으로 했다. 얻어진 과립을 흑연제의 다이스(틀)에 충전하고, 질소 분위기 중 30MPa의 압력을 가하면서 1700℃에서 2시간 핫 프레스 소성을 행하여, 세로 150×가로 150×두께 30mm의 시험체를 얻었다.
- [0070] 얻어진 시험체로부터 시험편을 채취하고, 각종 시험을 행했다.
- [0071] <열팽창률>
- [0072] 상기 시험체의 -50~500℃에 있어서의 열팽창 계수를 JIS R1618에 따라 구했다. -50~500℃에 있어서의 열팽창 계수는, $3.0\sim 6.0\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 인 것을 기준으로 한다.
- [0073] <굽힘 강도>
- [0074] 상기의 시험체의 3점 굽힘 강도를 JIS R1601에 따라 구했다. 굽힘 강도는, 600MPa 이상인 것을 기준으로 한다.
- [0075] <상대 밀도>
- [0076] 상기의 시험체의 부피 밀도를 JIS C2141에 따라 구하고, 구한 부피 밀도를 이론 밀도로 나누어 상대 밀도를 구했다. 상대 밀도는, 95% 이상인 것을 기준으로 한다.
- [0077] <영률>
- [0078] 상기의 시험체의 영률을 JIS R1602에 따라 구했다. 영률은, 240GPa 이상인 것을 기준으로 한다.
- [0079] <미세 가공성>
- [0080] 미세 가공성은, 펄스 레이저 가공에 의해, 두께 0.3mm의 세라믹스 재료에 가로 세로 50 μm 및 가로 세로 30 μm의 관통 구멍을 9개 형성했을 때의 가공 정밀도에 의해 평가한다. 구체적으로는, 광학 현미경(예를 들면 KEYENCE CORPORATION 제조 VHX7000)으로 촬영한 화상에 대해, 화상 측정기(예를 들면 Mitutoyo Co., Ltd. 제조

Quick Vision)로 관찰함으로써 평가한다. 가로 세로 50 μm의 관통 구멍의 가공에는 파장 1064nm의 펄스 레이저를, 가로 세로 30 μm의 관통 구멍의 가공에는 파장 532nm의 펄스 레이저를 각각 이용했다. 미세 가공성이 양호하다는 것은, 레이저의 누설측으로부터 구멍 형상을 관찰하여, 가공성 정밀도가 ±2 μm 이하이며, 각각의 각진 구멍의 모서리 R에 대해, 임의의 3점으로부터 원 계측한 R이 5 μm 이하이고, 또한 부착물이 없는 경우를 의미한다. 미세 가공성이 양호한 경우를 「○」, 그 이외의 경우(잔여 재료가 있었던 경우, 형상 변형이 있었던 경우 등)를 「×」로 한다. 또한, 도 4는, 레이저 가공 시의 상태의 개략도를 나타내고 있다. 도 4에 나타내는 바와 같이, 세라믹스에 있어서, 레이저광을 조사하는 측을 레이저 조사측으로 하고, 레이저 조사측의 반대측을 레이저 누설측으로 한다.

[0081] <가공 속도>

[0082] 가공 속도는, 상기 9개의 관통 구멍을 형성 개시부터 종료까지의 시간을 측정하여, 평가 대상인 세라믹스의 가공 시간(t_1)과, 기준 조성의 세라믹스에 있어서의 가공 시간(t_0)의 비(t_1/t_0)를 구하여 평가한다. 비(t_1/t_0)가 1.05 이상인 경우를 양호한 것으로 한다. 1.10 이상, 나아가서는, 1.15 이상인 경우에는, 더욱 가공 속도가 양호한 것으로 평가한다. 또한, 기준 조성이란, 평가 대상인 세라믹스로부터, Si_3N_4 와 ZrO_2 의 비가 일정한 조건으로, SiC 및 AlN을 제외한 조성을 갖는 세라믹스를 의미한다.

[0083] <가공 표면의 거칠기>

[0084] 가공 표면의 거칠기는, 펄스 레이저 가공에 의해, 두께 0.3mm의 세라믹스 재료에 가로 세로 50 μm의 관통 구멍을 9개 형성했을 때의 가공 구멍 내면을, 레이저공초점 현미경(KEYENCE CORPORATION 제조 VK-X150)으로, 임의의 5시야를, 길이 100 μm 이상을 측정하고, 기울기 보정을 행하여 Ra를 산출하고, 그 평균값을 평가했다. Ra는, 0.25 μm 이하를 양호로 했다. 또한, 가공 표면의 거칠기는, 세라믹스 재료의 두께 방향에 평행한 단면에 대해, 구멍 내면의 두께 중심부를 포함하는 영역(구체적으로는, 도 8의 장방형으로 둘러싼 부분)을 관찰한다.

[0085] <150℃ 열처리 후의 크랙 발생 유무>

[0086] 150℃ 열처리 후의 크랙 발생 유무는, 두께 0.3mm의 세라믹스 재료를, 5℃/분에서 실온으로부터 150℃까지 승온하고, 150℃에서 100시간 유지한 후, 실온에서 자연 방랭하고, 세라믹스가 실온에 도달하고 나서 추가로 5시간 정지한 후, 디지털 현미경(KEYENCE CORPORATION 제조 VHX-6000)을 이용하여, 관찰 배율 200배로 5시야 이상을 촬영하고, 촬영 화상으로부터 크랙의 발생 유무를 평가한다. 크랙의 발생이 없는 경우 ○, 크랙의 발생이 있는 경우를 ×로 한다.

표 1

표 1

구분	기준 조성	성분 (mass%)																	Fn
		주성분				SiC+AlN			산화물 1				산화물 2				합계		
		Si ₃ N ₄	ZrO ₂	SiC	AlN	기타	합계	MgO	Y ₂ O ₃	CeO ₂	Al ₂ O ₃	SiO ₂	TiO ₂	MoO ₃					
1	비교예 1	40.3	50.8	2.1	-	-	2.1	0.9	3.7	-	1.9	-	0.3	-	6.8	0.02			
2	비교예 1	37.9	47.9	7.4	-	-	7.4	0.9	3.7	-	1.9	-	0.3	-	6.8	0.09			
3	비교예 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	비교예 4	44.6	26.8	15.3	-	-	15.3	4.1	3.0	-	2.5	2.5	1.2	-	13.3	0.21			
5	비교예 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	비교예 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	비교예 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	비교예 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	비교예 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	-	-	-	-	-	-	-	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*	-			

*본 발명에서 규정되는 범위를 벗어남을 의미한다.

표 2

표 2

구분		열팽창률 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	굽힘 강도 (MPa)	상대 밀도 (%)	영률 (GPa)	미세 각진 구멍 형성 여부	150 $^{\circ}\text{C}$ 열처리 후 크랙
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	○	○	
비 교 예	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	× 잔여 재료	○
	12	8.0#	880	97.8	245	× 잔여 재료	×

본 발명에서 원하는 성능을 갖고 있지 않음을 의미한다.

[0088]

표 3

표 3

구분	기준 조성	가공 속도 평가				미세 가공성 평가		
		기준 조성 에 대한 가공 속도비		구멍 내부 표면 거칠기 Ra(um)				
		가로 세로 50 μm	가로 세로 30 μm	가로 세로 50 μm	가로 세로 30 μm	가로 세로 50 μm	가로 세로 30 μm	
실 시 예	1	비교예 1	1.05	1.28	0.22	0.24	○	○
	2	비교예 1	1.16	1.40	0.17	0.21	○	○
	3	비교예 3	1.23	1.34	0.16	0.17	○	○
	4	비교예 4	1.22	1.51	0.19	0.18	○	○
	5	비교예 5	1.07	1.28	0.24	0.19	○	○
	6	비교예 6	1.05	1.26	0.22	0.25	○	○
비 교 예	1	-	1.00#	1.00#	0.19	0.24	○	○
	2	비교예 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	비교예 6	1.27	1.40	0.25	0.25	○	○
	8	비교예 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	-	(평가 없음: 미세 각진 구멍을 형성할 수 없음)					
	12	-	(평가 없음: 미세 각진 구멍을 형성할 수 없음)					

본 발명에서 원하는 성능을 갖고 있지 않음을 의미한다.

[0089]

표 5

표 5

구분	SiC 평균 입경 (μm)	AlN 평균 입경 (μm)	열팽창률 (×10 ⁻⁶ /°C)	굽힘 강도 (MPa)	상대 밀도 (%)
본 발명에	7	-	3.8	866	97.8
	8	-	3.7	744	97.3
	9	1.96	3.4	739	96.8
	10	-	3.7	666	96.3
	11	4.86	3.2	629	95.7

[0091]

[0092]

표 1 및 표 2에 나타내는 바와 같이, 본 발명의 조건을 모두 만족하는 실시예 1~6에 있어서는, 각종 성능이 우수했다. 특히, 실시예 1~6은, 각각의 기준 조성(Si₃N₄ 및 ZrO₂의 비율이 동등한 조성)에 비해, 가공 속도비가 1.05 이상이 되어 있어, 본 발명이 우수한 효과가 확인되었다. 한편, 비교예 1~12는, SiC 및 AlN의 양이 본 발명에서 규정되는 범위를 벗어나 있어, 원하는 성능을 만족하지 못했다.

[0093]

표 3 및 표 4에 나타내는 바와 같이, 본 발명에 7~11은, 원료 분말로서 다양한 입경을 갖는 SiC 분말 및 AlN의 1종 이상을 이용한 세라믹스 소결체이다. 본 발명에 7~11에 나타내는 바와 같이, 세라믹스 소결체 중의 SiC, AlN의 평균 입경이 작을수록, 굽힘 강도가 높아지는 경향이 있음을 알 수 있다.

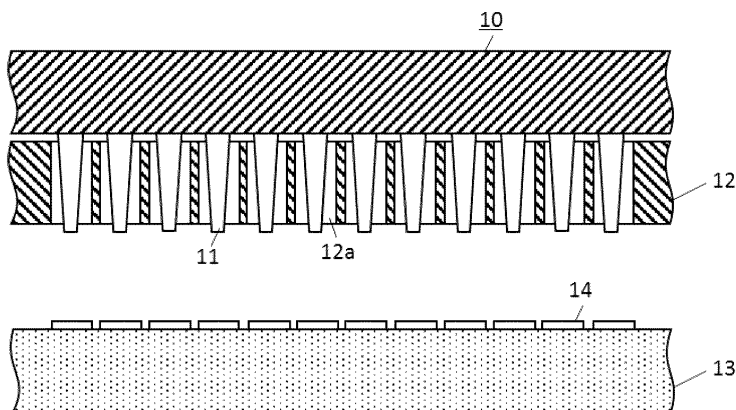
산업상 이용가능성

[0094]

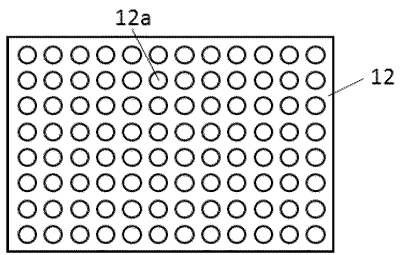
본 발명에 의하면, 실리콘과 동 정도의 열팽창 계수와, 우수한 기계적 강도 및 가공성(고정밀한 세밀 가공, 우수한 가공 표면 형성, 파티클의 발생 억제)과, 고효율인 레이저 가공이 가능한 세라믹스를 얻을 수 있으므로, 프로브 안내 부품, 프로브 카드 및 검사용 소켓으로서 특히 유용하다.

도면

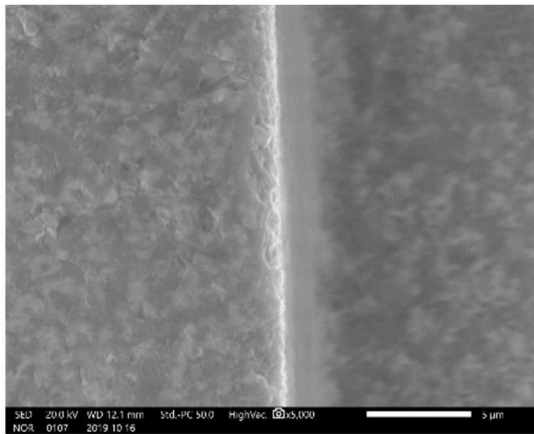
도면1



도면2



도면3



도면4

