(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0110641
(43) 공개일자 2024년07월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61K 6/802 (2020.01) *A61C 13/083* (2006.01)
A61C 5/77 (2017.01) *A61K 6/17* (2020.01)
A61K 6/818 (2020.01) *B28B 11/24* (2006.01)
B28B 3/02 (2006.01) *C04B 35/111* (2006.01)
C04B 35/486 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61K 6/802 (2020.01)
A61C 13/083 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7020758
(22) 출원일자(국제) 2022년12월16일
심사청구일자 2024년06월21일
(85) 번역문제출일자 2024년06월21일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2022/046481
(87) 국제공개번호 WO 2023/127561
국제공개일자 2023년07월06일
(30) 우선권주장
JP-P-2021-213565 2021년12월27일 일본(JP)

(71) 출원인
쿠라레 노리타케 덴탈 가부시키가이샤
일본 오까야마껭 구라시끼시 사까즈 1621
(72) 발명자
나카노 기리히로
일본 아이치켕 미요시시 미요시쵸 히가시야마 30 0반치 쿠라레 노리타케 덴탈 가부시키가이샤 나이
사카모토 히로유키
일본 아이치켕 미요시시 미요시쵸 히가시야마 30 0반치 쿠라레 노리타케 덴탈 가부시키가이샤 나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인코리아나

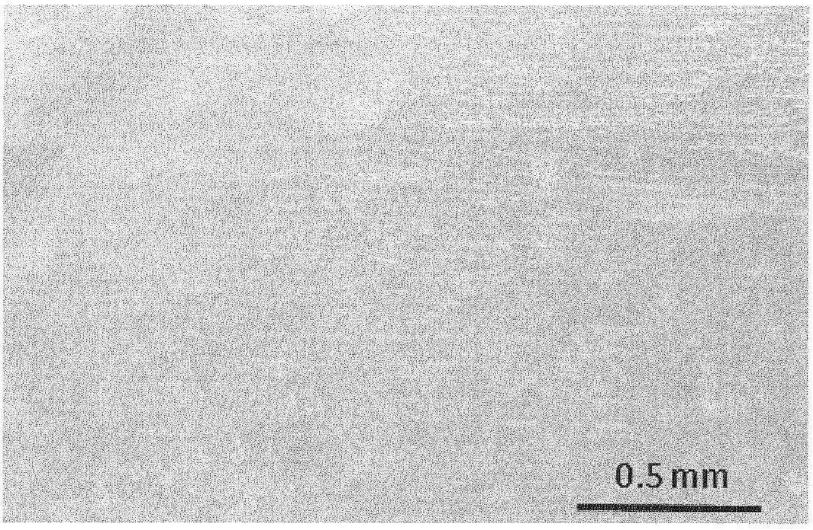
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **양연마성의 치과용 산화물 세라믹스 가소체 및 그 제조 방법**

(57) 요 약

본 발명은, 우수한 연마성을 갖고, 가소체의 연마면 및 소결 후의 소결체의 표면이 높은 평탄성을 갖기 때문에 심미성을 갖는, 산화물 세라믹스로 이루어지는 가소체, 및 그 제조 방법을 제공한다. 본 발명은, 1 차 입자의 평균 원형도가 0.81 이상인 산화물 세라믹스 입자를 포함하고, 상대 밀도가 43 ~ 63 % 인, 치과용 산화물 세라믹스 가소체에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
A61C 5/77 (2020.05)
A61K 6/17 (2020.01)
A61K 6/818 (2020.01)
B28B 11/243 (2013.01)
B28B 3/02 (2013.01)
C04B 35/111 (2013.01)
C04B 35/486 (2013.01)
C04B 2235/96 (2013.01)
(72) 발명자
가시키 노부스케
일본 아이치켄 미요시시 미요시쵸 히가시야마 300 반치 쿠라레 노리타케 덴탈 가부시키가이샤 나이
가토 신이치로
일본 아이치켄 미요시시 미요시쵸 히가시야마 300 반치 쿠라레 노리타케 덴탈 가부시키가이샤 나이
이시노 히로시게
일본 아이치켄 미요시시 미요시쵸 히가시야마 300 반치 쿠라레 노리타케 덴탈 가부시키가이샤 나이

명 세 서

청구범위

청구항 1

1 차 입자의 평균 원형도가 0.81 이상인 산화물 세라믹스 입자를 포함하고, 상대 밀도가 43 ~ 63 % 인, 치과용 산화물 세라믹스 가소체.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

입자의 평균 1 차 입자경이 30 ~ 600 ㎚ 인, 치과용 산화물 세라믹스 가소체.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

3 점 굽힘 강도가 10 ~ 50 MPa 인, 치과용 산화물 세라믹스 가소체.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

연마 후의 표면 조도 Ra 가 1.70 ㎛ 이하인, 치과용 산화물 세라믹스 가소체.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

연마 후의 표면 조도 Rz 가 54 ㎛ 이하인, 치과용 산화물 세라믹스 가소체.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 산화물 세라믹스 입자가, 지르코니아 및/또는 알루미나를 포함하는, 치과용 산화물 세라믹스 가소체.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 알루미나가, 순도 99.5 % 이상의 α-알루미나 입자를 포함하는, 치과용 산화물 세라믹스 가소체.

청구항 8

제 6 항 또는 제 7 항에 있어서,

추가로 소결 보조제를 포함하고, 상기 소결 보조제가 제 2 족 원소, Ce, Zr, 및 Y 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 종의 원소를 포함하는, 치과용 산화물 세라믹스 가소체.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

열간 정수압 프레스 처리를 사용하지 않고, 대기압하에서 소성하여 소결체로 한 후, 표면 조도 Ra 가 1.40 ㎛ 이하가 되는, 치과용 산화물 세라믹스 가소체.

청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

열간 정수압 프레스 처리를 사용하지 않고, 대기압하에서 소성하여 소결체로 한 후, 표면 조도 Rz 가 51 ㎛ 이하가 되는, 치과용 산화물 세라믹스 가소체.

청구항 11

치과용 산화물 세라믹스 가소체의 제조 방법으로서,

산화물 세라믹스 조성물을 면압 20 ~ 600 MPa 로 가압 성형하는 공정과, 얻어진 성형체를 400 ℃ 이상 1200 ℃ 미만에서 대기압하에서 소성하는 공정을 포함하고,

치과용 산화물 세라믹스 가소체가, 1 차 입자의 평균 원형도가 0.81 이상인 산화물 세라믹스 입자를 포함하고, 상대 밀도가 43 ~ 63 % 인, 치과용 산화물 세라믹스 가소체의 제조 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 산화물 세라믹스 입자가, 지르코니아 및/또는 알루미나를 포함하는, 치과용 산화물 세라믹스 가소체의 제조 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 알루미나가, 순도 99.5 % 이상의 α-알루미나 입자를 포함하는, 치과용 산화물 세라믹스 가소체의 제조 방법.

청구항 14

제 11 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

추가로 소결 보조제를 포함하고, 상기 소결 보조제가 제 2 족 원소, Ce, Zr, 및 Y 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 종의 원소를 포함하는, 치과용 산화물 세라믹스 가소체의 제조 방법.

청구항 15

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 기재된 치과용 산화물 세라믹스 가소체를, 치과용의 연마 기구로 연마하는 공정을 포함하는, 치과용 산화물 세라믹스 소결체의 제조 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

열간 정수압 프레스 처리를 사용하지 않고, 상기 치과용 산화물 세라믹스 가소체를, 대기압하에서 소결하는 공정을 포함하는, 치과용 산화물 세라믹스 소결체의 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 산화물 세라믹스를 포함하는, 공구에 의해 양호하게 연마할 수 있는 치과용 산화물 세라믹스 가소체, 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근, 치과 재료로서 산화물 세라믹스의 소결체가 보급되어 있다. 치과 재료의 소결체는 환자의 임상 부위에 맞추어 치수 및 표면이 양호한 정밀도로 가공된 소결체가 사용된다. 원하는 형상으로의 가공은 CAD/CAM 등의 기계 가공을 사용한다.

[0003] 산화물 세라믹스로는, 산화알루미늄 (알루미나), 산화지르코늄 (지르코니아) 등이 치과 재료에 사용되고 있다. 특히, 지르코니아는, 강도에 있어서 우수하고, 심미성도 비교적 우수하기 때문에, 특히 최근의 저가격화와

함께 수요가 높아지고 있다.

[0004] 그러나, 지르코니아 소결체는 기계 가공하려면 지나치게 단단하여 깎을 수 없고, 기계 가공시에 균열되고, 기계 가공에 시간이 걸리고, 가공 공구의 교환 빈도가 높아지는 등의 생산성 및 비용상의 문제가 있다.

[0005] 그 때문에, 일반적으로는, 지르코니아 소결체를 기계 가공하는 대신에, 반소결 상태의 지르코니아 가소체를, 치아 또는 치아의 일부를 본뜬 형상 등의 원하는 형상에 가까운 절삭 또는 연삭 가공체로 기계 가공하고, 얻어진 절삭 또는 연삭 가공체를 소결 온도 이상에서 소성함으로써 원하는 형상을 갖는 지르코니아 소결체를 얻을 수 있다. 지르코니아 가소체는, 원료 분말을 원반 형상, 직방체 형상 등으로 성형한 성형체를, 소결에 이르지 않는 온도역에서 소성 (이하, 「가소」라고도 한다) 하여 얻어진다.

[0006] 한편, 지르코니아 이외의 산화물 세라믹스에 관해서, 알루미나를 사용한 것으로는, 예를 들어, 특허문헌 1 ~ 3 이 제안되어 있다. 알루미나는 지르코니아와는 굴절률이 상이하고, 소결 후의 투광성에서 유리하고, 또, 단열재 등의 다공질체를 제외하고, 소결체로서 다용되기 때문에, 가소체로 할 필요가 없는 점에서, 성형체를 소결시켜 소결체를 얻는 것이 일반적으로 실시되고 있다.

[0007] 얻어진 산화물 세라믹스의 소결체에 대하여, 치과의 심미성의 관점에서 표면 평활성을 얻기 위해서 연마 조작을 실시하는 것이 일반적이다.

[0008] 그러나, 소결체는 경도가 높기 때문에 연마에 많은 시간을 필요로 한다. 또, 소결체의 연마시에 소결체 표면이 결손되어 버리면 (치핑되어 버리면), 다시 제조하게 된다. 그 때문에, 생산성 및 경제성의 점에서, 개선의 여지가 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 2015-37537호

(특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 2012-180275호

(특허문헌 0003) 국제 공개 제2009/045940호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 그래서, 본 발명자들은, 가소체의 단계에서 연마할 수 있고, 원하는 표면성 (예를 들어, 연마 후의 평탄성) 을 부여할 수 있으면, 소결 후의 연마로 시간과 리스크를 줄일 수 있는 것을 알아냈다.

[0011] 한편, 가소체의 연마성을 향상시키려면, 가소체의 상대 밀도를 낮춰 연마시의 저항을 줄이는 것이 생각되지만, 상대 밀도를 지나치게 낮추면, 가소체가 지나치게 부드러워져 붕괴되거나, 및/또는 소결능이 저하되어, 소결 후에 상대 밀도가 향상되지 않는 문제가 발생한다.

[0012] 예를 들어, 특허문헌 1 에는, 생체 활성 알루미나의 성형과 연마의 제조 방법이 개시되며, 알루미나 소결체의 표면 연마에 대해 기재가 있다. 그러나, 소결체의 연마에는 시간을 필요로 하고, 또, 일부의 입자는 탈락하여, 반대로 평활성이 저하될 우려가 있었다. 또, 상기와 같이, 알루미나는 단열재 등의 다공질체를 제외하고, 소결체로서 다용되는 점에서, 가소체로 할 필요가 없기 때문에, 특허문헌 1 에서는, 가소체로 평활하게 하고 나서 소결하는 검토는 이루어져 있지 않다.

[0013] 또, 특허문헌 2 에는, 평균 입자경 0.2 ~ 1.0 ㎛ 의 알루미나 분말을 사용하여 얻어진 성형체를 1480 ~ 1600 ℃ 에서 소성하는 알루미나 소결체의 제조 방법이 기재되어 있다. 그러나, 특허문헌 2 에서는, 치과 용도가 시사되어 있지 않고, 연마성이 높은 가소체에 대해 검토가 이루어져 있지 않다. 또, 특허문헌 2 에서는, 입자의 원형도에 관해서 검토가 이루어지지 않은 데다가, 입경이 크기 때문에 연마성이 좋은 가소체는 아니었다.

[0014] 또한, 특허문헌 3 에는, 연마에 적절한 지립에 관한 경도나 공극률의 기재는 있지만, 피연마체에 관한 검토는 이루어져 있지 않고, 가령 지립면을 가소체로 진단하였다고 해도, 가소체 표면 (지립면) 을 평활하게 하기 위한

적정한 조건을 찾아내고 있다고는 말할 수 없다.

[0015] 특허문헌 1 ~ 3 에는, 가소체로 연마하여 평활하게 하고 나서 소결하는 검토는 이루어져 있지 않고, 경제적이고, 또한 용이한 방법으로, 평활한 소결체를 얻을 수 없었다.

[0016] 그래서, 본 발명에서는, 우수한 연마성을 갖고, 가소체의 연마면 및 소결 후의 소결체의 표면이 높은 평탄성을 갖기 때문에 심미성을 갖는, 산화물 세라믹스 가소체, 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0017] 본 발명자들은, 상기 과제를 해결하기 위해서 예의 연구를 거듭한 결과, 1 차 입자의 평균 원형도가 0.81 이상인 산화물 세라믹스 입자를 포함하고, 상대 밀도가 43 ~ 63 % 인 산화물 세라믹스 가소체가 높은 연마성을 갖는 것을 알아내어, 이 지견에 기초하여 더욱 검토를 거듭하여, 본 발명을 완성하기에 이르렀다.

[0018] 즉, 본 발명은 이하의 발명을 포함한다.

[0019] [1] 1 차 입자의 평균 원형도가 0.81 이상인 산화물 세라믹스 입자를 포함하고, 상대 밀도가 43 ~ 63 % 인, 치과용 산화물 세라믹스 가소체.

[0020] [2] 입자의 평균 1 차 입자경이 30 ~ 600 ㎚ 인, [1] 에 기재된 치과용 산화물 세라믹스 가소체.

[0021] [3] 3 점 굽힘 강도가 10 ~ 50 MPa 인, [1] 또는 [2] 에 기재된 치과용 산화물 세라믹스 가소체.

[0022] [4] 연마 후의 표면 조도 Ra 가 1.70 ㎛ 이하인, [1] ~ [3] 중 어느 하나에 기재된 치과용 산화물 세라믹스 가소체.

[0023] [5] 연마 후의 표면 조도 Rz 가 54 ㎛ 이하인, [1] ~ [4] 중 어느 하나에 기재된 치과용 산화물 세라믹스 가소체.

[0024] [6] 상기 산화물 세라믹스 입자가, 지르코니아 및/또는 알루미나를 포함하는, [1] ~ [5] 중 어느 하나에 기재된 치과용 산화물 세라믹스 가소체.

[0025] [7] 상기 알루미나가, 순도 99.5 % 이상의 α-알루미나 입자를 포함하는, [6] 에 기재된 치과용 산화물 세라믹스 가소체.

[0026] [8] 추가로 소결 보조제를 포함하고, 상기 소결 보조제가 제 2 족 원소, Ce, Zr, 및 Y 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 종의 원소를 포함하는, [6] 또는 [7] 에 기재된 치과용 산화물 세라믹스 가소체.

[0027] [9] 열간 정수압 프레스 처리를 사용하지 않고, 대기압하에서 소성하여 소결체로 한 후, 표면 조도 Ra 가 1.40 ㎛ 이하가 되는, [1] ~ [8] 중 어느 하나에 기재된 치과용 산화물 세라믹스 가소체.

[0028] [10] 열간 정수압 프레스 처리를 사용하지 않고, 대기압하에서 소성하여 소결체로 한 후, 표면 조도 Rz 가 51 ㎛ 이하가 되는, [1] ~ [9] 중 어느 하나에 기재된 치과용 산화물 세라믹스 가소체.

[0029] [11] 치과용 산화물 세라믹스 가소체의 제조 방법으로서,

[0030] 산화물 세라믹스 조성물을 면압 20 ~ 600 MPa 로 가압 성형하는 공정과, 얻어진 성형체를 400 ℃ 이상 1200 ℃ 미만에서 대기압하에서 소성하는 공정을 포함하고,

[0031] 치과용 산화물 세라믹스 가소체가, 1 차 입자의 평균 원형도가 0.81 이상인 산화물 세라믹스 입자를 포함하고, 상대 밀도가 43 ~ 63 % 인, 치과용 산화물 세라믹스 가소체의 제조 방법.

[0032] [12] 상기 산화물 세라믹스 입자가, 지르코니아 및/또는 알루미나를 포함하는, [11] 에 기재된 치과용 산화물 세라믹스 가소체의 제조 방법.

[0033] [13] 상기 알루미나가, 순도 99.5 % 이상의 α-알루미나 입자를 포함하는, [12] 에 기재된 치과용 산화물 세라믹스 가소체의 제조 방법.

[0034] [14] 추가로 소결 보조제를 포함하고, 상기 소결 보조제가 제 2 족 원소, Ce, Zr, 및 Y 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 종의 원소를 포함하는, [11] ~ [13] 중 어느 하나에 기재된 치과용 산화물 세라믹스 가소체의 제조 방법.

[0035] [15] [1] ~ [10] 중 어느 하나에 기재된 치과용 산화물 세라믹스 가소체를, 치과용의 연마 기구로 연마하는 공

정을 포함하는, 치과용 산화물 세라믹스 소결체의 제조 방법.

[0036] [16] 열간 정수압 프레스 처리를 사용하지 않고, 상기 치과용 산화물 세라믹스 가소체를, 대기압하에서 소결하는 공정을 포함하는, [15] 에 기재된 치과용 산화물 세라믹스 소결체의 제조 방법.

발명의 효과

[0037] 본 발명에 의하면, 우수한 연마성을 갖고, 가소체의 연마면 및 소결 후의 소결체의 표면이 높은 평탄성을 갖기 때문에 심미성을 갖는, 산화물 세라믹스 가소체, 및 그 제조 방법을 제공할 수 있다.

[0038] 또, 본 발명에 의하면, 치과 재료의 표면 가공에 있어서, CAD/CAM 등으로 절삭 또는 연삭 가공된 가소체의 표면을 소결 전에 용이하게 연마 가공할 수 있고, 그 표면을 용이하게 평활하게 할 수 있는 양 (良) 평활성의 가소체, 그리고 양평활성의 소결체, 및 그 제조 방법을 제공할 수 있다.

[0039] 특히, 알루미나는 소결 후의 경도가 높고, 소결 후에 표면의 연마 가공을 하는 것이 용이하지 않지만, 소결 전에 양호한 정밀도로 간편하게 가공할 수 있는 가소체, 소결체, 및 그 제조 방법을 제공할 수 있다.

[0040] 본 발명에 의하면, 가소체를 치관 형상으로 가공한 후, 측면을 연마해 두거나 하는 것 등에 의해 표면을 연마함으로써, 소결체에 있어서도 표면 평활성이 우수하다.

[0041] 또한, 본 발명에 의하면, 기계 가공성 (절삭성 및 연삭성) 이 우수한 지르코니아 가소체, 및 그 제조 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0042] 도 1 은, 실시예 1 에 관련된 연마한 가소체 표면을 촬영한 광학 현미경의 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0043] 본 발명의 치과용 산화물 세라믹스 가소체는, 1 차 입자의 평균 원형도가 0.81 이상이고, 상대 밀도가 43 ~ 63 % 이다.

[0044] 본 발명의 가소체에 대해 설명한다.

[0045] 가소체는, 소결체의 전구체 (중간 제품) 가 될 수 있는 것이다.

[0046] 본 명세서에 있어서, 가소체란, 산화물 세라믹스의 입자가 네킹 (고착) 되어 있고, 산화물 세라믹스 입자끼리가 완전하게는 소결되어 있지 않은 상태로 고결된 것이다.

[0047] 가소체는 소정의 형상 (블록 형상 (예를 들어, 원반 형상 및 직방체 형상 등), 치과 제품 형상 (예를 들어 치관 형상) 등) 을 갖고 있어도 된다.

[0048] 가소체는, 예를 들어 치관 형상으로 가공된 가공체여도 되고, 가공되어 있는 경우에는「가공체」또는「절삭 또는 연삭 가공체」라고 칭한다.

[0049] 가공체는, 예를 들어, 가소체인 산화물 세라믹스 디스크를 CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) 시스템에서 치과용 제품 (예를 들어 치관 형상의 보철물) 으로 가공하여 얻어진다.

[0050] 본 발명의 가소체는, 산화물 세라믹스로 이루어지는 입자 (이하, 간단히「산화물 세라믹스 입자」라고 칭하는 경우가 있다) 의 고착물을 포함하고, 당해 입자의 평균 원형도에 따라 연마성, 기계 가공성 (절삭성 및 연삭성), 표면성 (연마 후의 가소체 및 소결체의 평탄성) 이 변화한다.

[0051] 가소체에 포함되는 산화물 세라믹스 입자의 평균 원형도가 0.81 이상이면 연마성이 높고, 연마 후의 표면 조도 Ra 및/또는 Rz 는 낮아진다. 한편, 평균 원형도가 0.81 미만인 경우, 가소체를 연마했을 때의 표면 조도 Ra 가 증가 및/또는 Rz 가 증가하거나, 또는 지나치게 단단하여 작업 시간이 연장된다.

[0052] 평균 원형도는 0.82 이상이 바람직하고, 0.83 이상이 보다 바람직하고, 0.84 이상이 더욱 바람직하다.

[0053] 평균 원형도의 측정 방법은, 후기하는 실시예에 기재된 바와 같다.

[0054] 본 발명에 있어서, 표면 조도 Ra 는, JIS B 0601 : 2013 에서 규정되는 산술 평균 조도 Ra 를 의미한다. 표면 조도 Rz 는, JIS B 0601 : 2013 에서 규정되는 최대 높이 조도 Rz 를 의미한다.

[0055] 본 발명의 알루미나 가소체는, 표면 평활성이 높을수록, 소성 후의 심미성이 높게 보이기 때문에 바람직하다. 알루미나 가소체의 표면 조도 Ra 는 1.70 ㎛ 이하인 것이 바람직하고, 1.65 ㎛ 이하인 것이 보다 바람직하고, 1.60 ㎛ 이하인 것이 더욱 바람직하고, 1.50 ㎛ 이하인 것이 특히 바람직하다.

[0056] 알루미나 가소체의 표면 조도 Rz 는 54 ㎛ 이하인 것이 바람직하고, 50 ㎛ 이하인 것이 보다 바람직하고, 45 ㎛ 이하인 것이 더욱 바람직하고, 35 ㎛ 이하인 것이 특히 바람직하다.

[0057] 상기 표면 조도 Ra 및 Rz 는, 연마 후의 알루미나 가소체를 측정한 값을 의미한다.

[0058] 본 발명에서는, 평균 원형도를 조정함으로써, 연마 후의 표면 조도 Ra 가 상기한 원하는 범위 내 (예를 들어, 1.70 ㎛ 이하) 인 연마 전의 알루미나 가소체, 또는 연마 후의 표면 조도 Rz 가 상기한 원하는 범위 내 (예를 들어, 54 ㎛ 이하) 인 연마 전의 알루미나 가소체를 제조할 수 있다.

[0059] 본 발명의 알루미나 가소체의 표면 조도는, 공지된 방법으로 측정할 수 있다. 측정 방법으로는 예를 들어, 촉침식, 레이저 간섭이어도 되고, 단면을 내어 광학 현미경 또는 전자 현미경으로 촬상하여 화상 해석해도 된다.

[0060] 바람직하게는, 상기 표면 조도 Ra 및 Rz 는, 후기하는 실시예에 기재된 측정 방법으로 측정한 값이다.

[0061] 본 발명의 가소체는, 후술하는 제조 방법에 의해, 상대 밀도를 제어할 수 있다.

[0062] 상대 밀도가 43 % 미만인 경우, 가소체 내부의 세공의 비율이 높은 것을 의미하고, 가소체 내부의 입자가 접하는 수가 감소하고, 지나치게 부드러워 연마할 때에 붕괴되기 때문에 바람직하지 않다. 또, 가소체 내부에 소밀이 발생하여 Rz 가 증가하기 때문에 바람직하지 않다.

[0063] 한편, 상대 밀도가 63 % 초과인 경우, 지나치게 단단하여 작업 시간이 연장되기 때문에 바람직하지 않다. 또, 치핑되어 표면 조도 Ra 가 증가 및/또는 Rz 가 증가하기 때문에 바람직하지 않다.

[0064] 상대 밀도가 43 ~ 63 % 인 경우, 가소체 연마시의 표면 조도 Ra, Rz, 경도가 적당하고, 작업 시간의 증가가 없고, 가소체의 연마면의 평탄성이 높으며, 소결 후에도 평탄성이 높아, 소결체의 심미성이 높다. 또, 상대 밀도가 상기 범위 내에 있는 경우, 기계 가공성 (절삭성 및 연삭성) 도 우수하고, 치핑이 발생할 확률 (이하,「치핑률」이라고 한다) 을 저감시킬 수 있고, 소결체의 평탄성을 높은 수준으로 유지할 수 있다.

[0065] 상대 밀도는, 본 발명의 효과가 보다 우수한 점에서, 45 ~ 60 % 가 바람직하고, 48 % ~ 56 % 가 보다 바람직하다.

[0066] 가소체의 상대 밀도는, 가소체의 공극률로부터 산출할 수 있으며, 구체적으로는 수은 포로시미터를 사용하여 측정 및 산출할 수 있다.

[0067] 수은 포로시미터의 장치로는, 수은의 압력은 15 ~ 30000 psia 의 압력을 가할 수 있는 장치가 바람직하고, 0.5 ~ 60000 psia 의 압력을 가할 수 있는 장치가 보다 바람직하다.

[0068] 측정 오차를 줄이는 관점에서, 압력 분해능은 0.1 psia 이상이 바람직하다.

[0069] 수은 포로시미터의 장치로는, 예를 들어, AutoPore (등록상표) IV9500, Micromeritics 사 제조 (미국) 를 들 수 있다.

[0070] 가소체의 밀도는, 원료를 건조시켜 얻은 과립을 특정한 형 (금형 등) 에 충전하고, 압력으로 특정한 형상으로 한 성형체를, 바인더 등의 유기 성분을 제거할 수 있는 온도에서 가열하여 유기 성분을 제거한 후, 이트리아가 알맞게 고용되며, 또한 알맞게 네킹 (고착) 이 형성되는 온도에서 가열하여 얻어지는 가소체의 밀도를 의미한다.

[0071] 상기 유기 성분을 제거할 때의 온도는, 바인더 등의 유기 성분을 제거할 수 있는 온도이면 특별히 한정되지 않고, 바인더 등의 유기 성분의 종류에 따라 선택할 수 있으며, 150 ~ 500 ℃ 여도 된다.

[0072] 알맞게 네킹 (고착) 이 형성되는 온도는, 400 ℃ 이상 1200 ℃ 미만이 바람직하다.

[0073] 가소 공정에 있어서의 소성 온도 (이하,「가소 온도」라고도 한다) 에서 상세하게 말한다.

[0074] 또, 본 발명의 가소체는, 산화물 세라믹스로 이루어지는 입자 (이하, 간단히「산화물 세라믹스 입자」라고 칭하는 경우가 있다) 의 고착물을 포함함으로써, 이들 입자의 평균 입자경에 의해 고착 정도가 변화하며, 가소체의

경도가 변화한다.

[0075] 가소체에 포함되는 산화물 세라믹스 입자의 평균 1 차 입자경은, 30 ~ 600 ㎚ 가 바람직하고, 40 ~ 580 ㎚ 가 보다 바람직하고, 60 ~ 450 ㎚ 가 더욱 바람직하고, 80 ~ 350 ㎚ 가 가장 바람직하다.

[0076] 한편, 산화물 세라믹스 입자의 평균 1 차 입자경이 600 ㎚ 이하인 경우, 입도 분포의 소립자를 흡입하기 어려워 입자경의 차에 의한 고착이 발생하기 어려워져, 경도가 증가하기 어렵고, 작업 시간이 증가하지 않는 점, 조대 입자가 국소적으로 존재하는 경우도 없기 때문에, 치핑이 적고, 표면 조도 Ra 및/또는 Rz 를 저감시킬 수 있는 점에서, 바람직하다.

[0077] 30 ㎚ 이상인 경우, 고착이 지나치게 강해지지 않아 가소체의 경도가 증가하기 어렵고, 작업 시간이 증가하지 않고, 표면 조도 Ra 및/또는 Rz 를 저감시킬 수 있기 때문에 바람직하다.

[0078] 가소체 중의 평균 1 차 입자경의 측정 방법은 후기하는 실시예에 기재된 바와 같다.

[0079] 본 발명의 가소체는, 내부에 연속한 공공 (세공) 을 포함함으로써, 연마 공구가 가소체에 접촉했을 때에, 입자가 이동할 여지를 세공이 담보하고, 연마의 저항을 줄여, 가소체의 표면 조도 Ra 및/또는 Rz 를 저감시킬 수 있다.

[0080] 본 발명의 가소체에서는, 세공 분포의 누적 (세공의 누적 분포) 에 있어서, D10 및 D90 에 대해서는, D10 이 10 ㎚ 이상 또한 D90 이 90 ㎚ 이하인 경우, 공구 마모량 및 치핑률을 저감시킬 수 있다.

[0081] 본 명세서에 있어서, 세공의 누적 분포의 입자경이 작은 측으로부터 누적 10 %, 누적 90 % 에 상당하는 메디안 세공 직경을 각각, D10, D90 이라고 칭한다. D10 및 D90 을 포함하는 세공의 누적 분포의 측정 방법은, JIS R 1655 : 2003 에 준거한 측정 방법으로 측정할 수 있다.

[0082] 세공의 누적 분포에 있어서, D10 이 10 ㎚ 이상인 경우, 상기 평균 1 차 입자경이 30 ~ 600 ㎚ 인 입자에 대하여, 공극이 지나치게 작아지지 않고, 즉, 고착이 지나치게 진행되지 않아, 가소체의 경도를 저감시킬 수 있어, 작업 시간이 증가하지 않는다.

[0083] D10 은 치핑률의 저감 및 표면 조도의 저감의 관점에서, 10 ㎚ 이상이 바람직하고, 15 ㎚ 이상이 보다 바람직하고, 25 ㎚ 이상이 더욱 바람직하다.

[0084] 또, 세공의 누적 분포에 있어서, D90 이 90 ㎚ 이하인 경우, 평균 1 차 입자경이 30 ~ 600 ㎚ 의 입자에 대하여, 가소체 내부에 소밀이 발생하지 않거나, 또는 조대 입자가 국소적으로 존재하는 것을 억제할 수 있고, 연마시의 치핑률을 보다 저감시킬 수 있으며, 표면 조도 Ra 및/또는 Rz 를 보다 저감시킬 수 있다.

[0085] D90 은 치핑률을 저감하는 관점에서, 79 ㎚ 이하가 바람직하고, 66 ㎚ 이하가 보다 바람직하고, 64 ㎚ 가 더욱 바람직하다.

[0086] 본 발명의 가소체는, 상기 가소체 중의 산화물 세라믹스 입자의 1 차 입자경의 평균 원형도, 상대 밀도, 평균 1 차 입자경, 및 세공 분포에 의해, BET 비표면적이 변화한다.

[0087] BET 비표면적은, JIS Z 8830 : 2013 에 준거하여 측정할 수 있다. BET 비표면적은, 전자동 비표면적 측정 장치 (상품명「Macsorb (등록상표) HM model-1200」, BET 유동법 (1 점법/다점법), 주식회사 마운테크 제조) 등의 시판품을 사용하여 측정할 수 있다.

[0088] 본 발명의 가소체에 있어서의 BET 비표면적은, 공구 마모량 및 치핑률을 저감시키는 관점에서, 5 ㎡/g 이상인 것이 바람직하고, 7.5 ㎡/g 이상인 것이 보다 바람직하고, 8 ㎡/g 이상인 것이 더욱 바람직하다.

[0089] 5 ㎡/g 이상인 경우, 평균 1 차 입자경이 지나치게 크지 않아, 치핑률의 상승을 억제할 수 있거나, 또는, 고착이 지나치게 진행되는 경우가 없기 때문에, 작업 시간이 증가하는 것을 억제할 수 있다.

[0090] 또, BET 비표면적은, 25 ㎡/g 이하인 것이 바람직하고, 20 ㎡/g 이하인 것이 보다 바람직하고, 15 ㎡/g 이하인 것이 더욱 바람직하다.

[0091] BET 비표면적은, 25 ㎡/g 이하인 경우, 평균 1 차 입자경이 지나치게 작지 않아, 가소체가 지나치게 단단해지는 경우가 없고, 연마 시간이 증가하거나 및/또는 치핑률을 저감시키기 쉬워지거나, 또는, 고착이 지나치게 적지 않아 조밀을 일으키는 것을 억제할 수 있고, 치핑률을 저감시키기 쉽다.

[0092] 본 발명에 있어서,「BET 비표면적」이란, 1 차 입자와 2 차 입자를 구별하지 않고 측정되는 비표면적이다.

또, 본 발명에 있어서의 가소체와 후술하는 조성물의 BET 비표면적은, 조성물의 BET 비표면적의 값에서 가소체의 BET 비표면적의 값을 뺀 수치차가 10 ㎡/g 이내가 되는 정도의 고착이 연마성을 양호하게 유지할 수 있기 때문에 바람직하다.

[0093] 가소체의 BET 비표면적의 측정에는, 공지된 장치를 사용할 수 있다. BET 비표면적은, JIS Z 8830 : 2013 에 준거하여 측정할 수 있다. BET 비표면적은, 전자동 비표면적 측정 장치 (상품명「Macsorb (등록상표) HM model-1200」, BET 유동법 (1 점법/다점법), 주식회사 마운테크 제조) 등의 시판품을 사용하여 측정할 수 있다.

[0094] 본 발명의 가소체의 연마성에 대해서는, 가소체의 강도의 영향도 받는다. 본 발명에 관련된 가소체의 강도는, 예를 들어, 가소체의 굽힘 강도를 측정하여 평가할 수 있다. 본 발명에 관련된 가소체의 3 점 굽힘 강도는, JIS R 1601 : 2008 에 준거하여 측정할 수 있다.

[0095] 가소체의 3 점 굽힘 강도로는, 기계 가공을 가능하게 하는 강도를 확보하기 위해서, 10 MPa 이상인 것이 바람직하고, 18 MPa 이상인 것이 보다 바람직하고, 20 MPa 이상인 것이 더욱 바람직하다.

[0096] 가소체의 3 점 굽힘 강도가 10 MPa 이상인 경우, 연마 중에 가소체가 붕괴되어 버릴 가능성을 저감시킬 수 있기 때문에 바람직하다.

[0097] 또, 가소체의 3 점 굽힘 강도는, 가소체의 연마를 용이하게 하기 위해서, 50 MPa 이하인 것이 바람직하고, 45 MPa 이하인 것이 보다 바람직하고, 40 MPa 이하인 것이 더욱 바람직하고, 35 MPa 이하인 것이 특히 바람직하다.

[0098] 본 발명의 가소체의 비커스 경도는, 연마성 및/또는 경도를 변화시키는 관점에서, 비커스 경도가 350 HV 5/30 이하인 것이 바람직하고, 300 HV 5/30 이하인 것이 보다 바람직하고, 100 HV 5/30 이하인 것이 더욱 바람직하다.

[0099] 비커스 경도가 350 HV 5/30 이하인 경우, 기계 가공성 (절삭성 및 연삭성) 도 우수하고, 치핑률이 낮으며, 공구 마모량의 증가도 억제할 수 있다.

[0100] 「HV 5/30」은 하중 (시험력) 5 kgf 에서 30 초 유지한 경우의 비커스 경도를 의미한다.

[0101] 본 발명의 가소체는, 비커스 경도가 상기한 소정의 범위 내에 있음으로써, 치핑률을 낮출 수 있다. 본 발명에 있어서의 비커스 경도의 측정 방법은 JIS Z 2244 : 2020 에 준거한 것이다.

[0102] 비커스 경도의 측정 방법에는, 다음의 예를 들 수 있다.

[0103] 가소체에 대하여, Innovatest 사 제조의 Falcon500 을 사용하여, 하중 5 kgf 에서 30 초 유지하여, HV 값을 산출할 수 있다. 예를 들어, n = 10 의 평균값으로 할 수 있다.

[0104] 본 발명에 있어서 사용되는 산화물 세라믹스 입자는, 특별히 한정되는 것은 아니고, 예를 들어, 지르코니아, 알루미나, 티타니아, 실리카, 산화니오브, 산화탄탈, 이트리아 등을 함유하는 것을 들 수 있다. 산화물 세라믹스는 1 종을 단독으로 사용해도 되고, 2 종 이상을 병용해도 된다. 그 중에서도, 소결체에 있어서의 치과 재료로서의 심미성과 강도를 높이는 관점에서, 지르코니아 및/또는 알루미나를 포함하는 것이 바람직하고, 지르코니아 및/또는 알루미나를 주성분으로서 포함하는 것이 보다 바람직하다.

[0105] 이하, 산화물 세라믹스가 지르코니아인 경우에 대해서도 적절히 설명하면서, 산화물 세라믹스 입자가 알루미나를 주성분으로서 함유하는 실시형태에 대해 설명한다.

[0106] 상기 산화물 세라믹스 중, 알루미나를 주성분으로서 함유하는 조성물로 하는 경우, 소결체에 있어서의 치과 재료로서의 심미성을 높일 수 있고, 화학적인 안정성도 우수하기 때문에 바람직하다. 그 중에서도 순도 99.5 % 이상의 α-알루미나는, 불순물이 적고, 불순물에서 기인하는 결정립계로의 유리상의 형성을 억제하여, 결정립 (그레인) 의 조대화를 방지하는 것이 가능해져, 소결체에 있어서의 치과 재료로서의 심미성을 저하시키기 어렵기 때문에, 보다 바람직하다.

[0107] 또, 부식성이 높고, 고온에서 안정적인 α 상의 알루미나 (α-알루미나) 를 출발 원료로서 사용함으로써, 가소체를 균질하게 제어할 수 있고, 공구 마모량 또는 치핑률을 보다 저감하기 쉬워지기 때문에 바람직하고, 또, 소결체 내의 결정 조직에 있어서의 그레인 사이즈를 치밀화할 수 있기 때문에 바람직하다.

[0108] 이상의 점에서, 본 발명의 가소체에 포함되는 알루미나 입자가, 순도 99.5 % 이상의 α-알루미나 입자를 포함하는 것이 특히 바람직하다.

[0109] 이 알루미나 원료는, 예를 들어 알콕시드법, 개량 바이어법, 암모늄 명반 열분해법, 암모늄 도소나이트 열분해

법 등, 바람직하게는 알콕시드법에 의해 얻을 수 있다. 알콕시드법에 의하면, 알루미나 원료의 분말에 있어서의 순도를 높게 하여, 입도 분포를 균일하게 하는 것을 용이하게 할 수 있다. 구체적으로는, 정제한 알루미늄알콕시드를 가수분해하여 얻어지는 수산화알루미늄을 1100 ℃ 이상의 공기 중에서 소성하는 방법을 들 수 있다.

[0110] 상기한 알루미나 원료의 예로는, 스미토모 화학 주식회사 제조의 AA 그레이드 (α-알루미나), AKP 그레이드 (α-알루미나), 또는 NXA 그레이드 (「NXA-100」「NXA-150」등) (모두, 초미세 α-알루미나) 의 순도 99.99 % 이상의 α-알루미나를 들 수 있다.

[0111] 어느 바람직한 실시형태로는, 본 발명의 산화물 세라믹스 가소체는, 알루미나, 또는 지르코니아를 포함하는 산화물 세라믹스 가소체를 들 수 있다.

[0112] 본 발명의 알루미나 가소체는, 소결 후에 고강도화하는 관점과, 특히 높은 심미성으로 하는 관점에서, 추가로 소결 보조제 (알루미나의 소결을 촉진시키고, 안정화시키는 보조제) 를 포함하는 것이 바람직하다.

[0113] 본 발명의 알루미나 가소체에 포함되는 소결 보조제는 제 2 족 원소 (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra), Ce, Zr, 및 Y 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 종의 원소를 포함하는 것이 바람직하고, Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, Zr, 및 Y 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 종의 원소를 포함하는 것이 보다 바람직하고, Mg, Ce, Zr, 및 Y 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 종의 원소를 포함하는 것이 더욱 바람직하다.

[0114] 그 중에서도, 마그네슘 화합물이 가장 바람직하다.

[0115] 마그네슘 화합물로는, 산화물, 질산염, 아세트산염, 수산화물, 염화물 등을 들 수 있다.

[0116] 마그네슘 화합물로는, 대기 중에서의 소결시, 1200 ℃ 미만에서 산화물이 되는 마그네슘 화합물이면 되고 이것에 한정되지 않지만, 가장 바람직한 것으로서 질산마그네슘, 염화마그네슘, 수산화마그네슘, 아세트산마그네슘을 들 수 있다.

[0117] 소결 보조제로는, 예를 들어, $MgCl_2$, $Mg(OH)_2$, CeO_2, ZrO_2, Y_2O_3 등을 들 수 있다.

[0118] 통상적으로 본 발명에 관련된 알루미나 원료의 분말에 있어서의 소결 보조제의 함유율로는, 상기한 원소 환산 (예를 들어, Mg 원소 환산) 으로, 바람직하게는 10 ppm 이상 5000 ppm 이하, 보다 바람직하게는 20 ppm 이상 3000 ppm 이하, 더욱 바람직하게는 50 ppm 이상 1500 ppm 이하이다. 본 명세서에 있어서, ppm 은 질량ppm 을 의미한다.

[0119] 소결 보조제 (바람직하게는, 마그네슘 화합물) 의 함유율이 적으면 소결체의 색조가 천연 치아보다 희게 되기 쉽고, 지나치게 많으면 붉은 빛이 지나치게 강한 경우가 있다. 소결 보조제가 소결 밀도를 높이는 기구로는, 입계에 이상 (異相) 으로서 존재하여 입계의 성장 및 진전이 억제되기 때문에, 세공 (포어) 이 입자 내로 취입되지 않고, 세공이 계외로 제외된다고 생각되고 있다.

[0120] 또, 용도에 따라 고순도의 소결체, 예를 들어 99.99 질량% 이상이 필요한 경우, 그 알루미나 분말에 있어서의 소결 보조제의 함유율로는, 소결 보조제를 구성하는 원소 환산 (예를 들어, Mg 원소 환산) 으로 10 ~ 100 ppm, 나아가서는 20 ~ 50 ppm 으로 해도 된다. 본 발명의 알루미나 가소체 및 후술하는 알루미나 조성물에 있어서의 소결 보조제의 함유율은, 상기 알루미나 분말에 있어서의 소결 보조제의 함유율과 동일하다.

[0121] 다른 어느 바람직한 실시형태로는, 지르코니아를 포함하는, 치과용 산화물 세라믹스 가소체를 들 수 있다.

[0122] 본 발명의 가소체에 포함되는 산화물 세라믹스로는, 지르코니아와, 지르코니아의 상전이를 억제 가능한 안정화제 (이하, 간단히「안정화제」라고 칭하는 경우가 있다) 를 주성분으로 해도 된다. 그 안정화제는, 부분 안정화 지르코니아를 형성 가능한 것이 바람직하다. 그 안정화제로는, 예를 들어, 산화칼슘 (CaO), 산화마그네슘 (MgO), 이트리아, 산화세륨 (CeO_2), 산화스칸듐 (Sc_2O_3), 산화니오브 (Nb_2O_5), 산화란탄 (La_2O_3), 산화에르븀 (Er_2O_3), 산화프라세오디뮴 (Pr_6O_{11}, Pr_2O_3), 산화사마륨 (Sm_2O_3), 산화유로퓸 (Eu_2O_3) 및 산화툴륨 (Tm_2O_3) 등의 산화물을 들 수 있고, 이트리아가 바람직하다.

[0123] 산화물 세라믹스가 지르코니아를 주성분으로 하는 가소체 (이하, 간단히「지르코니아 가소체」라고 칭하는 경우가 있다) 인 경우, 본 발명의 지르코니아 가소체 및 그 소결체에 있어서, 그 안정화제 (바람직하게는 이트리아) 의 함유율은, 지르코니아와 안정화제의 합계 mol 에 대하여, 3.0 ~ 8.0 mol% 가 바람직하고, 3.2 ~ 6.5 mol% 가 보다 바람직하고, 3.5 ~ 6.0 mol% 가 더욱 바람직하고, 3.9 ~ 5.4 mol% 가 특히 바람직하다. 안

정화제의 함유율이 3.0 mol% 미만인 경우, 지르코니아 소결체의 투광성이 불충분해진다는 문제가 있고, 8.0 mol% 를 초과하는 경우, 정방정계 및/또는 입방정계로 상전이하는 상의 생성량이 증가하여, 치핑률이 증가하고 연마성이 저하되며, 또한, 지르코니아 소결체의 강도가 저하된다는 문제가 있다.

[0124] 본 발명의 가소체 및 그 소결체 중의 소결 보조제 또는 안정화제의 함유율은, 예를 들어, 유도 결합 플라즈마 (ICP ; Inductively Coupled Plasma) 발광 분광 분석, 형광 X 선 분석 (XRF), 주사형 또는 투과형 전자 현미경 (SEM 또는 TEM) 및 에너지 분산형 X 선 분석 또는 파장 분산형 X 선 분석 (EDX 또는 WDX), 또는 전해 방출형 전자선 미소 분석 (FE-EPMA) 등에 의해 측정할 수 있다.

[0125] 치과 제품에 있어서는, 심미성의 관점에서, 표면 평활성이 중요시되고, 가소체의 치핑률이 낮은 편이 바람직하다. 또, 절삭 또는 연삭 가공체를 소성한 후, 치과 재료로서 수정할 때의 작업량이 줄어드는 점에서, 치핑률은 낮은 편이 바람직하다. 치핑률로는, 10 % 이하가 바람직하고, 7 % 이하가 보다 바람직하고, 3 % 이하가 더욱 바람직하다.

[0126] 치핑률의 측정 방법은 이하와 같다.

[0127] 공구 마모량의 측정으로 잘라낸 두께 1 ㎜ 의 원반의 측면을 광학 현미경으로 촬상을 얻고, 치핑 부위가 흑색이 되도록 검게 칠하고, 흑색 이외의 부분을 흰색으로 한다 (2 치화한다). 치핑률은, 흑색 및 흰색 면적의 합계에 대한 흑색의 면적의 백분율로 산출할 수 있다. 면적의 계측에는 화상 해석 소프트웨어 (상품명「Image-Pro Plus」, 하쿠토 주식회사 제조) 를 사용할 수 있다.

[0128] 알루미나 및 소결 보조제와, 산화지르코늄 및 안정화제는, 연마성과 소결 후의 심미성을 저하시키지 않는 범위에서 서로 소량이면, 혼합하여 사용해도 된다.

[0129] 예를 들어, 알루미나에 대한 산화지르코늄의 몰비 (ZrO_2/Al_2O_3) 는, 99.99 ~ 98 이 바람직하고, 99.9 ~ 99 가 보다 바람직하다.

[0130] 또, 알루미나에 대한 산화지르코늄의 몰비 (ZrO_2/Al_2O_3) 는, 0.01 ~ 2 도 바람직하고, 0.1 ~ 1 도 보다 바람직하다.

[0131] 본 발명의 산화물 세라믹스 가소체를 제조하기 위한 산화물 세라믹스 조성물에 대하여, 산화물 세라믹스가 산화알루미늄인 경우를 예로서, 알루미나 조성물을 사용하여 이하에 설명한다. 특별히 기재되는 경우를 제외하고,「알루미나 조성물」을「산화물 세라믹스 조성물」로 대체할 수 있다. 산화물 세라믹스가 산화지르코늄인 경우도, 특별히 기재되는 경우를 제외하고, 지르코니아 조성물로서, 알루미나 조성물과 동일하게 실시 가능하다.

[0132] 알루미나 조성물은, 상기 서술한 본 발명의 알루미나 가소체의 전구체가 되는 것이다.

[0133] 본 명세서에 있어서, 알루미나 조성물 및 성형체는, 소성 전의 것이기 때문에, 알루미나 입자가 네킹 (고착) 되어 있지 않은 것을 의미한다.

[0134] 본 발명의 알루미나 조성물에 있어서의 알루미나 및 소결 보조제의 함유율은, 소정의 알루미나 가소체의 함유율로부터 계산되고, 알루미나 조성물과 알루미나 가소체에 있어서의 함유율은 동일하다.

[0135] 알루미나 조성물의 형태는 한정되지 않고, 본 발명의 알루미나 조성물은, 분체, 분체를 용매에 첨가한 유체, 및 분체를 소정의 형상으로 성형한 성형체도 포함한다. 본 발명의 알루미나 조성물이, 분말의 형태를 갖는 경우, 과립의 집합체여도 된다. 과립은, 1 차 입자가 응집되어 생긴 것이다.

[0136] 본 명세서에 있어서,「1 차 입자」란, 최소 단위의 벌크를 말한다. 예를 들어, 1 차 입자는, 전자 현미경 (예를 들어, 주사형 전자 현미경) 에 있어서, 구체상을 말한다. 1 차 입자에는, 알루미나 입자가 포함된다. 소결 보조제에 입자상인 것을 사용한 경우에는, 1 차 입자에는 알루미나 입자 및 소결 보조제 입자가 포함된다.

[0137] 상기 알루미나 조성물로 이루어지는 과립을 구성하는 입자는, 1 차 입자가 주체인 것이 바람직하다. 1 차 입자가 응집된 것을 2 차 입자라고 칭한다. 예를 들어, 전자 현미경 화상의 육안 확인에 있어서, 1 차 입자의 수는, 2 차 입자의 수보다 많은 것이 바람직하다. 2 차 입자는 통상 불규칙적인 형상이 되기 때문에, 2 차 입자가 많아지면, 후술하는 프레스 성형시에 소밀이 발생하여, 가소체의 조밀로 연결되고, 가소체의 연마시에 치핑이 증가하고, 가소체 연마 후의 표면 조도 Ra 및/또는 Rz 가 증가해 버린다.

[0138] 상기 알루미나 조성물로 이루어지는 과립을 구성하는 입자의 1 차 입자의 평균 1 차 입자경은, 가소시의 고착 정도에 영향을 주고, 가소체의 경도에 영향을 준다.

[0139] 입자의 평균 1 차 입자경이 30 ㎚ 이상인 경우, 가소체에 포함되는 1 차 입자의 표면적이 감소하지 않고 고착이 지나치게 강해지지 않아, 경도가 증가되기 어렵기 때문에 바람직하다.

[0140] 한편, 입자의 평균 1 차 입자경이 600 ㎚ 이하인 경우, 입도 분포의 소립자를 흡입하기 어려워 입자경의 차에 의한 국소적인 고착의 발생을 억제하여 소밀이 발생하기 어렵기 때문에 바람직하다.

[0141] 평균 1 차 입자경은, 30 ~ 600 ㎚ 가 바람직하고, 40 ~ 580 ㎚ 가 보다 바람직하고, 60 ~ 450 ㎚ 가 더욱 바람직하고, 80 ~ 350 ㎚ 가 가장 바람직하다.

[0142] 상기 알루미나 조성물로 이루어지는 과립을 구성하는 입자의 1 차 입자는, 평균 1 차 입자경의 상이한 2 종류의 알루미나 입자를 혼합하여 사용해도 된다. 예를 들어, 상기 과립을 구성하는 입자의 1 차 입자의 평균 1 차 입자경의 범위 내에 있는, 과립을 구성하는 알루미나 입자의 1 차 입자로서 상기 NXA 를 사용하는 경우,「NXA-100」과「NXA-150」의 혼합을 들 수 있다. 가소체에 있어서의 산화물 세라믹스 입자의 평균 원형도 및 상대 밀도를 만족하는 범위에서, 임의로 혼합해도 되고, 평균 1 차 입자경, 가소체의 강도, 세공의 누적 분포를 만족하는 범위이면 보다 바람직하다.

[0143] 상기 알루미나 조성물로 이루어지는 과립을 구성하는 입자의 BET 비표면적은, JIS Z 8830 : 2013 에 준거하여 측정했을 때, 5 ㎡/g 이상인 것이 바람직하고, 7.5 ㎡/g 이상인 것이 보다 바람직하고, 8 ㎡/g 이상인 것이 더욱 바람직하다.

[0144] 5 ㎡/g 이상인 경우, 소결 가능 온도를 낮게 하기 쉽고, 소결이 용이해지거나, 또는, 소결 후에 얻어지는 소결체가 백탁되어 투광성이 저하되는 것을 억제하기 쉽다.

[0145] 또, 당해 BET 비표면적은, 25 ㎡/g 이하인 것이 바람직하고, 20 ㎡/g 이하인 것이 보다 바람직하고, 15 ㎡/g 이하인 것이 더욱 바람직하다.

[0146] 25 ㎡/g 이하인 경우, 평균 1 차 입자경이 지나치게 작지 않아, 가소체가 지나치게 단단해지는 경우가 없고, 연마 시간이 감소하거나 및/또는 연마시의 치핑률을 저감시키기 쉬워져, 표면 조도 Ra 및/또는 Rz 를 보다 저감시킬 수 있거나, 또는, 고착이 지나치게 적지 않아 조밀을 일으키는 것을 억제할 수 있으며, 가소체의 연마시에 치핑률을 보다 저감시킬 수 있어, 표면 조도 Ra 및/또는 Rz 를 보다 저감시킬 수 있기 때문에 바람직하다.

[0147] 본 발명의 알루미나 조성물 중, 50 % 이상, 바람직하게는 70 % 이상, 보다 바람직하게는 80 % 이상, 더욱 바람직하게는 90 % 이상의 알루미나가 과립의 형태를 취할 수 있다.

[0148] 본 발명의 알루미나 조성물이 과립의 형태를 취하지 않는 경우에는, 분말을 구성하는 알루미나 입자가 상기 서술한 평균 입자경 및 BET 비표면적을 가지면 된다.

[0149] 본 발명의 알루미나 조성물에 있어서의 과립의 평균 입자경 (2 차 입자경, 이하「평균 과립경」이라고도 한다) 은, 10 ㎛ 이상인 것이 바람직하고, 12 ㎛ 이상인 것이 보다 바람직하고, 14 ㎛ 이상인 것이 더욱 바람직하다.
평균 과립경이 10 ㎛ 미만인 경우, 과립을 금형에 넣었을 때에 공기를 말려 들게 하고, 성형시에 탈기가 불충분해져, 균일하고 치밀한 성형체를 제조할 수 없을 우려가 있다. 또, 성형시에 간극으로부터 과립이 분출하여, 소정의 필요량을 만족하지 않는 성형체를 제조할 우려가 있다. 평균 과립경은, 200 ㎛ 이하인 것이 바람직하고, 190 ㎛ 이하인 것이 보다 바람직하고, 180 ㎛ 이하인 것이 더욱 바람직하고, 150 ㎛ 이하인 것이 특히 바람직하고, 100 ㎛ 이하인 것이 가장 바람직하다. 평균 과립경이 200 ㎛ 를 초과하면, 과립의 내부에 공동이 형성되기 쉬워져 버린다. 또, 과립을 금형에 넣었을 때에 간극이 생기기 쉬워져 버린다. 이들의 현상에 의해, 성형시에 탈기가 불충분해져, 치밀한 성형체를 제조할 수 없을 우려가 있다. 또, 성형시에 수축이 커져, 원하는 크기를 갖는 성형체를 제조할 수 없을 우려가 있다. 알루미나 조성물에 있어서의 알루미나 중, 50 % 이상이 과립을 구성하고 있는 것이 바람직하다. 평균 과립경은, 과립이 파괴되지 않는 방법으로 측정하는 것이 바람직하다. 평균 과립경은, 예를 들어, 건식 체 분급법, 습식 체 분급법으로 측정할 수 있다.

[0150] 건식 체 분급법은, JIS Z 8815 : 1994 에 기재된 체 분급 시험 방법에 따라서 측정 가능하고, 수동 체 분급, 기계 체 분급을 사용할 수 있고, 기계 체 분급이 바람직하다.

[0151] 체 분급법에 사용하는 체로는, JIS Z 8801-1 : 2019 시험용 체에 기재된 체를 사용할 수 있다.

[0152] 체 분급법에 사용하는 측정 장치로는, 예를 들어, 로탑식 체 진탕기 또는 음파 진동식 체 분급 측정기로 측정할 수 있다. 로탑식 체 진탕기로는, 예를 들어, 주식회사 세이신 기업 제조의「RPS-105M」 등을 들 수 있다.
음파 진동식 체 분급 측정기로는, 예를 들어, 주식회사 세이신 기업 제조의「로봇 시프터 RPS-01」,「로봇 시프터 RPS-02」 등을 들 수 있다.

[0153] 본 발명의 알루미나 조성물에 있어서의 과립의 구형도는 높은 것이 바람직하다. 과립의 구형도를 높임으로써, 조성이 상이한 알루미나 분말을 적층했을 때에, 층간의 계면에 있어서의 혼합을 일으킬 수 있다.

[0154] 또, 알루미나 분말을 형에 충전하여 성형체를 제조하는 경우에, 평균 입자경이 동일하다고 해도 구형도가 높은 편이 충전 밀도를 높일 수 있다. 알루미나 과립을 특정한 형 (금형 등) 에 충전하고, 압력으로 특정 형상으로 한 성형체의 밀도인 충전 밀도를 높임으로써, 소결체의 강도 및 투광성을 높일 수 있다.

[0155] 또, 형이 코너부를 갖는 경우라도, 코너부에 대한 과립의 충전성을 높일 수 있다.

[0156] 본 발명의 알루미나 조성물에 있어서의 과립의 구형도는, 예를 들어, 경장 부피 밀도, 중장 부피 밀도 등으로 나타낼 수 있다.

[0157] 본 발명의 알루미나 조성물의 경장 부피 밀도는, 얻어지는 성형체의 조밀을 줄이기 위한 과립의 흐름의 양호함 (로딩 용이성) 의 관점에서, 0.6 g/㎤ 이상인 것이 바람직하고, 0.7 g/㎤ 이상인 것이 보다 바람직하고, 0.8 g/㎤ 이상인 것이 더욱 바람직하고, 0.9 g/㎤ 이상인 것이 특히 바람직하다.

[0158] 경장 부피 밀도는, JIS R 9301-2-3 : 1999 에 준거하여 측정할 수 있다.

[0159] 본 발명의 알루미나 조성물의 중장 부피 밀도는, 얻어지는 성형체의 조밀을 줄이기 위한 과립의 흐름의 양호함 (로딩 용이성) 의 관점에서, 0.8 g/㎤ 이상인 것이 바람직하고, 0.9 g/㎤ 이상인 것이 보다 바람직하고, 1.0 g/㎤ 이상인 것이 더욱 바람직하다.

[0160] 중장 부피 밀도는, JIS R 9301-2-3 : 1999 에 준거하여 측정할 수 있다.

[0161] 본 발명의 알루미나 조성물은, 바인더를 포함하는 것이 바람직하다.

[0162] 상기 바인더로는, 예를 들어, 유기 바인더를 들 수 있다. 유기 바인더로는, 예를 들어, 일반적으로 사용되는 아크릴계 바인더, 아크릴산계 바인더, 파라핀계 바인더, 지방산계 바인더, 폴리비닐알코올계 바인더 등을 들 수 있다. 이들의 유기 바인더 중, 분자 사슬 중에 카르복실기를 갖는 것, 또는 카르복실산 유도체가 바람직하고, 아크릴계 바인더가 보다 바람직하고, 수용성을 갖는 폴리아크릴산염이 더욱 바람직하다. 폴리아크릴산염은, 아크릴산 또는 메타크릴산과, 말레산을 공중합한 것이어도 되고, 술폰산을 포함해도 되고, 염의 카티온으로는, 나트륨, 암모늄 등을 들 수 있다.

[0163] 본 발명의 알루미나 조성물에 포함되는 바인더의 함유율에 의해, 알루미나 조성물에 있어서 1 차 입자간의 거리를 조절하여, 세공의 누적 분포를 조정할 수 있으며, 비커스 경도 혹은 가소체의 강도를 증감시켜 조정하는 것이 보다 용이해진다.

[0164] 바인더의 함유율로는, 알루미나 조성물 전체에 있어서, 1.2 ~ 2.8 질량% 가 바람직하고, 1.5 ~ 2.5 질량% 가 보다 바람직하고, 1.8 ~ 2.2 질량% 가 더욱 바람직하다. 바인더의 함유율이 알루미나 조성물 전체에 있어서 1.2 질량% 이상인 경우, 가소체의 강도가 지나치게 높은 경우가 없고, 절삭 가공체를 분리할 때에 단단해질 우려가 없다.

[0165] 또, 2.8 질량% 이하인 경우, 가소체의 강도가 지나치게 낮아지지 않아, 절삭 가공 중에 가공체가 탈락할 가능성을 저감시킬 수 있고, 이에 더해 치핑률을 저감하기 쉬워진다.

[0166] 본 발명의 알루미나 조성물은, 필요에 따라, 착색제 (안료, 복합 안료 및 형광제를 포함한다), 산화티탄 (TiO_2), 실리카 (SiO_2), 분산제, 소포제 등의 소결 보조제 이외의 첨가제 (CeO_2, ZrO_2, 및 Y_2O_3 을 제외한다) 를 포함할 수 있다. 이들의 성분은 1 종 단독으로 사용해도 되고, 2 종 이상을 혼합하여 사용해도 된다.

[0167] 상기 안료로는, 예를 들어, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Y, Zr, Sn, Sb, Bi, Ce, Sm, Eu, Gd, 및 Er 의 군에서 선택되는 적어도 1 개의 원소의 산화물을 들 수 있다.

[0168] 상기 복합 안료로는, 예를 들어, $(Zr,V)O_2$, $Fe(Fe,Cr)_2O_4$, $(Ni,Co,Fe)(Fe,Cr)_2O_4 \cdot ZrSiO_4$, $(Co,Zn)Al_2O_4$ 등을 들 수 있다.

[0169] 상기 형광제로는, 예를 들어, Y_2SiO_5 : Ce, Y_2SiO_5 : Tb, (Y,Gd,Eu)BO_3, Y_2O_3 : Eu, YAG : Ce, $ZnGa_2O_4$: Zn, $BaMgAl_{10}O_{17}$: Eu 등을 들 수 있다.

[0170] 상기 첨가제는, 혼합 또는 분쇄시에 첨가해도 되고, 분쇄 후에 첨가해도 된다.

[0171] 어느 실시형태로는, 열간 정수압 프레스 (HIP) 처리를 사용하지 않고, 대기압하에서 소성하여 소결체로 한 후, 표면 조도 Ra 가 1.40 ㎛ 이하가 되는, 치과용 산화물 세라믹스 가소체를 들 수 있다.

[0172] 다른 어느 실시형태로는, 열간 정수압 프레스 처리를 사용하지 않고, 대기압하에서 소성하여 소결체로 한 후, 표면 조도 Rz 가 51.0 ㎛ 이하가 되는, 치과용 산화물 세라믹스 가소체를 들 수 있다.

[0173] 또, 다른 어느 실시형태로는, 열간 정수압 프레스 처리를 사용하지 않고, 대기압하에서 소성하여 소결체로 한 후, 평균 결정 입경이 0.3 ~ 8.0 ㎛ 가 되는, 치과용 산화물 세라믹스 가소체를 들 수 있다. 평균 결정 입경의 측정 방법 및 바람직한 범위는, 후술하는 알루미나 소결체의 평균 결정 입경과 동일하다.

[0174] 어느 실시형태로는, 치과용 산화물 세라믹스 가소체의 제조 방법으로서,

[0175] 산화물 세라믹스 조성물을 면압 20 ~ 600 MPa 로 가압 성형하는 공정과, 400 ℃ 이상 1200 ℃ 미만에서 대기압하에서 소성하는 공정을 포함하고,

[0176] 치과용 산화물 세라믹스 가소체가, 1 차 입자의 평균 원형도가 0.81 이상인 산화물 세라믹스 입자를 포함하고, 상대 밀도가 43 ~ 63 % 인, 치과용 산화물 세라믹스 가소체의 제조 방법을 들 수 있다.

[0177] 다른 어느 바람직한 실시형태로는, 상기 치과용 산화물 세라믹스 가소체의 제조 방법에 있어서, 상기 산화물 세라믹스 입자가, 지르코니아 및/또는 알루미나를 포함하는, 치과용 산화물 세라믹스 가소체의 제조 방법을 들 수 있다. 지르코니아 및 알루미나에 대해서는, 상기한 가소체와 동일하다.

[0178] 본 발명의 산화물 세라믹스 가소체의 제조 방법에 대하여, 산화물 세라믹스가 산화알루미늄인 경우를 예로서, 알루미나 가소체의 제조 방법을 사용하여 이하에 설명한다.

[0179] 산화물 세라믹스가 산화지르코늄인 경우도, 특별히 기재되는 경우를 제외하고, 지르코니아 가소체의 제조 방법으로서 동일하게 실시 가능하다.

[0180] 알루미나 가소체의 제조 방법으로는, 예를 들어, 알루미나 입자와, 소결 보조제를 포함하고, 알루미나 조성물을 제조하는 공정과, 상기 알루미나 조성물 (예를 들어, 성형체) 을 소성 (가소) 하고, 1 차 입자의 평균 원형도가 0.81 이상이고, 상대 밀도가 43 ~ 63 % 가 되는 알루미나 가소체를 얻는 공정을 포함하는, 제조 방법을 들 수 있다.

[0181] 상기 소결 보조제의 함유율은, 10 ~ 5000 ppm 인 것이 바람직하다. 먼저, 본 발명의 알루미나 조성물의 제조 공정에 대해 설명한다.

[0182] 먼저, 알루미나와 소결 보조제를 소정의 비율로 혼합하여 혼합물을 제조한다 (혼합 공정). 예를 들어, 소결 보조제가 염화마그네슘인 경우, 알루미나와 염화마그네슘의 혼합 비율은, 상기 함유율이 되도록 혼합할 수 있다. 혼합은 건식 혼합이어도 되고, 습식 혼합이어도 된다. 가소체를 제조했을 때의 원하는 평균 원형도 및 상대 밀도로 조정할 수 있는 점에서, 알루미나 조성물을 상기 서술한 평균 1 차 입자경이 될 때까지 분쇄 (바람직하게는, 해쇄) 할 수 있다 (분쇄 공정).

[0183] 혼합 공정과 분쇄 공정을 동일한 공정에서 실시할 수 있다. 분쇄는, 예를 들어, 물이나 알코올 등의 용매에 조성물, 및 바인더를 분산시킨 후 (분산 공정), 볼 밀, 비드 밀 등을 사용하여 실시할 수 있고, 조성물의 평균 1 차 입자경이, 가소체를 제조했을 때의 원하는 평균 원형도 및 상대 밀도로 조정할 수 있는 점에서, 예를 들어, 0.05 ㎛ ~ 0.6 ㎛ 가 되도록, 조성물을 분쇄 (바람직하게는, 해쇄) 한다. 추가로 필요에 따라, 입자경의 조정을 위해서, 조성물을 다른 처리 (분급 처리, 수비 처리) 에 제공해도 된다.

[0184] 평균 1 차 입자경은, 레이저 회절/산란식 입도 분포 측정 방법에 의해 측정할 수 있다. 예를 들어, 주식회사 호리바 제작소 제조의 레이저 회절/산란식 입자경 분포 측정 장치 (상품명「Partica LA-950」) 를 사용하여, 물로 희석한 슬러리를 30 분간 초음파 조사하고, 그 후, 초음파를 쏘이면서 체적 기준으로 측정할 수 있다. 혼합 공정, 및/또는 분쇄 공정 후, 스프레이 드라이어 등으로 혼합물을 분무 건조에 의해 건조시켜, 알루미나 조성물을 상기 서술한 바와 같은 과립 형태로 할 수 있다 (건조 공정).

[0185] 분쇄 공정에 있어서, 알루미나 조성물의 평균 1 차 입자경은 30 ~ 600 ㎚ 가 바람직하고, 40 ~ 580 ㎚ 가 보다 바람직하고, 60 ~ 450 ㎚ 가 더욱 바람직하고, 80 ~ 350 ㎚ 가 특히 바람직하다. 알루미나 조성물의 평균 입자경을 30 ~ 600 ㎚ 로 함으로써, 가소체에 있어서의 연마 후의 표면 조도와 경도를 양립할 수 있다.

[0186] 알루미나와 소결 보조제는 별개로 준비해도 된다. 예를 들어, 알루미나와 소결 보조제는, 동시에 (동일한 공정에서) 석출시키는 것이 아니라, 알루미나의 준비 공정 (예를 들어 제조 공정) 과 소결 보조제의 준비 공정 (예를 들어 제조 공정) 은, 각각 독립적인 별개의 공정이어도 된다. 이로써, 전술한 α-알루미나가 고순도이고 또한 작은 1 차 입자경으로 얻어진다.

[0187] 또, 알루미나 조성물의 제조에 있어서, 열처리에 의해 알루미나에 소결 보조제를 반응시키고, 그것을 사용하여 분쇄 및 건조의 공정을 실시해도 된다.

[0188] 이상으로부터, 알루미나 가소체의 원료가 되는 알루미나 조성물로 이루어지는 과립을 제조할 수 있다.

[0189] 과립, 또는 분말은, 외력을 가해 성형체로 할 수 있다. 성형 방법은 특정한 방법에 한정되지 않고, 목적에 따라 적절히 바람직한 방법을 선택할 수 있다. 예를 들어, 프레스 성형, 사출 성형, 광 조형법, 슬립 캐스트법, 겔 캐스트법, 필터 여과법, 주입 등에 의해 성형할 수 있다. 또, 다단계적인 성형을 실시해도 된다.
예를 들어, 알루미나 조성물을 프레스 성형한 후에, 추가로 CIP 처리를 실시한 것이어도 되고, 프레스 성형이나 CIP 성형을 반복하여 실시해도 된다.

[0190] 프레스 성형의 방법은, 예를 들어, 1 축 프레스 (이하,「1 축 가압 프레스」라고도 한다) 처리, 2 축 프레스 처리, CIP (Cold Isostatic Pressing : 냉간 정수 등방압 프레스) 처리 등을 들 수 있다. 이들은, 적절히 조합하여 실시해도 된다.

[0191] 본 발명의 성형체는, 원반상, 직방체 형상, 또는 치과 제품 형상 (예를 들어 치관 형상) 을 가질 수 있다.

[0192] 어느 실시형태로는, 상기 가압 성형이 1 축 프레스여도 된다. 상기 가압 성형 공정에 의해 얻어지는 것은, 예를 들어, 금형에 알루미나 과립을 충전하고, 1 축 가압 프레스로 가압하여 굳힌 기둥상의 성형체여도 된다.
프레스 성형의 면압은 높을수록 성형체의 밀도가 오른다. 이로써 얻어지는 알루미나 가소체의 상대 밀도도 높게 할 수 있고, 평균 원형도도 조정할 수 있다. 한편, 성형체의 밀도가 지나치게 높으면 알루미나 가소체가 단단해져, 양호한 기계 가공성을 얻을 수 없게 된다. 그래서, 원료가 되는 알루미나 조성물로 이루어지는 과립을 구성하는 1 차 입자의 평균 1 차 입자경, 가소 온도 등과 조합했을 때에, 알루미나 가소체의 평균 원형도 및 상대 밀도를 원하는 범위로 조정하기 쉬운 점에서, 프레스 성형의 면압은, 20 ~ 600 MPa 가 바람직하고, 25 ~ 400 MPa 가 보다 바람직하고, 30 ~ 200 MPa 가 더욱 바람직하다. 프레스 성형 (예를 들어, 1 축 프레스) 의 면압이 20 MPa 이상인 경우, 성형체의 형상 유지성이 우수하고, 또, 600 MPa 이하인 경우, 성형체의 밀도가 지나치게 증가하지 않아, 단단해지는 것을 보다 방지하기 쉽다.

[0193] 프레스 성형의 면압은, 목적으로 하는 평균 원형도, 상대 밀도 등에 맞추어, 바람직한 범위로서, 50 MPa 이상, 80 MPa 이상, 100 MPa 이상, 150 MPa 이상으로 해도 된다.

[0194] 예를 들어, 어느 실시형태에 있어서는, 목적으로 하는 평균 원형도, 상대 밀도 등에 따라, 20 ~ 200 MPa 로 해도 되고, 25 ~ 190 MPa 로 해도 되고, 30 ~ 180 MPa 로 해도 된다.

[0195] 본 발명의 성형체는, CIP (Cold Isostatic Pressing : 냉간 정수 등방압 프레스) 처리 등의 고온 가압 처리에 의해 치밀화시킨 성형체도 포함된다. 수압은, 상기와 동일한 관점에서, 50 ~ 1000 MPa 가 바람직하고, 100 ~ 600 MPa 가 보다 바람직하고, 150 ~ 300 MPa 가 더욱 바람직하다.

[0196] 본 발명에 관련된 알루미나 가소체는, 후술하는 알루미나 소결체의 전구체가 되는 것이다. 또, 본 발명에 관련된 알루미나 가소체에는, 성형 가공한 것도 포함된다. 예를 들어, 가소한 알루미나 디스크를 CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) 시스템에서 가공한 치과용 제품 (예를 들어 치관 형상의 보철물) 도 포함한다.

[0197] 본 발명의 알루미나 가소체에 있어서의 알루미나 및 소결 보조제의 함유율은, 알루미나 가소체 제조 전의 알루미나 조성물에 있어서의 함유율과 동일하다. 본 발명의 알루미나 가소체 중의 소결 보조제는, 후술하는 가소체로부터 제조한 소결체의 강도 및 투광성의 관점에서, 소결 보조제는 마그네슘 화합물이 균일하게 분산되어 있는 것이 바람직하다.

[0198] 다음으로, 얻어진 성형체를, 대기압하에서 소성 (가소) 하는 (가소 공정) 을 설명한다.

[0199] 가소 공정에 있어서의 가소 온도는, 가소체에 포함되는 산화물 세라믹스 입자의 평균 원형도에 영향을 주고, 비커스 경도 혹은 가소체의 강도에 영향을 주는 것이다.

[0200] 가소 온도에 따라 가소체의 연마성 및 경도가 변화한다.

[0201] 본 발명의 알루미나 가소체의 제조 방법에 있어서의 가소 온도 (최고 가소 온도) 는, 소결이 진행되지 않는 정도로 그침으로써, 입자 표면의 형상 (구형) 이 남은 구조를 하고 있고, 가소체가 지나치게 단단해지지 않아, 연마시의 표면 조도와 경도를 유지할 수 있는 점에서, 400 ℃ 이상 1200 ℃ 미만이 바람직하다.

[0202] 가소에 의해, 가소 중에 산화물 세라믹스 입자의 평균 원형도가 높아지고, 또한 고착이 지나치게 진행되지 않는 것이 바람직하다. 상기의 관점에서, 가소 온도는, 가소체에 포함되는 산화물 세라믹스 입자의 평균 원형도가 0.81 이상이 되는 온도가 바람직하다.

[0203] 알루미나 조성물 (예를 들어, 성형체) 에 포함되는 산화물 세라믹스 입자의 평균 1 차 입자경이 작은 경우 (예를 들어, 30 ㎚ 이상 150 ㎚ 이하인 경우), 가소 온도가 저온에서 고착이 시작되어, 비커스 경도 혹은 가소체의 강도가 높아진다. 예를 들어, 알루미나 조성물 (예를 들어, 성형체) 에 포함되는 산화물 세라믹스 입자의 평균 1 차 입자경이 95 ㎚ 정도인 경우, 가소 온도는 750 ℃ 전후 (700 ∼ 850 ℃) 가 바람직하다.

[0204] 알루미나 조성물에 포함되는 산화물 세라믹스 입자의 평균 1 차 입자경이 작은 경우에 가소 온도가 1200 ℃ 이상인 경우, 입자간의 고착에 의해 평균 원형도가 저하되고, 지나치게 단단해져 연마에 시간을 필요로 하기 때문에 바람직하지 않다.

[0205] 알루미나 조성물 (예를 들어, 성형체) 에 포함되는 산화물 세라믹스 입자의 평균 1 차 입자경이 큰 경우 (예를 들어, 380 ㎚ 이상 600 ㎚ 이하인 경우), 가소 온도가 저온에서는 고착되지 않고 고온에서 고착이 시작되어, 비커스 경도 혹은 가소체의 강도가 높아진다. 예를 들어, 알루미나 조성물 (예를 들어, 성형체) 에 포함되는 산화물 세라믹스 입자의 평균 1 차 입자경이 580 ㎚ 정도인 경우, 가소 온도는 1150 ℃ 전후 (1100 ℃ 이상 1200 ℃ 미만) 가 바람직하다.

[0206] 알루미나 조성물 (예를 들어, 성형체) 에 포함되는 산화물 세라믹스 입자의 평균 1 차 입자경이 큰 경우에 가소 온도가 1000 ℃ 이하인 경우, 평균 원형도가 높아지지 않고, 입자간의 고착이 진행되지 않으며, 가소체의 강도 또는 비커스 경도가 높아지지 않고, 연마시에 치핑을 일으켜, 표면 조도 Ra 및/또는 Rz 를 저하시키기 때문에 바람직하지 않다.

[0207] 원료인 산화물 세라믹스 조성물 (예를 들어, 알루미나 조성물) 로 이루어지는 과립을 구성하는 1 차 입자의 평균 1 차 입자경과, 가소체에 포함되는 산화물 세라믹스 입자 (예를 들어, 알루미나 입자) 의 1 차 입자의 평균 1 차 입자경은, 상이한 경우가 있지만, 상기와 같이, 원료인 산화물 세라믹스 조성물 (예를 들어, 알루미나 조성물) 로 이루어지는 과립을 구성하는 1 차 입자의 평균 1 차 입자경, 가소 온도를 포함하는 소정의 조건에 따라, 고착의 진행 정도를 조정함으로써, 가소체에 포함되는 산화물 세라믹스 입자 (예를 들어, 알루미나 입자) 의 1 차 입자의 평균 1 차 입자경을 원하는 범위로 조정할 수 있다.

[0208] 원료인 알루미나 조성물 또는 알루미나 조성물로 이루어지는 과립을 구성하는 1 차 입자의 평균 입자경과 가소 온도의 관계를 고려하여, 고착이 지나치게 진행되지 않을 정도로 그치게 하여, 얻어지는 가소체에 포함되는 산화물 세라믹스 입자의 1 차 입자의 평균 원형도를 원하는 범위로 조정한다는 상기의 관점에서, 가소 온도는, 가소체에 포함되는 산화물 세라믹스 입자의 평균 원형도가 0.81 이상 또한 가소체의 상대 밀도가 43 ∼ 63 % 가 되는 온도인 것이 바람직하다.

[0209] 가소 온도는, 600 ℃ 이상 1200 ℃ 미만인 것이 바람직하고, 750 ℃ 이상 1150 ℃ 이하인 것이 보다 바람직하다.

[0210] 최고 가소 온도에서 일정 시간 유지하면, 가소체의 경도가 바람직한 범위가 되고, 또한 치핑률이 감소하는 경우가 있기 때문에 바람직하다.

[0211] 가소 조건은, 가소체의 평균 1 차 입자경, 가소체의 밀도에 의존하지만, 최고 가소 온도에 있어서의 유지 시간은, 30 분 ∼ 6 시간이 바람직하다. 또, 최고 가소 온도까지의 승온 속도 및 최고 가소 온도로부터의 강온 속도는 300 ℃/분 이하인 것이 바람직하다.

[0212] 본 발명의 알루미나 가소체는, 기계 가공하여 가공체를 제조할 수 있다. 가공 방법은 특정한 방법에 한정되지 않고, 목적에 따라 적절히 바람직한 방법을 선택할 수 있다. 예를 들어, 가소체이기도 한 알루미나 디스

크를 CAD/CAM 시스템에서 치과용 제품 (예를 들어 치관 형상의 보철물) 의 형상으로 절삭 또는 연삭 가공하여 가공체를 제조할 수 있다.

[0213] 본 발명의 가소체의 기계 가공에 사용하는 가공기는 특별히 한정되지 않는다. 예를 들어 절삭 또는 연삭 가공기는, 피가공체에 따라, 데스크탑 가공기, 대형 머시닝 센터 (범용 공작 가공기) 등을 들 수 있다. 절삭 가공기로는, 예를 들어, 탁상 가공기「DWX-50」,「DWX-4」,「DWX-4W」,「DWX-52D」,「DWX-52DCi」 (롤랜드 디.지.주식회사 제조) 등을 들 수 있다. 연삭 가공이어도 된다.

[0214] 본 발명의 가소체의 기계 가공에 사용하는 가공기에서 사용하는 공구는 특별히 한정되지 않는다. 가공기의 서플라이어가 추천하는 밀링 버 및 그라인딩 버이면, 바람직하게 사용할 수 있다. 예를 들어 절삭 가공기에 사용되는 밀링 버로는, 카타나 (등록상표) 드릴을 들 수 있다.

[0215] 본 발명의 알루미나 가소체로부터 얻은 가공체는, 그 표면에 기계 가공에 따른 가공 단차가 발생한다. 가공 단차를 가진 채로 소결하면, 소결체의 표면에 가공 단차에 따른 요철이 남기 때문에, 치과 재료로서 사용하기 전에 연마가 필요하게 된다. 따라서, 가소체로부터 얻은 가공 단차를 갖는 가공체의 표면을 절삭, 연삭, 또는 연마에 의해 평활하게 마무리하는 것이 바람직하다.

[0216] 본 발명의 알루미나 가소체로부터 얻은 가공체는, 치과용 공구로 표면 평활성을 높일 수 있다. 치과용 공구에는, 예를 들어, 포셀린을 포함하는 치과용 세라믹스의 절삭 또는 연삭에 의한 형태 수정, 연마에 의한 표면성의 향상에 적절한 버와 폴리셔의 키트를 사용할 수 있다. 공구의 예로는, 쿠라레 노리타케 덴탈 주식회사 제조의 노리타케 프로텍 다이아몬드 포인트, 카바이드 바, 메이스터 콘, 러버 포인트, 펠트 휠, TWIST DIA 의 COARSE, MEDIUM, FINE 등, 주식회사 PDR 제조의 세라믹용 포인트 HP 용 세라피카 디스크형 중연마, 눈물형 중연마, 디스크형 마무리 연마, 눈물형 마무리 연마 등을 들 수 있다.

[0217] 본 발명의 알루미나 가소체로부터 얻은 가공체는, 공구로 표면 평활성을 높여도 된다. 본 발명의 알루미나 가소체로부터 얻은 가공체를 공구로 연마하는 경우에는, 연마 분말을 사용해도 된다. 예를 들어, 쿠라레 노리타케 덴탈 주식회사 제조의 펄서페이스 (등록상표) C, 펄서페이스 (등록상표) F 등을 들 수 있다. 연마재를 사용한 경우에는, 소결시의 이물질되기 때문에, 세정하는 것이 바람직하다.

[0218] 본 발명의 알루미나 가소체로부터 얻은 가공체를 공구로 연마하는 경우에는, 공구의 회전수는 1000 ~ 7000 rpm 이 바람직하다. 회전수가 1000 ppm 보다 낮으면 시간을 필요로 하는 데다가, 회전하는 공구와 가소체가 충돌한 반동으로 손의 위치가 정해지지 않아, 평활한 표면이 얻어지기 어렵다. 회전수가 7000 rpm 보다 높으면 공구의 가공력이 늘어나, 가소체를 과도하게 연마해 버려 원하는 형상이 얻어지기 어려워진다. 회전수는, 2000 ~ 6000 rpm 이 보다 바람직하고, 3000 ~ 5000 rpm 이 더욱 바람직하다.

[0219] 본 발명의 알루미나 가소체로부터 얻은 가공체를 공구로 연마한 후에는, 소결 공정을 실시한다. 이 때, 상기 가공체의 표면에 가공 먼지가 부착되어 있으면 소결 후의 형상 및 외관에 영향을 주기 때문에, 가공 먼지를 제거하는 것이 바람직하다. 마무리 연마를 실시한 가공체에 대하여, 회화 등에서 사용하는 붓으로 먼지를 털어, 육안으로 먼지가 없어지는 것이 바람직하다.

[0220] 다음으로, 본 발명의 산화물 세라믹스 소결체의 제조 방법에 대하여, 산화물 세라믹스가 산화알루미늄인 경우를 예로서, 알루미나 소결체의 제조 방법을 사용하여 이하에 설명한다.

[0221] 본 발명의 알루미나 소결체는, 본 발명의 알루미나 가소체, 및 그 절삭 또는 연삭 가공체를, 알루미나 입자가 소결에 이르는 온도에서 소결하여 제조할 수 있다 (소결 공정). 소결 가능 온도 (예를 들어, 최고 소결 온도) 는, 평균 1 차 입자경이 100 ㎚ 정도인 경우, 예를 들어, 1300 ℃ 이상인 것이 바람직하고, 1350 ℃ 이상인 것이 보다 바람직하고, 1375 ℃ 이상이 더욱 바람직하다. 또, 소결 가능 온도는, 예를 들어, 1500 ℃ 이하인 것이 바람직하고, 1450 ℃ 이하인 것이 보다 바람직하다. 소결 가능 온도까지의 승온 속도 및 소결 가능 온도로부터의 강온 속도는 300 ℃/분 이하인 것이 바람직하다.

[0222] 상기 소결 공정에 있어서, 소결 가능 온도 (예를 들어, 최고 소결 온도) 에 있어서의 유지 시간은, 120 분 이하인 것이 바람직하고, 90 분 이하인 것이 보다 바람직하고, 75 분 이하인 것이 더욱 바람직하고, 60 분 이하인 것이 보다 더 바람직하고, 45 분 이하인 것이 특히 바람직하고, 30 분 이하인 것이 가장 바람직하다. 당해 유지 시간은 1 분 이상인 것이 바람직하고, 3 분 이상인 것이 보다 바람직하고, 5 분 이상인 것이 더욱 바람직하다.

[0223] 본 발명의 알루미나 조성물 및 알루미나 가소체에 의하면, 제조되는 알루미나 소결체의 투광성 및 강도를 저하

시키지 않고, 소결체를 제조하기 위한 소결 공정의 시간을 단축할 수 있다. 특히, 소결체를 제조하기 위한 최고 소결 온도에 있어서의 유지 시간을 단축할 수 있다 (단시간 소결). 이로써, 생산 효율을 높일 수 있고, 본 발명의 알루미나 가소체를 치과용 제품에 적용하는 경우에, 치료에 사용하는 치과용 제품의 치수를 결정하고, 절삭 또는 연삭 가공하고 나서, 당해 치과용 제품으로 치료 가능하게 할 때까지의 시간을 단축할 수 있어, 환자의 시간적 부담을 경감시킬 수 있다. 또, 에너지 비용을 저감시킬 수 있다.

[0224] 소결 공정에 있어서, 소결 가능 온도 (예를 들어, 최고 소결 온도) 에 있어서의 유지 시간은, 예를 들어, 25 분 이하, 20 분 이하 또는 15 분 이하로 할 수도 있다.

[0225] 소결 공정에 있어서의 승온 속도 및 강온 속도는, 소결 공정에 필요로 하는 시간이 짧아지도록 설정하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 승온 속도는, 소성로의 성능에 따라 최단 시간에 최고 소결 온도로 도달하도록 설정할 수 있다. 최고 소결 온도까지의 승온 속도는, 예를 들어, 10 ℃/분 이상, 50 ℃/분 이상, 100 ℃/분 이상, 120 ℃/분 이상, 150 ℃/분 이상, 또는 200 ℃/분 이상으로 할 수 있다. 강온 속도는, 소결체에 수축 속도차에 의한 변형이나, 크랙 등의 결함이 발생하지 않는 속도를 설정하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 가열 종료 후, 소결체를 실온에서 방랭할 수 있다.

[0226] 어느 실시형태로는, 상기한 어느 치과용 산화물 세라믹스 가소체를, 치과용의 연마 기구로 연마하는 공정을 포함하는, 치과용 산화물 세라믹스 소결체의 제조 방법을 들 수 있다. 치과용의 연마 기구는, 특별히 한정되지 않고, 공지된 시판품을 사용할 수 있다. 연마하는 조건은, 특별히 한정되지 않는다.

[0227] 다른 어느 실시형태로는, 열간 정수압 프레스 처리를 사용하지 않고, 상기 치과용 산화물 세라믹스 가소체를, 대기압하에서 소결하는 공정을 포함하는, 치과용 산화물 세라믹스 소결체의 제조 방법을 들 수 있다. 본 발명에서는, 치과용 산화물 세라믹스 소결체의 제조 방법에 있어서, 열간 정수압 프레스 (HIP) 처리를 실시할 필요가 없기 때문에, 특수한 장치가 불필요하여, 간편하게 치과용 산화물 세라믹스 소결체를 제조할 수 있다.

[0228] 이하, 산화물 세라믹스 소결체에 대하여, 산화물 세라믹스가 산화알루미늄인 경우를 예로서 알루미나 소결체를 사용하여 설명한다.

[0229] 알루미나 소결체는 알루미나 가소체 또는 그 가공체를 소결하여 얻어진다. 알루미나 소결체란, 알루미나 입자 (분말) 가 소결 상태에 이른 것이다.

[0230] 알루미나 소결체의 상대 밀도는 99.5 % 이상인 것이 바람직하다.

[0231] 소결체에 있어서의 상대 밀도는, 이론 밀도에 대한, 아르키메데스법으로 측정한 실측 밀도의 비율로서 산출할 수 있다. 상대 밀도는, 과립을 특정형에 충전하여, 압력으로 특정 형상으로 한 성형체에 있어서, 상기 성형체를 고온에서 소성한 소결체의 밀도 d1 을, 이론적으로 (내부에 공극을 포함하지 않는) 알루미나 밀도 d2 로 나눈 값을 의미한다.

[0232] 본 발명의 알루미나 소결체에는, 성형한 알루미나 입자를 상압하 및 비가압하에 있어서 소결시킨 소결체뿐만 아니라, HIP (Hot Isostatic Pressing ; 열간 정수 등방압 프레스) 처리 등의 고온 가압 처리에 의해 치밀화시킨 소결체도 포함된다.

[0233] 본 발명의 알루미나 소결체의 상대 밀도가 높을수록 내부의 보이드가 적고, 광산란하기 어려워진다. 이로써, 알루미나 소결체의 투광성 (ΔL), 전광선 투과율, 및 직선광 투과율은 높아지며, 심미성이 우수한 점, 나아가서는 강도도 향상되는 점에서, 본 발명의 알루미나 소결체의 상대 밀도는 높은 것이 바람직하다. 본 발명의 알루미나 소결체의 상대 밀도는, 예를 들어, 95 % 초과인 것이 바람직하고, 98 % 이상인 것이 보다 바람직하고, 99.5 % 이상이 더욱 바람직하다. 또, 본 발명의 알루미나 소결체는, 실질적으로는 보이드를 함유하지 않는 것이 가장 바람직하다.

[0234] 본 발명의 알루미나 소결체의 평균 결정 입경은, 투광성 및 강도가 우수한 관점에서, 0.3 ~ 8.0 ㎛ 가 바람직하고, 0.4 ~ 6.0 ㎛ 가 보다 바람직하고, 0.5 ~ 3.0 ㎛ 가 더욱 바람직하다. 알루미나 소결체의 평균 결정 입경은, 이하의 방법으로 측정할 수 있다.

[0235] 알루미나 소결체에 있어서, 주사 전자 현미경 (상품명「VE-9800」, 주식회사 키엔스 제조) 으로 표면의 촬상을 얻는다. 얻어진 이미지에 각 결정 입자의 입계를 기재한 후, 화상 해석으로 평균 결정 입경을 산출한다. 평균 결정 입경의 계측에는 화상 해석 소프트웨어 (상품명「Image-Pro Plus」, 하쿠토 주식회사 제조) 를 사용하고, 취입한 SEM 이미지를 2 치화하여, 입계가 선명해지도록 휘도 범위를 조절하고, 시야 (영역) 로부터 입자를 인식시킨다. Image-Pro Plus 에서 얻어지는 결정 입경이란, 결정 입자의 외형선으로부터 구해지는 무

게 중심을 통과하는 외형선끼리를 연결한 선분의 길이를, 무게 중심을 중심으로 하여 2 도마다 측정하여 평균화한 것이다. 알루미나 소결체의 SEM 사진 이미지 (3 시야) 에 있어서, 화상단에 걸려 있지 않은 입자 모든 결정 입경을 계측한다.

[0236] 얻어진 각 입자의 결정 입경과 결정 입자의 개수로부터 결정 입경의 평균값을 산출하고, 얻어진 산술 평균 직경을 소결체 중의 평균 결정 입경으로 한다. 「화상단에 걸려 있지 않은 입자」란, SEM 사진 이미지의 화면 내에, 외형선이 다 들어가지 않는 입자 (상하 좌우의 경계선 상에서 외형선이 도중에 끊어지는 입자) 를 제외한 입자를 의미한다. 화상단에 걸려 있지 않은 입자 전부의 결정 입경은, Image-Pro Plus 에 있어서, 모든 경계선 상의 입자를 제외하는 옵션으로 선택한다.

[0237] 본 발명의 알루미나 소결체에 있어서의 알루미나 및 소결 보조제의 함유율은, 소결체 제조 전의 조성물 및/또는 가소체에 있어서의 함유율과 동일하다.

[0238] 본 발명의 알루미나 소결체의 투광성 (ΔL) 은, 5 이상인 것이 바람직하고, 10 이상인 것이 보다 바람직하고, 15 이상인 것이 더욱 바람직하고, 20 이상인 것이 특히 바람직하다.

[0239] 투광성 (ΔL) 이란, L*a*b* 표색계 (JIS Z 8781-4 : 2013) 에 있어서의 명도 (색공간) 의 L* 값에 대하여, 두께 1.2 ㎜ 의 시료 (소결체) 의 배경을 백색으로 하여 측정한 L* 값을 제 1 L* 값으로 하고, 제 1 L* 값을 측정한 동일한 시료에 대하여, 시료의 배경을 흑색으로 하여 측정한 L* 값을 제 2 L* 값으로 하고, 제 1 L* 값에서 제 2 L* 값을 공제한 값이다.

[0240] 투광성 (ΔL) 의 측정을 위한 시료의 제조 방법에 대해서는, 먼저, 소결체의 두께가 1.2 ㎜ 가 되도록, 과립 (조성물) 을 프레스 성형, 계속되는 CIP 성형으로, 예를 들어 직경 19 ㎜ 의 원반상의 성형체를 제조할 수 있다. 다음으로, 성형체를 소정의 소성 조건에서 소성하고, 표면을 #2000 으로 연마하여, 시료가 되는 두께 1.2 ㎜ 의 소결체를 제조할 수 있다. L* 값의 측정에 대해서는, 시료의 표면에 접촉액을 도포한 후, 색차계 (예를 들어, CE100, 해석 소프트「크리스탈아이」 (올림푸스 주식회사 제조)) 를 사용하여, 흑색 배경 및 흰색 배경의 L* 값을 측정할 수 있다. 접촉액으로는, 예를 들어, 측정 파장 589 ㎚ (나트륨 D 선) 에서 측정한 굴절률 nD 가 1.60 인 것을 사용할 수 있다.

[0241] 흰색 배경이란, JIS K 5600-4-1 : 1999 제 4 부 제 1 절에 기재된 은폐율 시험지의 백색부를 의미하고, 흑색 배경이란, 상기 은폐율 시험지의 흑색부를 의미한다.

[0242] 본 발명의 알루미나 소결체는, 표면 평활성이 높을수록 심미성이 높게 보이는 점에서 바람직하다. 알루미나 소결체의 표면 조도 Ra 는, 1.40 ㎛ 이하가 바람직하고, 천연 치아의 표면 조도를 보다 재현하기 쉬운 점에서, 1.25 ㎛ 이하가 보다 바람직하고, 1.15 ㎛ 이하가 더욱 바람직하고, 1.10 ㎛ 이하가 특히 바람직하다.

[0243] 알루미나 소결체의 표면 조도 Rz 는, 51 ㎛ 이하가 바람직하고, 천연 치아의 표면 조도를 보다 재현하기 쉬운 점에서, 48 ㎛ 이하가 보다 바람직하고, 42 ㎛ 이하가 더욱 바람직하고, 39 ㎛ 이하가 특히 바람직하다.

[0244] 표면 조도 Ra 및 Rz 의 측정 방법은, 후기하는 실시예에 기재된 바와 같다.

[0245] 본 발명의 알루미나 소결체는, 소정의 형상을 갖는 소결체여도 된다. 예를 들어, 소결체는, 디스크 (원반) 형상, 직방체 형상, 치과 제품 형상 (예를 들어 치관 형상) 을 가질 수 있다.

[0246] 본 발명에 기재된 알루미나 조성물, 과립, 분말, 성형체, 가소체, 절삭 또는 연삭 가공체, 및 소결체의 제조 방법은, 특별히 기재한 경우를 제외하고 상기에 한정은 없고, 공지된 다양한 제조 방법이 적용 가능하다.

[0247] 본 발명은, 본 발명의 효과를 발휘하는 한, 본 발명의 기술적 사상의 범위 내에 있어서, 상기의 구성을 여러 가지 조합한 실시형태를 포함한다.

[0248] 본 발명에 있어서, 수치 범위 (각 성분의 함유율, 각 요소 (평균 1 차 입자경 등), 및 각 물성 등) 의 상한값 및 하한값은 적절히 조합 가능하다.

[0249] 실시예

[0250] 다음으로, 본 발명을 들어 본 발명을 더욱 구체적으로 설명하지만, 본 발명은 이들의 실시예에 의해 전혀 한정되는 것은 아니고, 많은 변형이 본 발명의 기술적 사상의 범위 내에서 당분야에 있어서 통상적인 지식을 가진 자에 의해 가능하다.

[0251] [상대 밀도의 측정]

[0252] 과립의 프레스에 사용하는 금형의 사이즈를 변경한 점 이외에는, 하기 실시예 및 비교예에 기재된 방법으로, 약 세로 20 ㎜ × 가로 19 ㎜ × 높이 17 ㎜ 인 가소체를 얻었다.

[0253] 가소체의 상대 밀도의 측정은, 이 가소체로부터 1.2 ㎤ (직경 10.8 ㎜ × 높이 13 ㎜) 의 시료를 잘라내어, 자동 수은 포로시미터 세공 분포 측정 장치 (AutoPore (등록상표) IV9500, Micromeritics 사 제조, 미국) 를 사용하여, JIS R 1655 : 2003 에 준거하여, 압력이 0.5 ∼ 60000 psia 에서 측정하였다. 측정한 공극률을 사용하여, 하기 식으로 상대 밀도를 산출하였다.

[0254] (상대 밀도) (%) = {1 - (공극률)} × 100

[0255] [가소체의 평균 1 차 입자경의 측정]

[0256] 하기 실시예 및 비교예에서 얻은 가소체를 사용하여, 주사 전자 현미경 (상품명「VE-9800」, 주식회사 키엔스 제조) 으로 표면의 촬상을 얻었다.

[0257] 입자경의 계측에는 화상 해석 소프트웨어 (상품명「Image-Pro Plus」, 하쿠토 주식회사 제조) 를 사용하여, 1 차 입자를 기록한 SEM 이미지를 2 치화하여, 얻어진 이미지에 각 결정 입자의 입계를 기재한 후, 시야 (영역) 로부터 입자를 인식시켰다.

[0258] 입계가 불명료한 부분은, 영역에 축퇴 필터를 적용하여, 각각의 영역이 1 개 또는 복수의 점이 될 때까지 축퇴하고, 이 점이 보로노이 다각형의 모점이 되도록 보로노이 다각형을 작도하고, 인접하는 2 개의 모점의 중점을 연결하는 선을 그어, 그 선을 원래의 입자 화상에 중첩함으로써 인접하는 입자간을 분리하였다. 예를 들어, 화상 처리에 있어서 1 개의 입자가 표주박형으로 보이는 경우도 있지만, 그 경우, 2 개의 원형의 입자가 접하여 1 개로 보이고 있다면 가정하여, 2 개로 분리하였다.

[0259] 1 차 입자경을 인식시킨 처리 파일에서,「카운트/사이즈 다이얼로그」의「직경」을 선택하고 분포를 구하였다 (n = 4). 구체적으로는, 1 샘플의 4 시야에 대하여, 각 시야에서 화상 해석 소프트웨어 (Image-Pro Plus) 를 사용하여 측정한 입자경 (1 차 입자경) 의 평균값을 구하였다.

[0260] [가소체의 평균 원형도의 측정]

[0261] 상기 평균 1 차 입자경의 측정에 있어서 얻어진 데이터를 사용하여, 이하의 식에서 산출되는 원형도를「평균 원형도」로 하였다.

[0262] (원형도) = (4π × 면적)/(둘레 길이 × 둘레 길이)

[0263] [소결 보조제의 함유율의 측정]

[0264] 시료에는, 하기 실시예 및 비교예에서 얻은 조성물, 가소체, 또는 소결체를 사용하였다.

[0265] 측정에는, 전계 방출형 주사 전자 현미경 (FE-SEM Reglus8220, 주식회사 히타치 하이테크 제조), 및 에너지 분산형 X 선 분석 장치 (Aztec Energy X-Max50, 옥스포드 · 인스톨먼츠사 제조) 를 사용하여, 이하의 조건에서 측정하였다 (n = 3 의 평균값).

[0266] 측정 배율 : 5 천배

[0267] 분석 모드 : 면 분석

[0268] 가속 전압 : 5 kV

[0269] 워킹 디스턴스 : 15 ㎜ ± 1 ㎜

[0270] X 선 취출 각도 : 30 도

[0271] 데드 타임 : 7 %

[0272] 측정 시간 : 100 초

[0273] [표면 연마의 방법]

[0274] 실시예 및 비교예에서 얻은 알루미나 과립을 금형 내에 충전하고, 200 MPa 로 1 축 프레스 성형하고, 750 ℃ 에서 6 시간 계류하고 가소하여, 두께 14 ㎜, Φ98.5 ㎜ 의 원반상의 가소체를 제조하였다.

[0275] 이 원반상의 가소체를, 3 차원 NC 데이터에 기초하여, 쿠라레 노리타케 덴탈 주식회사 제조의 밀링 가공기「

DWX-52DC」를 사용하여, 미사용의 카타나 (등록상표) 드릴 (쿠라레 노리타케 덴탈 주식회사 제조, Φ2 ㎜, 다이아몬드 코팅되어 있지 않다) 에 의해 두께 1 ㎜ 의 얇은 원반을 남기도록 절삭 가공하였다.

[0276] 가공 패턴은 등고선 가공으로 하고, 원반상의 가소체의 중심으로부터 외측을 향하여, 스핀들 회전수 30,000 rpm, 이송 속도 2000 ㎜/min, 가공 피치는 Z = 0.5 ㎜, XY = 1 ㎜ 로 하였다. 가공하여 얻은 두께 1 ㎜ 의 얇은 원반에 대하여, 쿠라레 노리타케 덴탈 주식회사 제조의 노리타케 프로텍 다이아몬드 포인트 DP-04 를 사용하여 지주를 떼어냈다. 얇은 원반의 표면에는, CAD/CAM 가공에서 유래하는 단차를 확인할 수 있었다.

[0277] 이 얇은 원반에 대하여, 쿠라레 노리타케 덴탈 주식회사 제조의 폴리셔 (KATANA (등록상표) Zirconia TWIST DIA MEDIUM) 를 사용하여, 회전수 4000 rpm, 하중 0.05 kgf 의 힘으로 표면 전체를 5 분간, 조연마하였다.

[0278] 이어서, 쿠라레 노리타케 덴탈 주식회사 제조의 다른 폴리셔 (KATANA (등록상표) Zirconia TWIST DIA FINE) 를 사용하여, 회전수 4000 rpm, 하중 0.01 kgf 의 힘으로 표면 전체를 5 분간, 마무리 연마하였다.

[0279] 이어서, 쿠라레 노리타케 덴탈 주식회사 제조의 연마재 (펄서페이스 (등록상표)) 에 부속의 펠트 휠을 사용하여, 회전수 4000 rpm, 하중 0.005 kgf 의 힘으로 표면 전체를 5 분간, 추가로 마무리 연마하였다.

[0280] 마지막으로, ESCODA 사 제조의 화필 콜린스키 타이미르 세이블 10 호를 사용하여, 연마 분말을 털어냈다.

[0281] [표면 조도의 측정]

[0282] 실시예 및 비교예에서 얻은 가소체, 또는 소결체를 촉침식 표면 조도계 (브루커 재팬 주식회사 제조「DekTak-150」) 로, 하기 조건에서 9 회 측정을 실시하였다.

[0283] 측정 거리 : 10 ㎜

[0284] Scan Length : 15,000 ㎛

[0285] Scan Duration : 100 sec

[0286] Meas. Range : 65.5 ㎛

[0287] Stylus Force : 1.00 mg

[0288] 얻어진 결과 Zn(X) Xn = 0.0005 [㎜] × n (n = 0, 1, 2 ... 9)

[0289] 이 결과로부터, 최소 이승법에 의해, 3 차의 피팅 함수 (Z'n(X) = aX + b) 를 정하고, 측정 결과와 피팅 함수의 차를 취함으로써, 측정시의 시료의 기울기를 제거하였다.

[0290] 또한, 상기 차를 사용한 이하의 식에 의해, 산술 평균 조도 Ra 를 구하였다.

[0291] 또, 최대 높이 조도 Rz 는, Zn(X) 의 최대값으로 하였다.

수학식 1

[0292] $$Ra = \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N}|Z_n(X_n) - Z'_n(X_n)|$$

[0293] 상기「표면 연마의 방법」으로 연마하기 전의 가소체의 표면 조도의 측정 결과를, 표 2 에서는「연마 전」에 있어서 기재하고, 상기「표면 연마의 방법」으로 연마한 가소체의 표면 조도의 측정 결과를, 표 2 에서는「연마 후」에 있어서 기재하였다.

[0294] 소결체에 대해서도, 동일하게, 가소체에서의 연마를 하고 있지 않은 소결체의 표면 조도의 측정 결과를, 표 3 에서는「가소체에서의 연마 없음」에 있어서 기재하고, 가소체에서의 연마를 한 소결체의 표면 조도의 측정 결과를, 표 3 에서는「가소체에서의 연마 있음」에 있어서 기재하였다.

[0295] [가소체의 강도의 측정]

[0296] 상기 표면 연마의 방법에 사용한 시료와 마찬가지로, 두께 14 ㎜, Φ98.5 ㎜ 의 원반상의 가소체를 사용하였다. 당해 원반상의 가소체로부터, ISO 6872 : 2015 에 준거하여, 5 ㎜ × 10 ㎜ × 50 ㎜ 로 하여 시료를 잘라내

어, 시료의 면 및 C 면 (시료의 각을 45° 의 각도로 모따기한 면) (ISO 6872 : 2015 의 7.3.1.2.1 참조) 을 600 번의 샌드 페이퍼로 길이 방향으로 면 마무리하였다.

[0297] 시료는, 가장 넓은 면이 연직 방향 (하중 방향) 을 향하도록 배치하고, 만능 시험기 (주식회사 시마즈 제작소 제조「AG-I 100kN」) 를 사용하여, 스팬 (지점간 거리) 은 30 ㎜, 크로스 헤드 스피드는 0.5 ㎜/분으로 3 점 굽힘 강도를 측정하였다 (n = 3 의 평균값).

[0298] [경도의 평가]

[0299] 하기 실시예 및 비교예에서 얻은 가소체를, CAD/CAM 시스템에서, 치관 형상을 깎아냈다. 깎아낸 가공체는, 가소체의 일부로 이루어지는 지주 (직경 5 ㎜ 의 원기둥 형상) 에 의해 가소체와 일체로 되어 있고, 지주 부분에 대하여, 다이아몬드 포인트 HP 형태 번호 25 (쇼후 제조) 를 장착한 ULTIMATE500 (주식회사 나카니시 제조) 을 사용하여, 공중 10000 rpm 으로, 약 500 g 의 하중이 되도록 다이아몬드 포인트 HP 를, 지주의 기둥 방향에 대해 수직으로 가압하여, 육안으로 확인하면서, 이하의 평가 기준으로 절삭 가공하였다 (n = 10).

[0300] 10 개의 샘플 중, 8 개 이상이 평가 기준의「A」를 만족하고, 또한 0 ~ 2 개의「B」의 평가 기준을 만족하는 경우「○」로 판정하고, 8 개 이상이 평가 기준의「A」를 만족하고, 또한 1 개 또는 2 개의「C」의 평가 기준을 만족하는 경우「△」로 판정하고, 3 개 이상이「B」의 평가 기준을 만족하는 경우「×」로 판정하고, 3 개 이상이「C」의 평가 기준을 만족하는 경우「××」로 판정하였다.

[0301] 평가 기준「C」의 샘플은 지주로부터 탈락하여 사용할 수 없게 될 가능성이 높은 데에 반하여, 평가 기준「B」의 샘플은 긴 시간을 들여 절삭 가공하면, 사용할 수 있는 가능성이 있다. 따라서, 판정으로서「○」가「△」보다 바람직하다.

[0302] <평가 기준>

[0303] A : 10 초 이내에서 지주의 9 할 이상인 깎인 것

[0304] B : 10 초 이내에서 지주가 깎이지 않은 것 (지나치게 단단하다)

[0305] C : 10 초 이내에서 지주가 9 할 이상 깎이기 전에 지주가 꺾인 것 (지나치게 부드럽다)

[0306] [가소체의 제조]

[0307] <실시예 1, 7>

[0308] α-알루미나 원료「NXA-100」 (평균 1 차 입자경 : 100 ㎚, 스미토모 화학 주식회사 제조) 1000 g 과 염화마그네슘 0.1 g 상당을 계량하고, 에탄올 10 L 에 투입하고, 초음파 분산시켰다.

[0309] 이것과 알루미나제 비드를 회전형의 용기에 넣고, 응집된 입자를 포함하는 알루미나 원료를 볼 밀로 분쇄함으로써, 원료를 원하는 평균 1 차 입자경이 될 때까지 혼합, 해쇄 처리하였다. 1 차 입자경은, 주식회사 호리바 제작소 제조의 레이저 회절/산란식 입자경 분포 측정 장치 (상품명「Partica LA-950」) 를 사용하여, 에탄올로 희석한 슬러리를 30 분간 초음파 조사하고, 그 후, 초음파를 쏘이면서 체적 기준으로 측정하였다. 볼 밀 처리 시간이 약 1 시간이고 2 차 응집이 거의 없는 원하는 슬러리를 얻었다.

[0310] 여기서, 슬러리를 2 L 비커에 소구분하고, 각각 200 rpm 의 회전 날개로 1 시간 교반한 후, 회전 날개를 즉시에 정지시키고, 15 분간 정치하였다. 비커의 바닥에는 하얗게 입자가 가라앉아 있는 것을 육안 확인할 수 있고, 또한 상청도 탁해져 있는 상태였다. 이 비커 내부의 슬러리 중, 상측 3 분의 1 을 빨아내어 실시예 1 의 슬러리로 하고, 비커 내부의 하측 3 분의 1 의 슬러리를 실시예 7 의 슬러리로 하였다. 표 1 에 있어서, 수비 조작으로 구별하고, 실시예 1 을「NXA-100 수비 상」이라고 기재하고, 실시예 7 을「NXA-100 수비 하」라고 기재하였다.

[0311] 다음으로, 이 슬러리에 유기 바인더를 첨가하였다. 유기 바인더에는, 수계 아크릴 바인더를 사용하고, 첨가량은 α-알루미나 원료에 대해 2.5 질량% (슬러리 전체에 대한 유기 바인더의 함유율) 첨가하고, 회전 날개로 24 시간 교반하였다. 교반 후의 슬러리를, 스프레이 드라이어로 건조 조립하여 알루미나 과립을 얻었다. 과립의 평균 입자경은 40 ㎛ 였다. 이 과립으로 이루어지는 분말 350 g 을, 직경 100 ㎜ 의 원통상의 금형에 흘려 넣고, 150 MPa 의 압력으로 1 축 가압 프레스하여 성형체를 얻었다. 성형체를 전기로에 넣고, 실온에서부터 3 ℃/분으로 승온하고 500 ℃ 에서 2 시간 계류하여 유기 성분을 탈지하고, 표 2 와 같이 최고 가소 온도에서 6 시간 유지하고, 최고 가소 온도로부터 -0.4 ℃/분으로 서랭하여 가소체를 얻었다.

[0312] <실시예 2 ~ 5, 비교예 7>

[0313] α-알루미나 원료「NXA-100」(평균 1 차 입자경 : 100 ㎚, 스미토모 화학 주식회사 제조) 또는「NXA-150」(평균 1 차 입자경 : 150 ㎚, 스미토모 화학 주식회사 제조) 100 g 과 염화마그네슘 0.1 g 상당을 계량하고, 에탄올 1 L 에 투입하여, 초음파 분산시켰다.

[0314] 이것과 알루미나제 비드를 회전형의 용기에 넣고, 볼 밀 분쇄에 의해, 원료를 원하는 1 차 입자경이 될 때까지 혼합, 분쇄 처리하였다. 1 차 입자경은, 주식회사 호리바 제작소 제조의 레이저 회절/산란식 입자경 분포 측정 장치 (상품명「Partica LA-950」) 를 사용하고, 에탄올로 희석한 슬러리를 30 분간 초음파 조사하고, 그 후, 초음파를 쏘이면서 체적 기준으로 측정하였다. 볼 밀 처리 시간이 약 1 시간이고 2 차 응집이 거의 없는 원하는 슬러리를 얻었다.

[0315] 다음으로, 이 슬러리에 유기 바인더를 첨가하였다. 유기 바인더에는, 수계 아크릴 바인더를 사용하고, 첨가량은 α-알루미나 원료에 대해 2.5 질량% (슬러리 전체에 대한 유기 바인더의 함유율) 첨가하고, 회전 날개로 24 시간 교반하였다.

[0316] 교반 후의 슬러리를, 스프레이 드라이어로 건조 조립하여 과립을 얻었다. 과립의 평균 입자경은 40 ㎛ 였다. 이 과립으로 이루어지는 분말 350 g 을, 직경 100 ㎜ 의 원통상의 금형에 흘려 넣고, 150 MPa 의 프레스압으로 1 축 가압 프레스하여 성형체를 얻었다. 성형체를 전기로에 넣고, 실온에서부터 3 ℃/분으로 승온하고 500 ℃ 에서 2 시간 계류하여 유기 성분을 탈지하고, 추가로 3 ℃/분으로 표 2 와 같이 최고 가소 온도에서 6 시간 유지하고, 당해 가소 온도로부터 -0.4 ℃/분으로 서랭하여 가소체를 얻었다.

[0317] <실시예 6, 8, 9, 비교예 3 ~ 5, 8>

[0318] α-알루미나 원료로서 스미토모 화학 주식회사 제조의 AKP-53, AA-03, AA-05, AA-07 을 사용하고, 가소시의 최고 가소 온도를, 표 2 가 되도록 변경한 것 이외에는, 실시예 2 와 동일하게 실시하여, 가소체를 얻었다.

[0319] <비교예 1, 2>

[0320] α-알루미나 원료 100 g 에 대하여, 염화마그네슘 0.12 g 상당을 사용하고, 가소시의 최고 가소 온도를, 표 2 가 되도록 변경한 것 이외에는, 실시예 2 와 동일하게 실시하여, 가소체를 얻었다.

[0321] <비교예 6>

[0322] 1 축 가압 프레스의 압력을 15 MPa 로 한 것 이외에는, 실시예 2 와 동일하게 실시하여, 가소체를 얻었다.

[0323] <실시예 10 ~ 13>

[0324] 표 1 이 되도록 소결 보조제의 종류나 양을 변경한 것 이외에는, 실시예 3 과 동일하게 실시하여, 가소체를 얻었다.

[0325] [소결체의 제조]

[0326] 상기한 각 실시예 및 비교예에서 제조한 가소체를 상기 얇은 원반상으로 잘라내어, 표면 연마한 시료를, 노리타케 카타나 시스템 카타나 (등록상표) F-1N (쿠라레 노리타케 덴탈사 제조) 를 사용하여, 대기 분위기하에서, 실온에서부터 3 ℃/분으로 표 3 의 최고 소결 온도까지 승온하고, 당해 최고 소결 온도에서 2 시간 계류하여 소성하고, 최고 소결 온도로부터 -0.4 ℃/분으로 서랭하여 소결체를 얻었다.

[0327] 각 실시예 및 비교예의 결과를 표 3 에 나타낸다.

표 1

	조성물						
	주원료	소결 보조제 1)					
		연소 보조제 1		연소 보조제 2		연소 보조제 3	
		종류	양 [ppm]	종류	양 [ppm]	종류	양 [ppm]
실시예 1	NXA-100 수비 상	$MgCl_2$	1000	—	—	—	—
실시예 2	NXA-100	$MgCl_2$	1000	—	—	—	—
실시예 3	NXA-100	$MgCl_2$	1000	—	—	—	—
실시예 4	NXA-150	$MgCl_2$	1000	—	—	—	—
실시예 5	NXA-150	$MgCl_2$	1000	—	—	—	—
실시예 6	AKP-53	$MgCl_2$	1000	—	—	—	—
실시예 7	NXA-100 수비 하	$MgCl_2$	1000	—	—	—	—
실시예 8	AA-03	$MgCl_2$	1000	—	—	—	—
실시예 9	AA-05	$MgCl_2$	1000	—	—	—	—
실시예 10	NXA-100	$Mg(OH)_2$	100	—	—	—	—
실시예 11	NXA-100	—	—	ZrO_2	100	—	—
실시예 12	NXA-100	—	—	ZrO_2	500	Y_2O_3	57
실시예 13	NXA-100	$MgCl_2$	1000	ZrO_2	1000	Y_2O_3	113
비교예 1	NXA-100	$MgCl_2$	1200				
비교예 2	NXA-100	$MgCl_2$	1200				
비교예 3	AA-03	$MgCl_2$	1000				
비교예 4	AA-05	$MgCl_2$	1000				
비교예 5	AA-07	$MgCl_2$	1000				
비교예 6	NXA-100	$MgCl_2$	1000				
비교예 7	NXA-100	$MgCl_2$	1000				
비교예 8	AKP-53	$MgCl_2$	1000				

[0328]

1) 소결 보조제의 양은, 원소 환산 (예를 들어, $MgCl_2$ 이 연소 보조제인 경우, M g 원소 환산) 의 값을 의미한다.

표 2

[0329]

	제조 조건		가소체							경도
	프레스압 [MPa]	가소 온도[1] [℃]	평균 원형도	상대 밀도 [%]	평균 1 차 입자경 [nm]	강도 [MPa]	연마 전		연마 후	
							표면 조도 Ra [μm]	표면 조도 Rz [μm]	표면 조도 Ra [μm]	표면 조도 Rz [μm]	
실시예 1	150	600	0.86	50	40	25	9.9	91.2	0.91	31.7	○
실시예 2	150	750	0.83	51	95	23	12.1	81.3	1.11	28.2	○
실시예 3	150	800	0.83	51	100	25	14.3	87.4	1.30	30.3	○
실시예 4	150	800	0.82	52	150	13	13.5	94.7	1.24	32.9	△
실시예 5	150	1000	0.83	52	150	38	16.2	108.4	1.46	37.8	○
실시예 6	150	1050	0.84	49	170	35	12.1	140.5	1.15	49.4	○
실시예 7	150	1000	0.86	53	200	45	14.3	126.3	1.36	44.7	○
실시예 8	150	1150	0.81	52	410	15	16.5	150.6	1.55	52.6	△
실시예 9	150	1150	0.83	52	580	16	17.1	151.2	1.64	52.8	△
실시예 10	150	800	0.83	51	100	25	10.2	98.1	1.02	32.1	○
실시예 11	150	800	0.82	52	100	28	11.8	101.2	1.11	35.7	○
실시예 12	150	800	0.82	51	100	29	12.7	112.3	1.23	39.4	○
실시예 13	150	800	0.82	51	100	32	14.3	122.1	1.36	45.6	○
비교예 1	150	1200	0.77	56	97	45	21.2	158.4	1.76	54.2	○
비교예 2	150	1250	0.76	58	98	58	24.4	168.9	1.97	58.0	×
비교예 3	150	1000	0.79	55	400	9	26.8	175.3	2.24	60.3	××
비교예 4	150	1000	0.77	52	580	9	30.6	210.8	2.60	72.5	××
비교예 5	150	1200	0.75	41	880	11	35.2	202.7	3.01	69.6	△
비교예 6	15	800	0.83	42	100	9	24.6	170.2	2.06	60.1	××
비교예 7	700	800	0.84	65	105	25	22.9	162.1	1.81	55.1	×
비교예 8	150	800	0.85	42	170	7	28.9	185.5	2.31	64.8	××

1) 최고 가소 온도를 나타낸다.

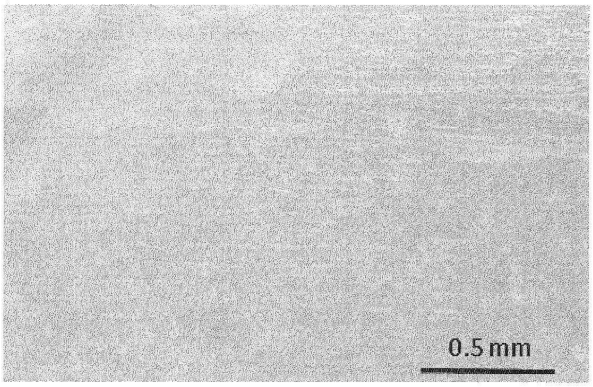
표 3

	최고 소결 온도 [℃]	소결체			
		가소체에서의 연마 없음		가소체에서의 연마 있음	
		표면 조도 Ra [μm]	표면 조도 Rz [μm]	표면 조도 Ra [μm]	표면 조도 Rz [μm]
실시예 1	1375	7.0	42.9	0.69	23.7
실시예 2	1400	10.1	67.8	0.98	37.3
실시예 3	1400	10.6	69.0	1.04	38.1
실시예 4	1400	11.5	64.7	1.13	35.7
실시예 5	1400	14.1	67.0	1.39	37.0
실시예 6	1400	11.2	83.9	1.07	46.3
실시예 7	1400	10.5	76.8	1.01	42.2
실시예 8	1450	11.9	91.1	1.15	50.1
실시예 9	1450	12.4	91.0	1.22	50.2
실시예 10	1400	7.2	48.9	0.78	25.1
실시예 11	1400	10.2	70.1	0.99	39.4
실시예 12	1400	11.8	71.8	1.04	40.2
실시예 13	1400	12.8	73.9	1.18	42.1
비교예 1	1400	17.1	95.2	1.46	51.2
비교예 2	1400	22.2	101.9	1.96	54.6
비교예 3	1450	23.9	109.8	2.10	58.2
비교예 4	1450	23.0	109.9	2.03	58.8
비교예 5	1450	29.7	121.1	2.69	66.1
비교예 6	1400	23.5	108.2	2.01	58.5
비교예 7	1400	18.9	97.7	1.78	53.4
비교예 8	1400	27.1	111.1	2.21	60.1

[0330]

[0331] 산업상 이용가능성

[0332] 본 발명의 치과용 산화물 세라믹스 가소체는, CAD/CAM 등의 기계 가공에 바람직하게 사용할 수 있다.

도면

도면1