



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년02월10일
(11) 등록번호 10-2075072
(24) 등록일자 2020년02월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B24D 3/14 (2006.01) C09C 1/68 (2006.01)
C09G 1/02 (2006.01) C09K 3/14 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7030530
(22) 출원일자(국제) 2013년03월15일
심사청구일자 2018년03월13일
(85) 번역문제출일자 2014년10월30일
(65) 공개번호 10-2015-0005941
(43) 공개일자 2015년01월15일
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/031972
(87) 국제공개번호 WO 2013/151745
국제공개일자 2013년10월10일
(30) 우선권주장
61/620,224 2012년04월04일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020110099736 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박
스 33427 쓰리엠 센터
(72) 발명자
아데프리스 네구스 비
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오
피스 박스 33427 쓰리엠 센터
(74) 대리인
양영준, 김영

전체 청구항 수 : 총 11 항

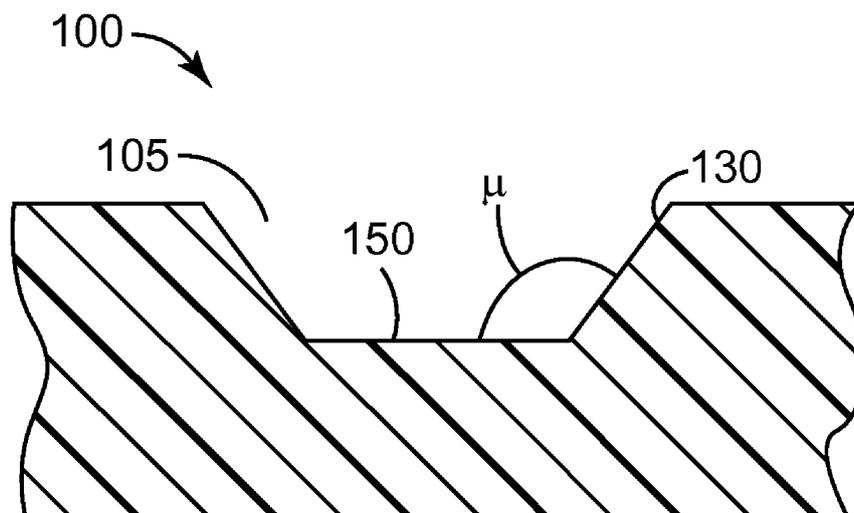
심사관 : 이성수

(54) 발명의 명칭 연마 입자, 연마 입자를 제조하는 방법, 및 연마 용품

(57) 요약

성형된 세라믹 연마 입자는 적어도 제1 및 제2 에지를 포함한 주연부를 갖는 제1 표면을 포함한다. 주연부의 제1 영역은 제2 에지를 포함하고, 제1 및 제2 내부 예각을 형성하는 2개의 모서리에서 내측으로 연장되고 말단을 이룬다. 주연부는 내부 예각을 형성하는 최대 4개의 모서리를 갖는다. 제2 표면은 제1 표면과 마주보게 배열되고 이와 접촉하지 않는다. 주변 표면은 제1 및 제2 표면들 사이에 배열되고 이를 연결한다. 주변 표면은 제1 소정의 형상을 갖는다. 성형된 세라믹 연마 입자, 및 이들을 포함하는 연마 용품을 제조하는 방법도 또한 개시된다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

적어도 제1 및 제2 에지를 포함하는 주연부를 갖는 제1 표면 - 주연부의 제1 영역은 제1 및 제2 내부 예각을 형성하는 2개의 모서리에서 말단을 이루고 오목형 단조 곡선으로서 내측으로 연장되고 제2 에지를 포함하며, 제1 내부 예각은 35° 내지 55° 의 범위이며, 제2 내부 예각은 35° 내지 55° 의 범위이고, 주연부의 제1 영역은 최대 깊이에 대해 평행한 성형된 세라믹 연마 입자의 최대 치수의 5% 이상인 최대 깊이를 가지며, 주연부는 내부 예각을 형성하는 최대 4개의 모서리를 가짐 -;

제1 표면과 접촉하지 않고 이에 마주보는 제2 표면; 및

제1 및 제2 표면들을 연결하고 이 표면들 사이에 배치된 주변 표면 - 주변 표면은 제1 에지에서 주연부와 접촉하는 제1 벽을 포함하고 주변 표면은 제2 에지에서 주연부와 접촉하는 제2 벽을 포함하고 주변 표면은 제1 소정의 형상을 가짐 -

을 포함하는 성형된 세라믹 연마 입자.

청구항 2

개수 베이스로 제1항에 따른 성형된 세라믹 연마 입자를 10% 이상 포함하는 복수의 연마 입자.

청구항 3

결합제 내에 보유된 제2항의 복수의 연마 입자를 포함하는 연마 용품.

청구항 4

제3항에 있어서, 연마 용품은 집합된 연마 용품을 포함하는 연마 용품.

청구항 5

제3항에 있어서, 연마 용품은 코팅된 연마 용품을 포함하고, 코팅된 연마 용품은 마주보는 제3 및 제4 주 표면을 갖는 배경에 고정된 복수의 연마 입자를 포함하는 연마 용품.

청구항 6

제3항에 있어서, 연마 용품은 부직포 연마 용품을 포함하고, 부직포 연마 용품은 로프티한 개방 부직포 섬유 웹에 고정된 복수의 연마 입자를 포함하는 연마 용품.

청구항 7

성형된 세라믹 연마 입자를 제조하는 방법으로서, 상기 방법은:

a) 몰드 공동을 형성하는 몰드를 제공하는 단계 - 몰드 공동은 주연부에 의해 형성된 외부 개구를 가지며, 주연부는 적어도 제1 및 제2 에지를 포함하고, 주연부의 제1 영역은 제1 및 제2 내부 예각을 형성하는 2개의 모서리에서 말단을 이루고 오목형 단조 곡선으로서 내측으로 연장되며 제2 에지를 포함하고, 제1 내부 예각은 35° 내지 55° 의 범위이며, 제2 내부 예각은 35° 내지 55° 의 범위이고, 주연부의 제1 영역은 최대 깊이에 대해 평행한 성형된 세라믹 연마 입자의 최대 치수의 5% 이상인 최대 깊이를 가지며, 주연부는 내부 예각을 형성하는 최대 4개의 모서리를 가지며 몰드 공동은 제2 에지에서 주연부와 교차하는 제2 몰드 벽 및 제1 에지에서 주연부와 교차하는 제1 몰드 벽을 포함하는 주변 몰드 표면에 의해 횡방향으로 구획되고, 몰드는 제1 및 제2 몰드 벽과 접촉하는 하부 몰드 표면을 추가로 포함하며, 몰드 공동은 깊이를 가지고, 제1 및 제2 벽은 깊이가 증가함에 따라 내측으로 기울어짐 -;

b) 몰드 공동 내에 세라믹 전구체 재료를 배치하는 단계;

- c) 몰드 공동 내에 배치된 세라믹 전구체 재료를 성형된 세라믹 전구체 입자로 변환하는 단계; 및
- d) 성형된 세라믹 전구체 입자를 성형된 세라믹 연마 입자로 변환하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

제7항에 있어서, 단계 d) 이전에 몰드로부터 성형된 세라믹 전구체 입자를 분리하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 단계 d)는 성형된 세라믹 전구체 입자를 소결하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 11

제9항에 있어서, 단계 d)는 성형된 세라믹 전구체 입자를 하소하여 하소되고 성형된 세라믹 전구체 입자를 제공하는 단계, 및 하소되고 성형된 세라믹 전구체 입자를 소결하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 12

제9항에 있어서, 성형된 세라믹 연마 입자는 알파 알루미나를 포함하는 방법.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

- 청구항 38
삭제
- 청구항 39
삭제
- 청구항 40
삭제
- 청구항 41
삭제
- 청구항 42
삭제
- 청구항 43
삭제
- 청구항 44
삭제
- 청구항 45
삭제
- 청구항 46
삭제
- 청구항 47
삭제
- 청구항 48
삭제
- 청구항 49
삭제
- 청구항 50
삭제
- 청구항 51
삭제
- 청구항 52
삭제
- 청구항 53
삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 대략적으로 연마 입자, 연마 용품, 및 이를 사용하고 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근에, 성형된 세라믹 연마 입자를 수득하기 위해 줄-겜의 몰딩, 건조, 및 건조된 줄-겜을 소결함으로써 제조된 성형된 연마 입자는 연마재 산업에서 인기를 얻고 있다. 다이아몬드 선삭 기술이 통상 적합한 몰드, 특히, 미세한 등급의 연마 입자를 제조하는 것들을 만들기 위해 사용되지만 제조될 수 있는 몰드 공동의 형상에 있어서 제한된다.

발명의 내용

[0003] 본 발명의 발명자는 성형된 세라믹 연마 입자의 주변 모서리에 형성된 각도를 감소시킴으로써 향상된 연마 특성이 구현될 수 있는 것을 발견했다.

[0004] 일반적으로 성형된 연마 입자는 불규칙하게 파쇄된 연마 입자보다 뛰어난 성능을 가질 수 있다. 연마 입자의 형상을 제어하면 연마 용품의 최종 성능을 제어할 수 있다. 발명자는 성형된 연마 입자의 하나 이상의 에지를 내측으로 연장되도록 만듦으로써 인접한 모서리들이 전형적으로 날카로워지고, 이에 따라 연마 성능의 예상치 못한 향상을 야기하는 것을 발견했다.

[0005] 일 양태에서 본 개시는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 상기 성형된 세라믹 연마 입자는:

[0006] 적어도 제1 및 제2 에지를 포함하는 주연부를 갖는 제1 표면 - 주연부의 제1 영역은 제1 및 제2 내부 에각을 형성하는 2개의 모서리에서 말단을 이루고 내측으로 연장되고 제2 에지를 포함하며 주연부는 내부 에각을 형성하는 최대 4개의 모서리를 가짐 -;

[0007] 제1 표면과 접촉하지 않고 이에 마주보는 제2 표면; 및

[0008] 제1 및 제2 표면들을 연결하고 이 표면들 사이에 배치된 주변 표면 - 주변 표면은 제1 에지에서 주연부와 접촉하는 제1 벽을 포함하고 주변 표면은 제2 에지에서 주연부와 접촉하는 제2 벽을 포함하고 주변 표면은 제1 소정의 형상을 가짐 - 을 포함한다.

[0009] 또 다른 양태에서, 본 개시는 복수의 연마 입자를 제공하는데, 상기 복수의 연마 입자는 수치를 기초로 본 개시에 따른 성형된 세라믹 연마 입자의 적어도 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 95%, 또는 심지어 99%를 포함한다.

[0010] 본 개시에 따르는 연마 입자는 예를 들어, 연마 용품의 제조 및 사용에 유용하다.

[0011] 또 다른 양태에서, 본 개시는 결합제 내에 보유된 본 개시에 따른 성형된 세라믹 연마 입자를 포함하는 연마 용품을 제공한다.

[0012] 본 발명의 발명자는 또한 본 개시에 따른 성형된 세라믹 연마 입자(미세 등급을 포함함)의 제조를 가능하게 하는 방법을 개발하였다.

[0013] 따라서, 또 다른 양태에서, 본 개시는 성형된 세라믹 연마 입자를 제조하는 방법을 제공하며, 상기 방법은

[0014] a) 몰드 공동을 형성하는 몰드를 제공하는 단계 - 몰드 공동은 주연부에 의해 형성된 외부 개구를 가지며, 주연

부는 적어도 제1 및 제2 에지를 포함하고, 주연부의 제1 영역은 제2 에지를 포함하고 제1 및 제2 내부 예각을 형성하는 2개의 모서리에서 말단을 이루고 내측으로 연장되며 제2 에지를 포함하고, 주연부는 내부 예각을 형성하는 최대 4개의 모서리를 가지며 몰드 공동은 제2 에지에서 주연부와 교차하는 제2 몰드 벽 및 제1 에지에서 주연부와 교차하는 제1 몰드 벽을 포함하는 주변 몰드 표면에 의해 횡방향으로 구획됨 -;

- [0015] b) 몰드 공동 내에 세라믹 전구체 재료를 배치하는 단계;
- [0016] c) 몰드 공동 내에 배치된 세라믹 전구체 재료를 성형된 세라믹 전구체 입자로 변환하는 단계; 및
- [0017] d) 성형된 세라믹 전구체 입자를 성형된 세라믹 연마 입자로 변환하는 단계를 포함한다.
- [0018] 일부 실시 형태에서, 방법은 단계 d) 이전에 몰드로부터 성형된 세라믹 전구체 입자를 분리하는 단계를 추가로 포함한다. 일부 실시 형태에서, 단계 d)는 성형된 세라믹 전구체 입자를 소결하는 단계를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 단계 d)는 성형된 세라믹 전구체 입자를 하소하여 하소되고 성형된 세라믹 전구체 입자를 제공하는 단계, 및 하소되고 성형된 세라믹 전구체 입자를 소결하는 단계를 포함한다.
- [0019] 하기 정의가 본 명세서 및 특허청구범위 전체에 걸쳐 적용된다.
- [0020] 용어 "각"은 예를 들어, 도 6a 내지 도 6d에 관해 하기에서 정의된다.
- [0021] 용어 "하소"는 전형적으로 소결을 위해 사용되는 온도 조건보다 더 낮은 온도 조건에서 가열에 의해 세라믹 전구체로부터 휘발성 물질(예를 들어, 자유수)을 제거하는 것을 지칭한다.
- [0022] 용어 "세라믹 연마 입자"는 세라믹 재료를 포함하는 연마 입자를 지칭한다.
- [0023] 용어 "모서리"는 2개의 수렴하는 선 또는 에지가 만남으로써 형성되는 부위, 위치, 또는 각을 지칭한다. 모서리는 예를 들어, 포인트 또는 에지와 같이 날카로울 수 있다. 모서리는 또한 인접한 선들 또는 면들을 연결하는 일반적으로 둥근 영역일 수 있다.
- [0024] 용어 "구배각"은 몰드 공동의 개구가 이의 기저보다 더 넓도록 몰드 공동의 벽 내로 통합된 테이퍼의 각을 지칭한다. 이제, 몰드(100) 및 몰드 공동(105)의 단면을 도시하는 도 1을 참조하면, 구배각(μ)은 몰드 벽(130)과 몰드 기저(150) 사이의 각도이다. 구배각은 주변 표면의 측면과 제1 및 제2 표면의 상대적인 크기를 변화시키기 위해 변경될 수 있다. 본 개시의 다양한 실시 형태에서, 구배각(μ)은 90° 또는 약 95° 내지 약 130°의 범위, 약 95° 내지 약 125°의 범위, 약 95° 내지 약 120°의 범위, 약 95° 내지 약 115°의 범위, 약 95° 내지 약 110°의 범위, 약 95° 내지 약 105°의 범위, 또는 약 95° 내지 약 100°의 범위일 수 있다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "구배각"은 또한 이를 제조하기 위하여 사용된 몰드의 구배각에 대응하는 몰딩된 몸체의 벽의 테이퍼 각을 지칭한다. 예를 들어, 도 3에서 예시적인 성형된 세라믹 연마 입자(300)의 구배각은 제2 표면(370)과 벽(384) 사이의 각도일 수 있다.
- [0025] 용어 "면"은 예를 들어, 제조 중에 발생하는 바와 같이 작은 결함을 포함할 수 있는 실질적으로 평면형 표면을 지칭한다.
- [0026] 용어 "내각"은 주연부의 2개의 인접한 에지에 의해 형성되는, 주연부 내에서의 각도를 지칭한다.
- [0027] 용어 "길이"는 대상물의 최대 치수를 따라 대상물의 최대 크기를 지칭한다.
- [0028] 용어 "주 표면"은 참조된 대상물 내에서 표면의 적어도 절반보다 큰 표면을 지칭한다.
- [0029] 용어 "주연부"는 평면형 표면, 또는 비-평면형 표면일 수 있는 표면의 단힌 경계를 지칭한다.
- [0030] 용어 "소정의 형상"은 세라믹 연마 입자를 제조하는 중에 사용된 몰드 공동으로부터 복제되는 형상을 의미한다. 용어 "소정의 형상"은 기계적 분쇄 작업에 의해 형성되는 불규칙적인 형상은 제외된다.
- [0031] 용어 "소결"은 세라믹 전구체 재료의 가열에 따라 세라믹 전구체 재료가 대응 세라믹 재료로 실질적으로 변환을 겪는 공정을 지칭한다.
- [0032] 용어 "두께"는 길이 및 폭에 둘 모두에 대해 직교하는 치수를 따른 어떠한 것의 최대 크기를 지칭한다.
- [0033] 용어 "폭"은 길이에 대해 직교하는 치수를 따른 어떠한 것의 최대 크기를 지칭한다.
- [0034] 본 발명의 특징 및 이점이 상세한 설명 뿐만 아니라 첨부된 특허청구범위를 고려할 때 추가로 이해될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0035]

<도 1>

도 1은 구배각을 측정하기 위한 방식을 나타내는, 예시적인 몰드의 도식적 단면 예지도.

<도 2>

도 2는 본 개시에 따른 예시적인 성형된 세라믹 연마 입자의 도식적 사시도.

<도 3>

도 3은 본 개시에 따른 예시적인 성형된 세라믹 연마 입자의 도식적 사시도.

<도 4>

도 4는 본 개시에 따른 또 다른 예시적인 성형된 세라믹 연마 입자의 도식적 사시도.

<도 5a 내지 도 5c>

도 5a 내지 도 5c는 본 개시에 따른 다른 예시적인 성형된 세라믹 연마 입자의 도식적 상면도.

<도 6a 내지 도 6d>

도 6a 내지 도 6d는 다양한 모서리의 각도를 계산하는 방식을 나타내는, 다양한 모서리의 도식적 상면도.

<도 7>

도 7은 본 개시에 따른 성형된 세라믹 연마 입자를 제조하는데 유용한 예시적인 몰드의 도식적 절단 사시도.

<도 8>

도 8은 본 개시에 따른 예시적인 코팅된 연마 용품의 단면 예지도.

<도 9>

도 9는 본 개시에 따른 접합된 연마 용품의 사시도.

<도 10>

도 10은 본 개시에 따른 부직포 연마 용품의 확대된 측면도.

<도 11>

도 11은 성형된 세라믹 연마 입자(SAP1)의 현미경 사진.

<도 12>

도 12는 98°의 구배각을 이용하여 미국 특허 출원 제2010/0146867호(보덴(Boden) 등)의 문장 [0128]의 개시에 따라 제조된 성형된 알루미늄 연마 입자(SAPA)의 현미경 사진.

<도 13 및 도 14>

도 13 및 도 14는 실시예 1 및 비교예 A 및 B의 연마 디스크에 대한 절삭 속도와 누적 절삭량을 비교하는 도표.

<도 15>

도 15는 성형된 세라믹 연마 입자(SAP2)의 현미경 사진.

<도 16>

도 16은 성형된 세라믹 연마 입자(SAP3)의 현미경 사진.

<도 17>

도 17은 1045 탄소강 상에서 실시예 1, 실시예 2, 실시예 3, 및 비교예 C로부터의 입자로 제조된 디스크의 성능을 비교하는 도표.

<도 18>

도 18은 304 스테인리스 스틸을 연마하기 위해 사용될 때 실시예 4, 실시예 5, 실시예 6, 및 비교예 D의 디스크의 성능을 비교하는 도표.

<도 19>

도 19는 실시예 4, 실시예 5, 실시예 6, 및 비교예 D의 디스크의 성능을 비교하는 도표.

<도 20a>

도 20a는 미국 특허 제8,142,531호(알데프리스(Adefris) 등)에 따라 제조된 성형된 알루미늄이나 연마 입자(SAPB)의 현미경 사진.

<도 20b>

도 20b는 성형된 세라믹 연마 입자(SAP4)의 현미경 사진.

<도 21>

도 21은 실시예 7, 비교예 E 및 비교예 F의 디스크의 성능을 비교하는 도표.

<도 22 및 도 23>

도 22 및 도 23은 1045 탄소강 및 304 스테인리스 스틸을 각각 연마하기 위하여 사용될 때 실시예 8 및 비교예 G의 디스크의 성능을 비교하는 도표.

진술된 도면이 본 발명의 여러 예시적인 실시 형태들을 설명하지만, 예를 들어 논의에서 언급되는 바와 같은 다른 실시 형태들이 또한 고려된다. 모든 경우에, 본 발명은 대표적인 것으로서, 그리고 제한적인 것이 아닌 것으로서 제시된다. 본 발명의 원리의 범주 및 사상에 속하는 많은 다른 변형 및 실시예들이 당업자에 의해 창안될 수 있음을 이해하여야 한다. 도면은 일정한 비율로 그려지지 않을 수 있다. 도면 전체에 걸쳐, 유사한 부분을 나타내기 위해 유사한 도면부호가 사용될 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0036] (발명의 상세한 설명)

[0037] 이제 도 2를 참조하면, 예시적인 성형된 세라믹 연마 입자(200)는 주연부(220)를 갖는 제1 표면(210)을 포함한다. 제2 표면(270)은 제1 표면(210)과 마주보고 이와 접촉하지 않는다. 주변 표면(280)은 소정의 형상을 가지며 제1 및 제2 주 표면(210, 270)들 사이에 배열되고 이 표면들을 연결한다. 주연부(220)는 제1 및 제2 에지(230, 232)를 포함한다. 주변 표면(280)은 제1 및 제2 벽(282, 284)을 포함한다. 제1 및 제2 에지(230, 232)는 각각 주연부(220)와 제1 및 제2 벽(282, 284)의 교차를 나타낸다. 주연부(220)의 제1 영역(290)은 제1 에지(230)를 포함하고, 각각의 내부 예각(260, 262)을 형성하는 제1 및 제2 모서리(250, 252)에서 내측으로 연장되고 말단을 이룬다.

[0038] 일부 실시 형태에서, 본 개시에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자의 내측으로 연장되는 영역은 최대 깊이에 대해 대응하는 성형된 세라믹 연마 입자의 최대 치수의 적어도 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 또는 심지어 60%인 최대 깊이를 가질 수 있다. 예를 들어, 도 2를 참조하면, 최대 깊이(215)에 대응하는 최대 치수(218)가 도시된다. 유사하게, 도 3에서, 최대 치수(318)는 최대 깊이(315)에 대응한다.

[0039] 도 2에 도시된 실시 형태에서, 제1 표면(210)은 이를 형성하기 위해 사용되는 몰드 공동의 기저에 대응하는 제1 소정의 형상을 갖는다. 그러나, 2개의 마주보는 개구를 갖는 몰드가 사용되는 경우(예를 들어, 천공된 플레이트의 경우와 같이), 제1 또는 제2 주 표면 어느 것도 소정의 형상을 갖지 않을 수 있는 동시에 주변 표면도 그럴 것이다.

[0040] 일부 실시 형태에서, 본 개시에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자는 3개 이상의 벽을 포함하는 주변 표면을 갖는다. 이제 도 3을 참조하면, 예시적인 성형된 세라믹 연마 입자(300)는 주연부(320)를 갖는 제1 표면(310)을 포함한다. 주연부(320)는 제1, 제2, 및 제3 에지(330, 332, 334)를 포함한다. 제1 에지(330)는 오목형 단조 곡선(concave monotonic curve)이며, 반면에 제2 및 제3 에지(332, 334)는 실질적으로 직선형 에지이다. 제2 표면(370)은 제1 주 표면(310)과 마주보고 이와 접촉하지 않는다. 주변 표면(380)은 소정의 형상을 가지며 제1 및 제2 표면(310, 370)들 사이에 배열되고 이 표면들을 연결한다. 주변 표면(380)은 제1, 제2, 및 제3 벽(382, 384, 386)을 포함한다. 제1, 제2 및 제3 에지(330, 332, 334)는 각각 주연부(320)와 제1, 제2 및 제3 벽(382,

384, 386)의 교차를 나타낸다. 주연부(320)의 제1 영역(390)은 내측으로 연장되는 제1 에지(330)를 포함하고, 각각의 제1 및 제2 내부 예각(360, 362)을 형성하는 제1 및 제2 모서리(350, 352)에서 말단을 이룬다.

- [0041] 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 주연부의 제1 영역은 단일의 곡선형이고 내측으로 연장되는 에지를 포함할 수 있지만 또한 주연부의 제1 영역이 다수의 에지(예를 들어, 2개, 3개, 4개, 5개, 6개, 7개, 8개, 9개, 10개의 에지, 또는 이를 초과)를 포함할 수 있는 것으로 고려된다.
- [0042] 이제, 도 4를 참조하면, 예시적인 성형된 세라믹 연마 입자(400)는 주연부(420)를 갖는 제1 표면(410)을 포함한다. 주연부(420)는 제1, 제2, 제3 및 제4의 실질적으로 직선형의 에지(430, 432, 434, 436)를 포함한다. 제2 표면(470)은 제1 표면(410)과 마주보고 이와 접촉하지 않는다. 주변 표면(480)은 제1, 제2, 제3, 및 제4 벽(482, 484, 486, 488)을 포함한다. 주변 표면(480)은 소정의 형상을 가지며, 제1 및 제2 주 표면(410, 470)들 사이에 배열되고 이 표면들을 연결한다. 제1, 제2, 제3 및 제4 에지(430, 432, 434, 436)는 각각 주연부(420)와 제1, 제2, 제3 및 제4 벽(482, 484, 486, 488)의 교차를 나타낸다. 주연부(420)의 제1 영역(490)은 내측으로 연장되고, 제1 에지(430) 및 제4 에지(436)를 포함한다. 제1 영역(490)은 각각의 제1 및 제2 내부 예각(460, 462)을 형성하는 제1 및 제2 모서리(450, 452)에서 말단을 이룬다.
- [0043] 도 3 및 도 4에는 화살촉-형상인 주연부를 갖는 성형된 세라믹 연마 입자가 도시된다. 게다가, 일부 실시 형태에서, 성형된 세라믹 연마 입자는 자체로 화살촉-형상으로 형성될 수 있다.
- [0044] 일부 실시 형태에서, 주연부의 하나 초과 영역 및/또는 에지가 내측으로 연장될 수 있다. 예를 들어, 이제 도 5a를 참조하면, 예시적인 성형된 세라믹 연마 입자(500a)는 뾰족한 모서리(550a, 552a, 554a)들 중 2개의 모서리에서 각각 말단을 이루고 에지(530a, 532a)에 의해 형성된 2개의 내측으로 연장된 영역(590a, 592a)을 포함한다. 제1 표면(510a)의 주연부(520a)를 갖는다. 이제 도 5b를 참조하면, 예시적인 성형된 세라믹 연마 입자(500b)는 뾰족한 모서리(550b, 552b, 554b)들 중 2개의 모서리에서 각각 말단을 이루고 에지(530b, 532b, 534b)에 의해 형성된 3개의 내측으로 연장된 영역(590b, 592b, 594b)을 포함한다. 제1 표면(510b)의 주연부(520b)를 갖는다. 게다가, 이제 도 5c를 참조하면, 제1 표면(510c)의 예시적인 성형된 세라믹 연마 입자(500c)는 내부 예각(도시되지 않음)을 형성하는 2개의 모서리(550c, 552c, 554c, 556c)에서 각각 말단을 이루고 에지(530c, 532c, 534c, 536c)에 의해 형성된 4개의 내측으로 연장된 영역(590c, 592c, 594c, 596c)을 포함한다. 주연부(520c)를 갖는다.
- [0045] 의미상, 임의의 내측으로 연장되는 영역을 제외하고, 제1 주 표면의 주연부는 외측으로 연장된다. 예를 들어, 주연부는 1개, 2개, 3개, 또는 4개의 내측으로 연장되는 영역을 제외하고 외측으로 연장될 수 있다. 주연부의 내측으로 연장되는 영역(들)은 예를 들어, 단일의 곡선형 에지(들)(예를 들어, 단조 곡선형 에지(들)), 또는 다수의 곡선형 또는 실질적으로 직선형(예를 들어, 선형) 에지, 또는 곡선형 및 실질적으로 직선형 에지들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0046] 전형적으로, 본 개시에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자는 필요 조건은 아닐지라도 이의 길이 및/또는 폭보다 실질적으로 작은 두께를 갖는다. 예를 들어, 성형된 세라믹 연마 입자의 두께는 이의 길이 및/또는 폭의 1/3, 1/5, 또는 1/10 이하일 수 있다.
- [0047] 일반적으로, 제1 및 제2 표면은 실질적으로 평행하거나, 또는 심지어 평행할지라도, 이는 필요조건은 아니다. 예를 들어, 건조로 인한 불규칙적인 편차(random deviation)는 제1 및 제2 주 표면들 중 하나 또는 둘 모두를 비-평면형으로 만들 수 있다. 게다가, 제1 및/또는 제2 주 표면은 예를 들어, 미국 특허출원 제2010/0146867 A1호(보덴(Boden) 등)에 기재된 바와 같이 이 내에 형성된 평행한 요홈들을 가질 수 있다.
- [0048] 본 개시에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자는 세라믹 재료를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 성형된 세라믹 연마 입자는 본질적으로 세라믹 재료로 구성될 수 있거나 또는 이들이 비-세라믹 상(예를 들어, 유리-세라믹과 같이)을 포함할 수 있을지라도 세라믹 재료로 구성될 수 있다. 적합한 세라믹 재료의 예에는 알파 알루미나, 용융 알루미나-지르코니아, 및 용융 산화질화물이 포함된다. 본 개시에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자 내에서 사용하기에 적합한 줄-겔 유도 세라믹 재료에 관한 추가 세부사항은 예를 들어, 미국 특허 제4,314,827호(레이티저(Leitheiser) 등); 미국 특허 제4,518,397호(레이티저 등); 미국 특허 제4,623,364호(코트링거(Cottringer) 등); 미국 특허 제4,744,802호(슈바벨(Schwabel)); 미국 특허 제4,770,671호(몬로(Monroe) 등); 미국 특허 제4,881,951호(우드(Wood) 등); 미국 특허 제4,960,441호(펠로우(Pellow) 등); 미국 특허 제5,139,978호(우드); 미국 특허 제5,201,916호(버그(Berg) 등); 미국 특허 제5,366,523호(로웬호스트(Rowenhorst) 등); 미국 특허 제5,429,647호(라미(Larmie)); 미국 특허 제5,547,479호(콘웰(Conwell) 등); 미

국 특허 제5,498,269호(라미); 미국 특허 제5,551,963호(라미); 미국 특허 제5,725,162호(가그(Garg) 등), 및 미국 특허 제6,054,093호(토레(Torre) 등)에서 찾을 수 있다.

- [0049] 성형된 세라믹 연마 입자를 제조하기 위하여 사용된 몰드로부터 제거를 돕고 전형적으로는 연마 응용에서 성능을 증가시키기 위하여, 본 개시에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자는 예를 들어, 미국 특허 출원 제 2010/0151196 A1호(아데프리스(Adefris) 등)에 기재된 바와 같이 몰드의 구배각(draft angle)에 대응하도록 테이퍼질 수 있다. 다른 실시 형태에서, 주변 표면은 테이퍼지지 않을 수 있고(즉, 수직일 수 있음), 및/또는 제 1 및 제2 표면은 동일한 크기 및 형상을 가질 수 있다.
- [0050] 일부 실시 형태에서, 주변부의 하나 또는 양 인접한 에지와 내측으로 연장되는 영역 사이에 형성된 내각은 예를 들어, 단일의 직선 세그먼트 또는 볼록한 에지로 내측으로 연장되는 영역이 대체되는 경우에서보다 작다. 예를 들어, 정삼각형의 경우에 모든 모서리는 60°의 내각을 갖는 반면 본 개시의 일 실시 형태에 따른 삼각형의 에지들 중 하나의 에지를 대체하는 오목한 에지를 갖는 대응 형상의 경우, 내측으로 연장되는 영역에 인접한 2개의 모서리의 내각이 실질적으로 감소될 수 있다. 예를 들어, 일반적으로 삼각형의 성형된 세라믹 연마 입자의 경우에, 내각은 5°, 10°, 15°, 20°, 25°, 또는 30° 내지 최대 35°, 40°, 45°, 50°, 또는 55°, 또는 40° 내지 55°의 범위일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 내각은 다른 값이 또한 가능할지라도 35° 내지 55°, 40° 내지 55°, 또는 심지어 45° 내지 55°의 범위일 수 있다. 유사하게, 삼각형의 에지들 중 2개(또는 3개)가 내측으로 연장되는 곡선형 에지로 대체되는 경우, 이들의 인접한 모서리의 내각은 동일한 범위에 있을 수 있거나 또는 심지어 이보다 더 작을 수 있다. 내각 값이 더 커질 수 있을지라도, 4개 이상의 에지를 갖는 주변부의 경우 동일한 경향이 발생된다.
- [0051] 주변부의 모서리의 내각(θ)을 측정하기 위하여, 내측으로 연장되는 영역에 대한 변곡점을 지나지 않는 모서리에 대해 이의 가장 근접한 지점에서 모서리를 형성하는 각각의 에지의 접선(T_1 , T_2)들 사이에 형성된 각도를 취한다. 직선형 에지를 교차하는 경우(예를 들어, 도 6a에 도시된 바와 같이), 접선(T_{1a} 및 T_{2a})은 에지들 그 자체와 동일한 기울기를 가지며, 내각은 용이하게 측정될 수 있다. 하나 또는 둘 모두의 에지가 단조롭게 내측으로 연장되는 곡선인 경우(예를 들어, 도 6b 및 도 6c에 도시된 바와 같이), 게다가 접선(각각 T_{1b} 및 T_{2b} 또는 T_{1c} 및 T_{2c}) 각각은 곡선형 에지(들)를 따라 모서리에 접근함으로써 쉽사리 측정될 수 있다. 그러나, 모서리가 둥글거나 또는 이와는 달리 변형되는 경우(예를 들어, 도 6d에 도시된 바와 같이), 모서리의 내각의 측정은 더욱 큰 문제가 될 수 있다. 따라서, 이러한 경우, 접선(T_{1d} 및 T_{2d})은 이 접선이 도 6d에서 P1 및 P2로 도시된 모서리에 근접한 변곡점(존재하는 경우에) 접근함에 따라 각각의 인접한 에지의 접선을 측정함으로써 결정되어야 한다.
- [0052] 본 개시에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자는 전형적으로 본 개시의 성형된 세라믹 연마 입자, 다른 성형된 연마 입자 및/또는 분쇄된 연마 입자를 포함할 수 있는 복수의 입자로서 사용된다. 예를 들어, 본 개시에 따르는 복수의 연마 입자는 수치를 기초로 본 명세서에 기재된 성형된 세라믹 연마 입자의 적어도 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 95%, 또는 심지어 99%, 또는 이 초과와 %를 포함할 수 있다. 성형된 세라믹 연마 입자는 일부 실시 형태에서 크기 및/또는 형상의 조합을 이용하는 것이 유용할 수 있을지라도 동일한 공칭 크기 및 형상을 가질 수 있다.
- [0053] 전형적으로, 본 개시에 따른 성형된 세라믹 연마 입자는 다른 크기가 사용될 수 있을지라도 비교적 작은 최대 입자 치수: 예를 들어, 약 1 센티미터(cm) 미만, 5 밀리미터(mm) 미만, 2 mm 미만, 1 mm 미만, 200 마이크로미터 미만, 100 마이크로미터 미만, 50 마이크로미터 미만, 20 마이크로미터 미만, 10 마이크로미터 미만, 또는 심지어 5 마이크로미터 미만을 갖는다.
- [0054] 본 개시에서 언급되는 임의의 연마 입자는 연마재 산업 승인 특정 공칭 등급에 따라 크기가 형성될 수 있다. 예시적인 연마 산업 공인 등급 표준은 ANSI(미국 표준 협회(American National Standards Institute)), FEPA(유럽 연마재 생산자 연합(Federation of European Producers of Abrasives)), 및 JIS(일본 산업 표준(Japanese Industrial Standard))에 의해 공표된 것들을 포함한다. 이러한 산업계 승인 등급 표준은, 예를 들어 ANSI 4, ANSI 6, ANSI 8, ANSI 16, ANSI 24, ANSI 30, ANSI 36, ANSI 40, ANSI 50, ANSI 60, ANSI 80, ANSI 100, ANSI 120, ANSI 150, ANSI 180, ANSI 220, ANSI 240, ANSI 280, ANSI 320, ANSI 360, ANSI 400, 및 ANSI 600; FEPA P8, FEPA P12, FEPA P16, FEPA P24, FEPA P30, FEPA P36, FEPA P40, FEPA P50, FEPA P60, FEPA P80, FEPA P100, FEPA P120, FEPA P150, FEPA P180, FEPA P220, FEPA P320, FEPA P400, FEPA P500, FEPA P600, FEPA P800, FEPA P1000, 및 FEPA P1200; 및 JIS 8, JIS 12, JIS 16, JIS 24, JIS 36, JIS 46, JIS 54,

JIS 60, JIS 80, JIS 100, JIS 150, JIS 180, JIS 220, JIS 240, JIS 280, JIS 320, JIS 360, JIS 400, JIS 400, JIS 600, JIS 800, JIS 1000, JIS 1500, JIS 2500, JIS 4000, JIS 6000, JIS 8000, 및 JIS 10,000을 포함한다. 더욱 전형적으로는, 성형된 세라믹 연마 입자는 독립적으로 ANSI 60 및 80 또는 FEPA P60 및 P80 등급 표준으로 크기가 형성된다.

[0055] 용어 "연마재 산업 승인 특정 공칭 등급"은 또한 연마재 산업 승인 특정 공칭 선별 등급을 포함한다. 예를 들어, 특정 공칭 선별 등급은 ASTM E-11-09 "시험 목적용 쇄그물 및 체를 위한 표준 사양"에 따른 미국 표준 시험용 체를 사용할 수 있다. ASTM E-11-09는 지정된 입자 크기에 따른 재료의 분류를 위해 프레임에 장착되는 짜여진 쇄그물 매체를 사용하여 시험용 체의 설계 및 구성을 위한 요건을 규정하고 있다. 전형적인 명칭은 -18+20으로 나타낼 수 있는데, 이는 성형된 세라믹 연마 입자가 18번 체에 관한 ASTM E11-09 "짜여진 시험용 쇄그물 및 시험용 체를 위한 표준 사양"를 만족시키는 시험용 체를 통과하고 20번 체에 관한 ASTM E11-09 사양을 만족시키는 시험용 체에 걸려서 유지된다는 것을 의미한다. 일 실시 형태에서, 성형된 세라믹 연마 입자는 적어도 90%의 입자가 18 메시 시험용 체를 통과하고 20, 25, 30, 35, 40, 45, 또는 50 메시 시험용 체에 걸려서 유지될 수 있게 하는 입자 크기를 갖는다. 다양한 실시 형태에서, 성형된 세라믹 연마 입자들은 하기를 포함하는 공칭 선별 등급을 가질 수 있다: -18+20, -20/+25, -25+30, -30+35, -35+40, 5 -40+45, -45+50, -50+60, -60+70, -70/+80, -80+100, -100+120, -120+140, -140+170, -170+200, -200+230, -230+270, -270+325, -325+400, -400+450, -450+500, 또는 -500+635.

[0056] 일부 실시 형태에서, 성형된 세라믹 연마 입자는 다단계 공정에 따라 제조될 수 있다. 공정은 세라믹 전구체 분산액(예를 들어, 세라믹 전구체 재료를 포함하는 분산액(예를 들어, 졸-겔))을 사용하여 수행될 수 있다.

[0057] 간략하게는, 방법은 대응 세라믹으로 변환될 수 있는 시드형 또는 비시드형 세라믹 전구체 분산액(예를 들어, 알파 알루미늄으로 변환될 수 있는 베마이트 졸-겔)을 제조하는 단계; 세라믹 전구체 분산액으로 성형된 연마 입자의 원하는 외부 형상을 갖는 하나 이상의 몰드 공동을 충전하는 단계; 세라믹 전구체 분산액을 건조시켜 성형된 세라믹 전구체 입자를 형성하는 단계; 성형된 세라믹 전구체 입자를 몰드 공동으로부터 제거하는 단계; 성형된 세라믹 전구체 입자를 하소시켜 하소되고 성형된 세라믹 전구체 입자를 형성하는 단계, 및 그 후 하소되고 성형된 세라믹 전구체 입자를 소결시켜 성형된 세라믹 연마 입자를 형성하는 단계를 포함한다.

[0058] 일부 실시 형태에서, 하소 단계는 생략되고 성형된 세라믹 전구체 입자는 몰드로부터 제거된 바로 직후에 소결된다. 일부 실시 형태에서, 몰드는 하소 또는 소결 동안에 소성되는 희생 재료(예를 들어, 폴리올레핀 재료)로 제조될 수 있으며, 이에 따라 처리 중에 몰드로부터 세라믹 전구체 입자를 분리하는 것이 배제된다.

[0059] 공정이 이제 알파-알루미늄-함유 성형된 세라믹 연마 입자에 관해 더욱 상세히 기재될 것이다.

[0060] 제1 공정 단계는 세라믹 재료로 변환될 수 있는 세라믹 전구체 재료의 시드형 또는 비-시드형 분산액(즉, 세라믹 전구체 분산액)을 제공하는 것을 수반한다. 세라믹 전구체 분산액은 대개 휘발성 액체 성분을 포함한다. 일 실시 형태에서, 휘발성 액체 성분은 물이다. 세라믹 전구체 분산액은 몰드 공동을 충전하고 몰드 표면을 복제할 수 있도록 분산액의 점도를 충분히 낮게 하기 위해 충분한 양의 액체를 포함하지만, 나중에 액체를 몰드 공동으로부터 제거하는 것이 엄청나게 비싸지게 할 정도로 많은 액체를 포함해서는 안된다. 일 실시 형태에서, 세라믹 전구체 분산액은 산화알루미늄 1수화물(베마이트) 또는 또 다른 알루미늄 전구체의 입자와 같이 세라믹으로 변환될 수 있는 2 중량% 내지 90 중량%의 입자와, 적어도 10 중량% 내지 98 중량%, 또는, 50 중량% 내지 70 중량%, 또는 50 중량% 내지 60 중량%의 물과 같은 휘발성 성분을 포함한다. 역으로, 세라믹 전구체 분산액은 일부 실시 형태에서 30 중량% 내지 50 중량%, 또는 40 중량% 내지 50 중량%의 고체를 함유한다.

[0061] 유용한 세라믹 전구체 분산액의 예에는 지르코늄 산화물 졸, 바나듐 산화물 졸, 세륨 산화물 졸, 알루미늄 산화물 졸, 및 이의 조합이 포함된다. 유용한 알루미늄 산화물 분산액은 예를 들어, 베마이트 분산액 및 다른 알루미늄 산화물 하이드레이트 분산액을 포함한다. 베마이트는 공지의 기술에 의해 제조될 수 있거나 또는 상용입수될 수 있다. 상용입수가능한 베마이트의 예에는 둘 모두 사솔 노스 어메리카, 인코포레이티드(Sasol North America, Inc)로부터 입수가능한 상표명 "디스페랄(DISPERAL)" 및 "디스팔(DISPAL)" 또는 바스프 코퍼레이션(BASF Corporation)으로부터 입수가능한 상표명 "하이큐(HIQ)-40"을 갖는 제품이 포함된다. 이들 산화알루미늄 1수화물은 비교적 순수한데, 즉 이들은 1수화물 이외에 조금이라도 있다면 비교적 작은 수화물 상을 포함하며 큰 표면적을 갖는다.

[0062] 생성되는 성형된 세라믹 연마 입자의 물리적 특성은 일반적으로 세라믹 전구체 분산액에 사용되는 재료의 유형에 따라 좌우될 것이다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "겔"은 액체 속에 분산된 고체의 삼차원 그물

구조이다.

- [0063] 세라믹 전구체 분산액은 개질 첨가제 또는 개질 첨가제의 전구체를 함유할 수 있다. 개질 첨가제는 연마 입자의 일부 바람직한 특성을 향상시키거나 후속 소결 단계의 효과를 증대시키는 기능을 할 수 있다. 개질 첨가제 또는 개질 첨가제의 전구체는 가용성 염의 형태, 전형적으로는 수용성 염의 형태일 수 있다. 이들은 전형적으로 금속-함유 화합물로 구성되며, 마그네슘, 아연, 철, 규소, 코발트, 니켈, 지르코늄, 하프늄, 크롬, 이트륨, 프라세오디뮴, 사마륨, 이테르븀, 네오디뮴, 란탄, 가돌리늄, 세륨, 디스프로슘, 에르븀, 티타늄, 및 이의 혼합물의 산화물의 전구체가 될 수 있다. 세라믹 전구체 분산액에 존재할 수 있는 이들 첨가제의 구체적인 농도는 당업자에 따라서 달라질 수 있다.
- [0064] 전형적으로, 개질 첨가제 또는 개질 첨가제의 전구체를 도입하면 세라믹 전구체 분산액이 겔로 될 것이다. 또한 세라믹 전구체 분산액은 일정 기간에 걸친 열의 적용에 의해 겔로 유도되어 증발을 통해 분산액 내의 액체 함량이 감소될 수 있다. 세라믹 전구체 분산액은 또한 핵형성제를 함유할 수 있다. 본 개시에 적합한 핵형성제는 변환의 핵이 될 알과 알루미늄, 알과 산화철 또는 그의 전구체, 산화티타늄 및 티탄산염, 산화크롬, 또는 임의의 다른 재료의 미세 입자를 포함할 수 있다. 사용되는 경우, 핵형성제의 양은 알과 알루미늄의 변환을 일으킬 수 있을 정도로 충분하여야 한다. 알과 알루미늄 전구체 분산액의 핵을 형성하는 것은 미국 특허 제 4,744,802호 (슈와벨(Schwabel))에 개시되어 있다.
- [0065] 보다 안정한 하이드로졸 또는 콜로이드 세라믹 전구체 분산액을 제조하기 위해 세라믹 전구체 분산액에 펩타이징제(peptizing agent)가 첨가될 수 있다. 적합한 펩타이징제는 일염기산(monoprotic acid)이거나 또는 예컨대 아세트산, 염산, 개미산 및 질산과 같은 산 화합물이다. 멀티프로톤 산(multiprotic acid)이 또한 사용될 수 있지만, 이는 세라믹 전구체 분산액을 신속하게 겔로 만들어서 추가의 성분을 취급하거나 그것에 도입하는 것을 어렵게 할 수 있다. 베마이트의 일부 상업적 공급원은 안정한 세라믹 전구체 분산액을 형성하는 것을 도와줄 산 역가(acid titer)(예컨대, 흡수된 개미산 또는 질산)를 함유한다.
- [0066] 세라믹 전구체 분산액은 임의의 적합한 수단에 의해 형성될 수 있다; 예를 들어, 졸-겔 알루미늄 전구체의 경우에 이는 간단히 산화알루미늄 1수화물, 즉, 펩타이징제를 함유한 물과 혼합함으로써, 또는 펩타이징제가 첨가되는 산화알루미늄 1수화물 슬러리를 형성함으로써 제조될 수 있다.
- [0067] 혼합 중에 기포가 발생하거나 공기를 함유하는 경향을 줄이기 위해 소포제 또는 다른 적합한 화학물이 첨가될 수 있다. 필요에 따라서 습윤제, 알콜 또는 커플링제와 같은 추가 화학물이 첨가될 수 있다.
- [0068] 제2 공정 단계는 하나 이상의 몰드 공동, 바람직하게는 몰드의 하나 이상의 주 표면 내에 형성된 복수의 공동을 갖는 몰드를 제공하는 단계를 포함한다.
- [0069] 이제 도 7을 참조하면, 예시적인 몰드(700)는 몰드 공동(795)을 형성한다. 몰드 공동(795)은 제1, 제2, 및 제3 몰드 벽(782, 784, 786)을 포함하는 주변 몰드 표면(780)에 의해 횡방향으로 구획된다. 몰드 공동(795)은 주연부(720)에 의해 형성된 외부 개구(797)를 갖는다. 제1 몰드 벽(782)은 제1 에지(730)에서 주연부(720)와 교차한다. 제2 몰드 벽(784)은 제2 에지(732)에서 주연부(720)와 교차한다. 주연부(720)의 제1 영역(790)은 내측으로 연장되고, 각각 제1 및 제2 내부 예각(760, 762)을 형성하는 제1 및 제2 모서리(750, 752)에서 말단을 이루는 제1 에지(730)를 포함한다.
- [0070] 일부 실시 형태에서, 몰드는 예를 들어, 벨트, 시트, 연속 웹, 운전 그라비아 롤(rotogravure roll)과 같은 코팅 롤, 코팅 롤에 장착된 슬리브, 또는 다이일 수 있는 제조 공구로서 형성된다. 일 실시 형태에서, 제조 공구는 중합체성 재료를 포함한다. 적합한 중합체성 재료의 예에는 폴리에스테르, 폴리카르보네이트, 폴리(에테르 설편), 폴리(메틸 메타크릴레이트), 폴리우레탄, 폴리비닐클로라이드, 폴리올레핀, 폴리스티렌, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌 또는 이들의 조합과 같은 열가소성 재료, 또는 열경화성 재료가 포함된다. 일 실시예에서, 전체 공구는 중합체성 재료 또는 열가소성 재료로 만들어진다. 또 다른 실시 형태에서, 복수의 공동의 표면과 같이 건조 중에 세라믹 전구체 분산액과 접촉하는 공구의 표면은 중합체성 또는 열가소성 재료를 포함하며, 공구의 다른 부분은 다른 재료로 제조될 수 있다. 예로서 표면 장력 특성을 변화시키기 위해 적합한 중합체성 코팅이 금속 공구에 도포될 수 있다.
- [0071] 중합체성 또는 열가소성 제조 공구는 금속 마스터 공구로부터 복제될 수 있다. 마스터 공구는 제조 공구에 요구되는 역상의 패턴을 가질 것이다. 마스터 공구는 제조 공구와 동일한 방식으로 제조될 수 있다. 일 실시예에서, 마스터 공구는 금속, 예를 들어 니켈로 만들어지며, 다이아몬드 선삭된다. 일 실시 형태에서, 마스터 공구는 적어도 부분적으로 스테레오리소그래피(stereolithography)를 사용하여 형성된다. 중합체성 시트 재료는

마스터 공구와 함께 가열될 수 있으며, 그 둘을 함께 가압함으로써 중합체성 재료는 마스터 공구 패턴으로 엠보싱된다. 중합체성 또는 열가소성 재료를 또한 마스터 공구 상으로 압출 또는 캐스팅한 다음 압축할 수 있다. 열가소성 재료를 고형화되도록 생각하여 제조 공구를 생성한다. 열가소성 제조 공구가 이용되는 경우, 과도한 열이 발생하여 열가소성 제조 공구를 변형시켜서 수명을 제한하지 않도록 주의하여야 한다. 제조 공구 또는 마스터 공구의 설계 및 제조에 관한 더 많은 정보를 미국 특허 제5,152,917호(피퍼(Pieper) 등); 미국 특허 제5,435,816호(스퍼게온(Spurgeon) 등); 제5,672,097호(후프만(Hoopman) 등); 제5,946,991호(후프만 등); 제5,975,987호(후프만 등); 및 제6,129,540호(후프만 등)에서 찾을 수 있다.

[0072] 공동체의 접근은 몰드의 상부 표면 또는 하부 표면의 개구로부터 할 수 있다. 일부 경우에, 공동은 몰드의 전체 두께에 대해 연장될 수 있다. 대안적으로, 공동은 몰드의 두께의 단지 일부에 대하여 연장될 수 있다. 일 실시 형태에서, 상부 표면은 공동이 실질적으로 균일한 깊이를 갖는 몰드의 하부 표면에 실질적으로 평행하다. 몰드의 적어도 하나의 예지, 즉 공동이 형성되는 예지는 휘발성 성분이 제거되는 단계 중에 주위의 대기에 노출된 상태로 남을 수 있다.

[0073] 공동은 성형된 세라믹 연마 입자를 제조하기 위해 특정 3-차원 형상을 갖는다. 깊이 치수는 상부 표면으로부터 하부 표면 상의 최저 지점까지의 수직 거리와 같다. 주어진 공동의 깊이는 균일하거나 그 길이 및/또는 폭을 따라서 변할 수 있다. 주어진 몰드의 공동은 동일 형상이거나 다른 형상이 될 수 있다.

[0074] 제3 공정 단계는 (예를 들어, 종래 기술에 의해) 몰드의 공동을 세라믹 전구체 분산액으로 충전하는 단계를 포함한다. 일부 실시예에서, 나이프 롤 코터(knife roll coater) 또는 진공 슬롯 다이 코터(vacuum slot die coater)가 사용될 수 있다. 필요한 경우 몰드로부터 입자를 제거하는 것을 돕기 위해 몰드 이형제가 사용될 수 있다. 전형적인 몰드 이형제는 땅콩유 또는 팥유와 같은 오일, 어유(fish oil), 실리콘, 폴리테트라플루오로에틸렌, 아연스테아레이트 및 흑연을 포함한다. 일반적으로, 몰드 이형제가 요구될 때, 몰드의 단위 면적당 약 0.1 mg/인치² (0.02 mg/cm²) 내지 약 3.0 mg/인치² (0.5 mg/cm²), 또는 약 0.1 mg/인치² (0.02 mg/cm²) 내지 약 5.0 mg/인치² (0.8 mg/cm²)의 몰드 이형제가 존재하도록, 세라믹 전구체 분산액과 접촉하는 제조 공구의 표면에 물 또는 알코올과 같은 액체 중의 몰드 이형제, 예컨대 땅콩유가 적용된다. 일부 실시 형태에서, 몰드의 상부 표면은 세라믹 전구체 분산액으로 코팅된다. 세라믹 전구체 분산액은 상부 표면 상으로 펌핑될 수 있다.

[0075] 다음으로, 스크래퍼(scraper) 또는 레벨러 바(leveler bar)(즉, 스크리드(screed))를 사용하여 세라믹 전구체 분산액을 몰드의 공동 내로 완전히 밀어 넣을 수 있다. 공동으로 들어가지 않은 세라믹 전구체 분산액의 잔여 부분은 몰드의 상부 표면으로부터 제거되어 재활용될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 세라믹 전구체 분산액의 적은 부분은 상부 표면에 남을 수 있고, 다른 실시 형태에서는 상부 표면에 실질적으로 분산액이 없다. 스크래퍼나 레벨러 바에 의해 가해지는 압력은 전형적으로 0.7 MPa(100 psi) 미만, 또는 0.3 MPa(50 psi) 미만, 또는 심지어 69 kPa(10 psi) 미만이다. 일부 실시 형태에서, 세라믹 전구체 분산액의 노출된 표면이 실질적으로 상부 표면을 넘어서 연장되지 않는다.

[0076] 이들 실시 형태에서, 공동의 노출된 표면을 성형된 세라믹 연마 입자의 실질적으로 평면형 면에 형성하는 것이 선호되며, 공동을 과충전하고(예를 들어, 마이크로노즐 어레이를 사용하여) 세라믹 전구체 분산액을 느리게 건조시키는 것이 선호될 수 있다.

[0077] 제4 공정 단계는 휘발성 성분을 제거하여 분산액을 건조시키는 단계를 포함한다. 바람직하게는, 휘발성 성분은 빠른 증발 속도에 의해 제거된다. 일부 실시예에서, 증발에 의한 휘발성 성분의 제거는 휘발성 성분의 비등점을 초과한 온도에서 일어난다. 건조 온도에 대한 상한은 흔히 몰드의 재료에 따라서 달라진다. 폴리프로필렌 공구에 있어서, 이 온도는 플라스틱의 용점 미만이어야 한다. 일 실시 형태에서, 약 40 내지 50% 고체로 된 수 분산액 및 폴리프로필렌 몰드의 경우, 건조 온도는 약 90°C 내지 약 165°C, 또는 약 105°C 내지 약 150°C, 또는 약 105°C 내지 약 120°C일 수 있다. 더 높은 온도는 향상된 제조 속도로 이어질 수 있지만, 또한 몰드로서의 그 사용 수명을 제한하는 폴리프로필렌 공구의 열화로 이어질 수도 있다.

[0078] 제5 공정 단계는 몰드 공동으로부터 생성된 성형된 세라믹 전구체 입자를 제거하는 단계를 포함한다. 성형된 세라믹 전구체 입자는 몰드에서 이하의 공정들, 즉 몰드 공동으로부터 입자를 제거하기 위한 중력, 진동, 초음파 진동, 진공 또는 압축 공기를 단독으로 또는 조합하여 사용함으로써 공동으로부터 제거될 수 있다.

[0079] 성형된 세라믹 전구체 입자들은 몰드 외부에서 추가로 건조될 수 있다. 세라믹 전구체 분산액이 몰드 내에서 원하는 수준까지 건조된 경우, 이 추가의 건조 단계는 필요하지 않다. 그러나, 일부 경우에는 세라믹 전구체 분산액이 몰드 내에 잔류하는 시간을 최소화하기 위해 이 추가의 건조 단계를 이용하는 것이 경제적일 수 있다.

전형적으로, 성형된 세라믹 전구체 입자는 50℃ 내지 160℃, 또는 120℃ 내지 150℃의 온도에서 10분 내지 480분, 또는 120분 내지 400분 동안 건조될 것이다.

- [0080] 제6 공정 단계는 성형된 세라믹 전구체 입자를 하소시키는 단계를 포함한다. 하소 동안에, 본질적으로 모든 휘발성 재료가 제거되며, 세라믹 전구체 분산액 중에 존재하는 다양한 성분이 금속 산화물로 변환된다. 성형된 세라믹 전구체 입자는 일반적으로 400℃ 내지 800℃의 온도까지 가열되며, 자유수(free water)와 90 중량%를 초과하는 임의의 결합된 휘발성 재료가 제거될 때까지 이 온도 범위 내에 유지된다. 선택적 단계에서는 함침 공정에 의해 개질 첨가제를 도입하는 것이 바람직할 수 있다. 수용성 염이 함침에 의해 하소된 성형된 세라믹 전구체 입자의 기공 내로 도입될 수 있다. 그 뒤, 성형된 세라믹 전구체 입자는 다시 예비소성된다. 이 선택 사항은 미국 특허 제5,164,348호(우드(Wood))에 추가로 기재되어 있다.
- [0081] 제7 공정 단계는 하소된 성형된 세라믹 전구체 입자를 소결하여 세라믹 입자를 형성하는 단계를 포함한다. 소결 전에, 하소된 성형된 세라믹 전구체 입자는 완전히 치밀화되지 않으며, 따라서 성형된 세라믹 전구체 입자로서 사용하는 데 필요한 경도가 부족하다. 소결은 하소된 성형된 세라믹 전구체 입자를 1000℃ 내지 1650℃의 온도까지 가열함으로써 수행된다. 이 수준의 변환을 달성하기 위해 하소된 성형된 세라믹 전구체 입자가 소결 온도에 노출되어야 하는 시간 길이는 다양한 인자에 따라서 달라지지만 보통은 5초 내지 48시간이 전형적이다.
- [0082] 다른 실시예에서, 소결 단계의 기간은 1분 내지 90분이다. 소결 후에, 성형된 세라믹 연마 입자는 비커스(Vickers) 경도가 10 GPa(기가파스칼), 16 GPa, 18 GPa, 20 GPa, 또는 그 초과일 수 있다.
- [0083] 전술한 공정을 변경하기 위해 예를 들어, 재료를 하소 온도로부터 소결 온도까지 급속하게 가열하고, 세라믹 전구체 분산액을 원심분리하여 슬러지 및/또는 폐기물을 제거하는 것과 같은 다른 단계를 사용할 수 있다. 게다가, 이 공정은 필요에 따라 공정 단계들 중 둘 이상을 조합함으로써 변경될 수 있다. 본 발명의 공정을 변경하는 데 사용할 수 있는 종래의 공정 단계들은 미국 특허 제4,314,827호 (레이티저(Leitheiser))에 보다 완전하게 기재되어 있다.
- [0084] 알파 알루미나, 마그네슘 알루미나 스피넬, 및 희토류 헥사고날 알루미늄네이트(rare earth hexagonal aluminate)의 결정체로 구성된 성형된 세라믹 연마 입자는 예를 들어, 미국 특허 제5,213,591호 (셀릭카야(Celikkaya) 등) 및 미국 특허 출원 번호 제2009/0165394 A1호 (쿨러(Culler) 등) 및 제2009/0169816 A1호 (에릭슨(Erickson) 등)에 기재된 방법에 따라 졸-겔 알파 알루미나 전구체 입자를 사용하여 제조될 수 있다. 알파 알루미나 연마 입자는 미국 특허 제5,551,963호 (라미(Larmie))에 개시된 바와 같이 지르코니아를 함유할 수 있다. 대안적으로 알파 알루미나 연마 입자는 예를 들어, 미국 특허 제6,277,161호 (카스트로(Castro))에 개시된 바와 같이 미세구조체 또는 첨가제를 가질 수 있다. 성형된 세라믹 연마 입자를 제조하기 위한 방법과 연관된 보다 많은 정보가 동시계속 중의 미국 특허 출원 제2009/0165394 A1호 (쿨러 등)에 개시된다.
- [0085] 성형된 세라믹 연마 입자 상의 표면 코팅은 연마 용품 내의 결합체 재료와 성형된 세라믹 연마 입자 사이의 접촉을 향상시키기 위해 사용될 수 있거나 또는 성형된 세라믹 연마 입자의 정전 침착을 돕도록 사용될 수 있다. 일 실시 형태에서, 성형된 연마 입자에 대한 0.1% 내지 2%의 표면 코팅의 양으로 미국 특허 제5,352,254호 (셀릭카야)에 기재된 바와 같이 표면 코팅이 사용될 수 있다. 이러한 표면 코팅이 미국 특허 제5,213,591호 (셀릭카야 등); 제5,011,508호 (월드 등); 제1,910,444호 (니콜슨(Nicholson)); 제3,041,156호 (로우즈(Rowse) 등); 제5,009,675호 (쿤츠(Kunz) 등); 제5,085,671호 (마틴(Martin) 등); 제4,997,461호 (마크호프-매트니(Markhoff-Matheny) 등); 및 제5,042,991호(쿤츠 등)에 기술되어 있다. 또한, 표면 코팅은 성형된 연마 입자가 캡핑(capping)되는 것을 방지할 수 있다. 캡핑은 연마되고 있는 가공물로부터의 금속 입자가 성형된 세라믹 연마 입자의 상부에 용접되는 현상을 설명하는 용어이다. 상기 기능을 실행하는 표면 코팅은 당업자에게 알려져 있다.
- [0086] 본 개시의 성형된 세라믹 전구체 입자는 전형적으로, 예를 들어, 스탬핑 또는 펀칭과 같이 다른 제조 대체예보다 더 높은 특징 정의(feature definition)를 제공하는, 다이아몬드 공구를 사용한 공구(또는 이의 역전된 복제물인 몰드) 절삭을 사용하여 제조될 수 있다. 전형적으로, 공구 표면 내의 공동은 날카로운 에지를 따라 만나는 평탄한 면을 갖지만, 이는 필요 조건은 아니다. 생성된 성형된 세라믹 연마 입자는 공구 표면 내에서 공동의 형상에 대응하는 각각의 공칭 평균 형상을 갖지만, 공칭 평균 형상으로부터의 변형(예를 들어, 불규칙적인 변형)이 제조 중에 발생할 수 있으며, 이러한 변형을 나타내는 성형된 세라믹 연마 입자가 본 명세서에서 사용된 바와 같이 성형된 세라믹 연마 입자의 정의내에 포함된다.
- [0087] 예를 들어, 성형된 세라믹 연마 입자는 예를 들어, 응집 연마 그레인, 코팅된 연마 용품(예를 들어, 통상적인

메이크 및 사이즈 코팅된 연마 용품, 슬러리 코팅된 연마 용품, 및 구조화된 연마 용품), 연마 브러쉬, 부직포 연마 용품, 및 연삭 휠, 혼 및 스톨과 같은 접합된 연마 용품을 포함하는 연마 용품의 구조 내에서 유용하다. 일반적으로, 연마 용품은 결합제 내에 보유된 복수의 연마 입자를 포함한다.

- [0088] 코팅된 연마 용품은 일반적으로, 배킹, 연마 입자, 및 연마 입자를 배킹에 고정하기 위한 하나 이상의 결합제를 포함한다. 배킹은 직물, 중합체성 필름, 섬유, 부직포 웹, 종이, 이의 조합 및 이의 처리된 버전을 포함하는 임의의 적합한 재료일 수 있다. 적합한 결합제는 무기 또는 유기 결합제(열 경화성 수지 및 방사선 경화성 수지를 포함함)를 포함한다. 연마 입자는 코팅된 연마 용품의 하나의 층 또는 2개의 층 내에 존재할 수 있다.
- [0089] 코팅된 연마 용품의 예는 도 8에 도시된다. 도 8을 참조하면, 예시적인 코팅된 연마 용품(800)은 배킹(기재)(802)과 연마 층(803)을 갖는다. 연마 층(803)은 메이크 층(805)과 사이즈 층(806)에 의해 배킹(802)의 주 표면에 고정된 성형된 세라믹 연마 입자(804)를 포함한다. 일부 경우에, 수퍼사이즈 코트(도시되지 않음)가 사용된다.
- [0090] 접합된 연마 용품은 전형적으로 유기물, 금속 또는 유리질화 결합제에 의해 서로 결합된 연마 입자의 성형된 매스(mass)를 포함한다. 이러한 성형된 매스는, 예를 들어 연삭 휠, 또는 컷오프(cutoff) 휠과 같은 휠 형태일 수 있다. 연삭 휠의 직경은 전형적으로 약 1 cm 내지 1 미터 초과이며, 컷오프 휠의 직경은 약 1 cm 내지 80 cm 초과(더욱 전형적으로는 3 cm 내지 약 50 cm)이다. 컷오프 휠 두께는 전형적으로 약 0.5 mm 내지 약 5 cm, 더욱 전형적으로 약 0.5 mm 내지 약 2 cm이다. 성형된 매스는 또한, 예를 들어 호닝 스톤(honing stone), 세그먼트, 마운티드 포인트(mounted point), 디스크(예를 들어, 이중 디스크 연삭기), 또는 다른 통상적인 접합된 연마 형상의 형태일 수 있다. 접합된 연마 용품은 전형적으로 접합된 연마 용품의 총 부피를 기준으로, 약 3-50 부피%의 접합 재료, 약 30-90 부피%의 연마 입자(또는 연마 입자 블렌드), 최대 50 부피%의 첨가제(연삭 보조제를 포함), 및 최대 70 부피%의 기공을 포함한다.
- [0091] 예시적인 연삭 휠이 도 9에 도시된다. 도 9를 참조하면, 예시적인 연삭 휠(900)이 도시되고, 이 연삭 휠은 허브(912) 상에 장착되고 휠 내에 몰딩된, 본 개시에 따른 성형된 세라믹 연마 입자(911)를 포함한다.
- [0092] 부직포 연마 용품은 전형적으로 구조물에 전체에 걸쳐 분포되고 유기 결합제에 의해 그 내부에서 접촉식으로 접합되는 본 개시에 따라 제조된 성형된 세라믹 연마 입자를 갖는 개방 다공성의 로프티한 중합체 필라멘트 구조물을 포함한다. 필라멘트의 예는 폴리에스테르 섬유, 폴리아미드 섬유, 및 폴리아라미드 섬유를 포함한다. 예시적인 부직포 연마 용품이 도 10에 도시된다. 도 10을 참조하면, 전형적인 부직포 연마 용품(1000)의 상당히 확대된 예시적 도면이 도시되고, 상기 연마 용품은 기재로서 로프티한 개방 섬유질 매트(1050)를 포함하며, 상기 매트 상에서 본 개시에 따라 제조된 성형된 세라믹 연마 입자(1052)가 결합제(1054)에 의해 부착된다.
- [0093] 유용한 연마 브러쉬는 배킹과 일체형인 복수의 강모를 갖는 것들을 포함한다(예를 들어, 미국 특허 제5,427,595호(필(Pihl) 등), 미국 특허 제5,443,906호(필 등), 미국 특허 제5,679,067호(존슨(Johnson) 등), 및 미국 특허 제5,903,951호(이온타(Ionta) 등) 참조). 바람직하게는, 이러한 브러쉬는 연마 입자 및 중합체의 혼합물을 사출 몰딩함으로써 제조된다.
- [0094] 연마 용품의 제조에 적합한 유기 결합제는 열경화성 유기 중합체를 포함한다. 적합한 열경화성 유기 중합체의 예는 페놀 수지, 우레아-포름알데히드 수지, 멜라민-포름알데히드 수지, 우레탄 수지, 아크릴레이트 수지, 폴리에스테르 수지, 펜던트 α , β -불포화 카르보닐기를 갖는 아미노플라스틱 수지, 에폭시 수지, 아크릴레이트화 우레탄, 아크릴레이트화 에폭시, 및 이의 조합을 포함한다. 결합제 및/또는 연마 용품은 또한 섬유, 윤활제, 습윤제, 요변성 재료, 계면활성제, 안료, 염료, 정전기 방지제(예를 들어, 카본 블랙, 산화바나듐, 또는 흑연), 커플링제(예를 들어, 실란, 티타네이트, 지르코알루미늄에이트), 가소제, 현탁제 등과 같은 첨가제를 포함할 수 있다. 이들 선택적 첨가제의 양은 원하는 특성을 제공하도록 선택된다. 커플링제는 연마 입자 및/또는 충전제에의 접착을 개선할 수 있다. 결합제의 화학물은 열경화되거나, 방사선 경화되거나, 또는 이의 조합일 수 있다. 결합제의 화학물에 대한 추가의 상세 사항은 미국 특허 제4,588,419호(카울(Caul)등), 미국 특허 제4,751,138호(투메이(Tumey) 등), 및 미국 특허 제5,436,063호(폴렛(Follett) 등)에서 찾아볼 수 있다.
- [0095] 유리질화 접합된 연마제에 대해 더욱 구체적으로는, 비결정성 구조를 나타내고 전형적으로 경질인 유리질 접합 재료는 당업계에 잘 알려져 있다. 일부 경우, 유리질 접합 재료는 결정상들을 포함한다. 본 개시에 따라 제조된 접합된 유리질화 연마 용품은 휠(컷오프 휠 포함), 호닝 스톤, 마운티드 포인트 또는 다른 전형적인 접합된 연마 형상의 형상으로 존재할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 본 개시에 따라 제조된 유리질화 접합된 연마 용품은 연삭 휠의 형태이다.

- [0096] 유리질 접합 재료의 형성에 사용되는 금속 산화물의 예에는 실리카, 규산염, 알루미늄, 소다, 칼시아, 포타시아, 티타니아, 산화철, 산화아연, 산화리튬, 마그네시아, 보리아, 규산알루미늄, 붕규산염 유리, 리튬 알루미늄 실리케이트 및 이의 조합이 포함된다. 전형적으로, 유리질 접합 재료는 10% 내지 100%의 유리 프리트를 포함하는 조성물로부터 형성될 수 있지만, 더욱 전형적으로는 조성물이 20% 내지 80%의 유리 프리트(frit), 또는 30% 내지 70%의 유리 프리트를 포함한다. 유리질 접합 재료의 나머지 부분은 비-프리트(non-frit) 재료일 수 있다. 대안적으로는, 유리질 접합재는 비-프리트 함유 조성물로부터 유도될 수도 있다. 유리질 접합 재료는 전형적으로 약 700℃ 내지 약 1500℃의 범위, 일반적으로는 약 800℃ 내지 약 1300℃의 범위, 때로는 약 900℃ 내지 약 1200℃의 범위, 또는 심지어 약 950℃ 내지 약 1100℃의 범위의 온도(들)에서 숙성된다. 접합재(bond)가 숙성되는 실제 온도는, 예를 들어 특정 접합 화학물에 의존된다.
- [0097] 일부 실시 형태에서, 유리질화 접합 재료는 실리카, 알루미늄(바람직하게는, 10 중량% 이상의 알루미늄), 및 보리아(바람직하게는, 10 중량% 이상의 보리아)를 포함하는 것들을 포함한다. 대부분의 경우, 유리질화 접합 재료는 알칼리 금속 산화물(들)(예를 들어, Na₂O 및 K₂O)(일부 경우에, 적어도 10 중량%의 알칼리 금속 산화물(들))을 추가로 포함한다.
- [0098] 결합재 재료는 충전재 재료 또는 연삭 보조제를 전형적으로 미립자 재료의 형태로 또한 포함할 수도 있다. 전형적으로, 미립자 재료는 무기 재료이다. 본 개시에 유용한 충전재의 예에는 금속 탄산염(예를 들어, 탄산칼슘(예컨대, 백악, 방해석, 이회토, 석회화(travertine), 대리석 및 석회석), 칼슘 마그네슘 카보네이트, 탄산나트륨, 탄산마그네슘), 실리카(예를 들어, 석영, 유리 비드, 유리 버블 및 유리 섬유), 실리케이트(예를 들어, 활석, 점토, (몬트모릴로나이트) 장식, 운모, 규산칼슘, 메타규산칼슘, 알루미늄규산나트륨, 규산나트륨) 금속 황산염(예를 들어, 황산칼슘, 황산바륨, 황산나트륨, 알루미늄 나트륨 설페이트, 황산알루미늄), 석고, 질석, 목분, 알루미늄 삼수화물, 카본 블랙, 금속 산화물(예를 들어, 산화칼슘(석회), 산화알루미늄, 이산화티타늄), 및 금속 아황산염(예를 들어, 아황산칼슘)이 포함된다.
- [0099] 일반적으로, 연삭 보조제의 첨가는 연마 용품의 유효 수명을 증가시킨다. 연삭 보조제는 연마의 화학적 및 물리적 공정에 상당한 영향을 미쳐 성능을 개선시키는 재료이다. 이론에 구애되고자 함이 없이, 연삭 보조제(들)는 (a) 연마 입자와 연마될 가공물 사이의 마찰을 감소시키거나, (b) 연마 입자가 "캡핑(capping)"되는 것을 방지하거나(즉, 금속 입자가 연마 입자의 상부에 용접되게 되는 것을 방지), 또는 연마 입자가 캡핑되는 경향을 적어도 감소시키거나, (c) 연마 입자와 가공물 사이의 경계면 온도를 감소시키거나, 또는 (d) 연삭력을 감소시키는 것으로 여겨진다.
- [0100] 연삭 보조제는 매우 다양한 상이한 재료들을 포괄하며 무기물 또는 유기물계일 수 있다. 연삭 보조제의 화학적 그룹의 예에는 왁스, 유기 할라이드 화합물, 할라이드 염 및 금속 및 그 합금이 포함된다. 유기 할라이드 화합물은 전형적으로 마모중에 분쇄되어 할로젠 산 또는 기체 할라이드 화합물을 방출할 것이다. 이러한 재료의 예에는 염소화 왁스, 예를 들어 테트라클로로나프탈렌, 펜타클로로나프탈렌 및 폴리비닐 클로라이드가 포함된다. 할라이드 염의 예는 염화나트륨, 칼륨 빙정석, 나트륨 빙정석, 암모늄 빙정석, 사플루오로붕산칼륨, 사플루오로붕산나트륨, 플루오르화규소, 염화칼륨, 및 염화마그네슘을 포함한다. 금속의 예에는 주석, 납, 비스무트, 코발트, 안티몬, 카드뮴 및 철 티타늄이 포함된다. 다른 각종의 연삭 보조제는 황, 유기 황 화합물, 흑연 및 금속 황화물을 포함한다. 또한, 상이한 연삭 보조제들의 조합을 사용하는 것도 본 개시의 범주 이내이며, 일부 경우에, 이는 상승 효과를 생성할 수도 있다.
- [0101] 연삭 보조제는 코팅된 연마 및 접합된 연마 용품에서 특히 유용할 수 있다. 코팅된 연마 용품에서, 연삭 보조제는 전형적으로 수퍼사이즈 코트에서 사용되며, 상기 수퍼사이즈 코트는 연마 입자의 표면 위에 도포된다. 그러나, 때로 연삭 보조제가 사이즈 코트에 첨가된다. 전형적으로, 코팅된 연마 용품 내로 혼입되는 연삭 보조제의 양은 약 50-300 g/m²(바람직하게는, 약 80-160 g/m²)이다. 유리질화 접합된 연마 용품에서 연삭 보조제는 전형적으로 용품의 기공 내로 함침된다.
- [0102] 연마 용품은 100%의 본 개시에 따라 제조된 성형된 세라믹 연마 입자, 또는 이러한 연마 입자와 다른 연마 입자 및/또는 회석 입자의 블렌드를 함유할 수 있다. 그러나, 연마 용품 내에서 적어도 약 2 중량%, 바람직하게는 적어도 약 5 중량%, 및 더욱 바람직하게는 약 30 중량% 내지 100 중량%의 연마 입자가 본 개시에 따라 제조된 성형된 세라믹 연마 입자이어야 한다. 일부 경우에, 본 개시에 따라 제조된 연마 입자는 다른 연마 입자 및/또는 회석 입자와 5 중량% 내지 75 중량%, 약 25 중량% 내지 75 중량%, 약 40 중량% 내지 60 중량%, 또는 약 50 중량% 내지 55 중량%(즉, 중량 기준으로 동일한 양으로)의 비로 블렌딩될 수도 있다. 적합한 통상적인 연마 입자의 예에는 용융 산화알루미늄(백색 용융 알루미늄, 열처리 산화알루미늄 및 갈색 산화알루미늄

포함), 탄화규소, 탄화붕소, 탄화티타늄, 다이아몬드, 입방정형 질화붕소, 가닛, 용융 알루미늄-지르코니아, 및 졸-겔-유도 연마 입자가 포함된다. 일부 경우에, 연마 입자의 블렌드는 어느 한 유형의 연마 입자를 100% 포함하는 연마 용품과 비교하여 향상된 연삭 성능을 나타내는 연마 용품으로 형성될 수 있다.

[0103] 적합한 회석 입자의 예는 대리석, 석고, 수석, 실리카, 산화철, 규산알루미늄, 유리(유리 버블 및 유리 비드 포함), 알루미늄 버블, 알루미늄 비드 및 회석 응집체를 포함한다.

[0104] 연마 입자는 연마 용품의 선택된 영역 또는 부분에 집중되거나 또는 연마 용품 내에 균일하게 분포될 수 있다. 예를 들어, 코팅된 연마제에서, 연마 입자의 2개의 층이 존재할 수 있다. 제1 층은 본 개시에 따라 제조된 성형된 세라믹 연마 입자 이외의 연마 입자를 포함하며, 제2(최외측) 층은 본 개시에 따라 제조된 성형된 세라믹 연마 입자를 포함한다. 이와 마찬가지로, 접합된 연마제에서, 연삭 휠의 2개의 개별 섹션이 존재할 수 있다. 최외측 섹션은 본 개시에 따라 제조된 연마 입자를 포함할 수 있는 반면에, 최내측 섹션은 그렇지 않다. 대안적으로, 본 개시에 따라 제조된 성형된 세라믹 연마 입자는 접합된 연마 용품 전체에 걸쳐 균일하게 분포될 수 있다.

[0105] 코팅된 연마 용품에 관한 추가 상세 사항은, 예를 들어 미국 특허 제4,734,104호(브로베르그(Broberg)), 미국 특허 제4,737,163호(라르키(Larkey)), 미국 특허 제5,203,884호(부카난(Buchanan) 등), 미국 특허 제5,152,917호(피에퍼(Pieper) 등), 미국 특허 제5,378,251호(컬러 등), 미국 특허 제5,417,726호(스타우트(Stout) 등), 미국 특허 제5,436,063호(폴레트 등), 미국 특허 제5,496,386호(브로베르그 등), 미국 특허 제5,609,706호(베네딕트(Benedict) 등), 미국 특허 제5,520,711호(헬민(Helmin)), 미국 특허 제5,954,844호(로(Law) 등), 미국 특허 제5,961,674호(가글리아디(Gagliardi) 등), 및 미국 특허 제5,975,988호(크리스티안슨(Christianson))에서 찾아볼 수 있다. 접합된 연마 용품에 관한 추가의 상세 사항은, 예를 들어 미국 특허 제4,543,107호(루(Rue)), 미국 특허 제4,741,743호(나라야난(Narayanan) 등), 미국 특허 제4,800,685호(헤인즈(Haynes) 등), 미국 특허 제4,898,597호(헤이(Hay) 등), 미국 특허 제4,997,461호(마크호프-매트니(Markhoff-Matheny) 등), 미국 특허 제5,037,453호(나라야난 등), 미국 특허 제5,110,332호(나라야난 등), 및 미국 특허 제5,863,308호(키(Qi) 등)에서 찾아볼 수 있다. 유리질의 접합된 연마제에 관한 추가 상세 사항은, 예를 들어 미국 특허 제4,543,107호(루), 미국 특허 제4,898,597호(헤이 등), 미국 특허 제4,997,461호(마크호프-매트니 등), 미국 특허 제5,094,672호(길스 주니어(Giles Jr.) 등), 미국 특허 제5,118,326호(셸던(Sheldon) 등), 미국 특허 제5,131,926호(셸던 등), 미국 특허 제5,203,886호(셸던 등), 미국 특허 제5,282,875호(우드 등), 미국 특허 제5,738,696호(우(Wu) 등), 및 미국 특허 제5,863,308호(키)에서 찾아볼 수 있다. 부직포 연마 용품에 관한 추가 상세 사항은, 예를 들어, 미국 특허 제2,958,593호(후버(Hoover) 등)에서 찾아볼 수 있다.

[0106] 본 개시는 표면을 연마하는 방법을 제공하며, 본 방법은 본 개시에 따라 제조된 적어도 하나의 성형된 세라믹 연마 입자를 가공물의 표면과 접촉시키는 단계; 및 적어도 하나의 성형된 세라믹 연마 입자 또는 접촉된 표면을 이동시켜 상기 표면의 적어도 일부분을 연마 입자로 연마하는 단계를 포함한다. 본 개시에 따라 제조된 성형된 세라믹 연마 입자로 연마하는 방법은 스내깅(snagging)(즉, 고압의 높은 가공량(high pressure high stock removal))에서 폴리싱(polishing)(예를 들어, 코팅된 연마 벨트에 의한 의학용 임플란트의 폴리싱)까지의 범위이며, 여기서, 후자는 전형적으로 보다 미세한 등급(예를 들어, ANSI 220 및 보다 미세한 등급)의 연마 입자로 행해진다. 성형된 세라믹 연마 입자는 정밀 연마 응용, 예컨대 유리질화 접합 휠을 이용한 캠축의 연삭에서 또한 사용될 수도 있다. 특정 연마 응용에 사용되는 연마 입자의 크기는 당업자에게 자명할 것이다.

[0107] 본 개시에 따라 제조된 성형된 세라믹 연마 입자를 이용한 연마는 건식 또는 습식으로 행해질 수 있다. 습식 연마의 경우, 열은 연무 형태로 공급되는 연마액(liquid)이 도입되어 플러드(flood)를 완성할 수 있다. 일반적으로 이용되는 연마액의 예는: 물, 수용성 오일, 유기 윤활제, 및 에멀전을 포함한다. 연마액은 연마와 관련된 열을 감소시키는 역할을 하고/하거나 윤활제로 작용할 수 있다. 연마액은 소량의 첨가제, 예를 들어 살균제 및 소포제를 포함할 수 있다.

[0108] 본 개시에 따라 제조된 성형된 세라믹 연마 입자는 예를 들어 알루미늄 금속, 탄소강, 연강, 공구강, 스테인리스 스틸, 경화강, 티타늄, 유리, 세라믹, 목재, 목재 유사 재료(예를 들어, 합판 및 파티클 보드(particle board)), 페인트, 도색된 표면, 유기 코팅 표면 등과 같은 가공물의 연마에 유용할 수 있다. 연마 동안 가해지는 힘은 전형적으로 약 1 내지 약 100 킬로그램 범위이다.

[0109] 본 발명의 선택 실시예

[0110] 실시 형태 1에서, 본 개시는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 상기 성형된 세라믹 연마 입자는:

- [0111] 적어도 제1 및 제2 에지를 포함하는 주연부를 갖는 제1 표면 - 주연부의 제1 영역은 제1 및 제2 내부 예각을 형성하는 2개의 모서리에서 말단을 이루고 내측으로 연장되고 제2 에지를 포함하며 주연부는 내부 예각을 형성하는 최대 4개의 모서리를 가짐 -;
- [0112] 제1 표면과 접촉하지 않고 이에 마주보는 제2 표면; 및
- [0113] 제1 및 제2 표면들을 연결하고 이 표면들 사이에 배치된 주변 표면 - 주변 표면은 제1 에지에서 주연부와 접촉하는 제1 벽을 포함하고 주변 표면은 제2 에지에서 주연부와 접촉하는 제2 벽을 포함하고 주변 표면은 제1 소정의 형상을 가짐 - 을 포함한다.
- [0114] 실시 형태 2에서, 본 개시는 실시 형태 1에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 제2 표면은 제2 소정의 형상을 갖는다.
- [0115] 실시 형태 3에서, 본 개시는 실시 형태 1 또는 2에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 제2 표면은 제1 표면과 동일한 형상을 갖는다.
- [0116] 실시 형태 4에서, 본 개시는 실시 형태 1 내지 3 중 어느 한 실시 형태에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 제1 내부 예각은 포괄하여 5° 내지 55° 의 범위이다.
- [0117] 실시 형태 5에서, 본 개시는 실시 형태 1 내지 4 중 어느 한 실시 형태에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 주변 표면은 제3 에지에서 제1 표면과 접촉하는 제3 벽을 포함하고, 주연부의 제1 영역은 제3 에지를 추가로 포함하며, 제2 에지 또는 제3 에지 중 하나 이상은 실질적으로 직선형이다.
- [0118] 실시 형태 6에서, 본 개시는 실시 형태 5에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 제1 및 제3 에지는 실질적으로 직선형이다.
- [0119] 실시 형태 7에서, 본 개시는 실시 형태 4 내지 6 중 어느 한 실시 형태에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 주변 표면은 제1, 제2 및 제3 벽으로 구성된다.
- [0120] 실시 형태 8에서, 본 개시는 실시 형태 4 내지 7 중 어느 한 실시 형태에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 주변 표면은 제4 에지에서 주연부와 교차하는 제4 벽을 추가로 포함한다.
- [0121] 실시 형태 9에서, 본 개시는 실시 형태 8에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 제1, 제2, 제3 및 제4 에지는 내측으로 연장된다.
- [0122] 실시 형태 10에서, 본 개시는 실시 형태 1 내지 9 중 어느 한 실시 형태에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 제2 에지는 오목형 단조 곡선이다.
- [0123] 실시 형태 11에서, 본 개시는 실시 형태 1 내지 10 중 어느 한 실시 형태에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 성형된 세라믹 연마 입자는 이의 폭의 1/3 이하인 두께를 갖는다.
- [0124] 실시 형태 12에서, 본 개시는 실시 형태 11에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 제2 내부 예각은 포괄하여 5° 내지 55° 의 범위이다.
- [0125] 실시 형태 13에서, 본 개시는 실시 형태 1 내지 12 중 어느 한 실시 형태에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 성형된 세라믹 연마 입자는 1 센티미터 이하의 길이를 갖는다.
- [0126] 실시 형태 14에서, 본 개시는 실시 형태 1 내지 13 중 어느 한 실시 형태에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 성형된 세라믹 연마 입자는 본질적으로 세라믹 재료로 구성된다.
- [0127] 실시 형태 15에서, 본 개시는 실시 형태 14에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 세라믹 재료는 알파 알루미나를 포함한다.
- [0128] 실시 형태 16에서, 본 개시는 실시 형태 1 내지 15 중 어느 한 실시 형태에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 제1 및 제2 표면은 실질적으로 평행하다.
- [0129] 실시 형태 17에서, 본 개시는 실시 형태 1 내지 16 중 어느 한 실시 형태에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 주변 표면은 제1 표면으로부터 제2 표면을 향하여 내측으로 기울어진다.
- [0130] 실시 형태 18에서, 본 개시는 실시 형태 1 내지 17 중 어느 한 실시 형태에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 주변 표면 기울기는 포괄하여 92° 내지 105° 의 구배각을 갖는다.

- [0131] 실시 형태 19에서, 본 개시는 실시 형태 1 내지 18 중 어느 한 실시 형태에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 제1 표면은 제2 표면보다 넓다.
- [0132] 실시 형태 20에서, 본 개시는 실시 형태 1 내지 19 중 어느 한 실시 형태에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 주연부의 제1 영역은 단조 곡선이다.
- [0133] 실시 형태 21에서, 본 개시는 실시 형태 1 내지 20 중 어느 한 실시 형태에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 주연부의 제1 에지는 실질적으로 직선형이고, 제2 에지는 곡선형이다.
- [0134] 실시 형태 22에서, 본 개시는 실시 형태 1 내지 21 중 어느 한 실시 형태에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 주연부의 제1 에지는 실질적으로 직선형이고, 제2 에지는 곡선형이다.
- [0135] 실시 형태 23에서, 본 개시는 실시 형태 1 내지 22 중 어느 한 실시 형태에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자를 제공하는데, 주연부는 화살촉-형상이다.
- [0136] 실시 형태 24에서, 본 개시는 복수의 연마 입자를 제공하는데, 복수의 연마 입자는 실시 형태 1 내지 23 중 어느 한 실시 형태에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자의 10% 이상을 수치를 기초로 포함한다.
- [0137] 실시 형태 25에서, 본 개시는 복수의 연마 입자를 제공하는데, 복수의 연마 입자는 실시 형태 1 내지 23 중 어느 한 실시 형태에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자의 30% 이상을 수치를 기초로 포함한다.
- [0138] 실시 형태 26에서, 본 개시는 복수의 연마 입자를 제공하는데, 복수의 연마 입자는 실시 형태 1 내지 23 중 어느 한 실시 형태에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자의 50% 이상을 수치를 기초로 포함한다.
- [0139] 실시 형태 27에서, 본 개시는 복수의 연마 입자를 제공하는데, 복수의 연마 입자는 실시 형태 1 내지 23 중 어느 한 실시 형태에 따르는 성형된 세라믹 연마 입자의 70% 이상을 수치를 기초로 포함한다.
- [0140] 실시 형태 28에서, 본 개시는 실시 형태 24 내지 27 중 어느 한 실시 형태에 따르는 복수의 연마 입자를 제공하는데, 분쇄된 연마 입자를 추가로 포함한다.
- [0141] 실시 형태 29에서, 본 개시는 결합제 내에 보유된 실시 형태 24 내지 28 중 어느 한 실시 형태에 따르는 복수의 연마 입자를 포함하는 연마 용품을 제공한다.
- [0142] 실시 형태 30에서, 본 개시는 실시 형태 29에 따르는 연마 용품을 제공하는데, 연마 용품은 집합된 연마 용품을 포함한다.
- [0143] 실시 형태 31에서, 본 개시는 실시 형태 30에 따르는 연마 용품을 제공하는데, 집합된 연마 용품은 집합된 연마 휠을 포함한다.
- [0144] 실시 형태 32에서, 본 개시는 실시 형태 29에 따르는 연마 용품을 제공하는데, 연마 용품은 코팅된 연마 용품을 포함하고, 코팅된 연마 용품은 제3 및 제4 마주보는 주 표면을 갖는 배경에 고정된 복수의 연마 입자를 포함한다.
- [0145] 실시 형태 33에서, 본 개시는 실시 형태 29에 따르는 연마 용품을 제공하는데, 연마 용품은 부직포 연마 용품을 포함하고, 부직포 연마 용품은 로프티한 개방 부직포 섬유 웹에 고정된 복수의 연마 입자를 포함한다.
- [0146] 실시 형태 34에서, 본 개시는 성형된 세라믹 연마 입자를 제조하는 방법을 제공하는데, 상기 방법은:
- [0147] a) 몰드 공동을 형성하는 몰드를 제공하는 단계 - 몰드 공동은 주연부에 의해 형성된 외부 개구를 가지며, 주연부는 적어도 제1 및 제2 에지를 포함하고, 주연부의 제1 영역은 제1 및 제2 내부 예각을 형성하는 2개의 모서리에서 말단을 이루고 내측으로 연장되며 제2 에지를 포함하고, 주연부는 내부 예각을 형성하는 최대 4개의 모서리를 가지며 몰드 공동은 제2 에지에서 주연부와 교차하는 제2 몰드 벽 및 제1 에지에서 주연부와 교차하는 제1 몰드 벽을 포함하는 주변 몰드 표면에 의해 횡방향으로 구획됨 -;
- [0148] b) 몰드 공동 내에 세라믹 전구체 재료를 배치하는 단계;
- [0149] c) 몰드 공동 내에 배치된 세라믹 전구체 재료를 성형된 세라믹 전구체 입자로 변환하는 단계; 및
- [0150] d) 성형된 세라믹 전구체 입자를 성형된 세라믹 연마 입자로 변환하는 단계를 포함한다.
- [0151] 실시 형태 35에서, 본 개시는 실시 형태 34에 따르는 방법을 제공하는데, 제1 모서리는 포괄하여 5° 내지 55° 범위의 값을 갖는 제1 내부 예각을 갖는다.

- [0152] 실시 형태 36에서, 본 개시는 실시 형태 34 또는 35에 따르는 방법을 제공하는데, 몰드는 개방 몰드를 포함한다.
- [0153] 실시 형태 37에서, 본 개시는 실시 형태 34 또는 35에 따르는 방법을 제공하는데, 몰드는 제1 및 제2 몰드 벽과 접촉하는 하부 몰드 표면을 추가로 포함한다.
- [0154] 실시 형태 38에서, 본 개시는 실시 형태 34 내지 37 중 어느 한 실시 형태에 따르는 방법을 제공하는데, 몰드 공동은 깊이를 가지며, 제1 및 제2 벽은 깊이가 증가함에 따라 내측으로 기울어진다.
- [0155] 실시 형태 39에서, 본 개시는 실시 형태 34 내지 38 중 어느 한 실시 형태에 따르는 방법을 제공하는데, 제2 에지는 곡선형 에지를 포함한다.
- [0156] 실시 형태 40에서, 본 개시는 실시 형태 34 내지 39 중 어느 한 실시 형태에 따르는 방법을 제공하는데, 주연부의 제1 영역은 단조 곡선이다.
- [0157] 실시 형태 41에서, 본 개시는 실시 형태 34 내지 40 중 어느 한 실시 형태에 따르는 방법을 제공하는데, 주연부는 하나 이상의 실질적으로 직선형 에지 및 하나 이상의 곡선형 에지를 포함한다.
- [0158] 실시 형태 42에서, 본 개시는 실시 형태 34 내지 41 중 어느 한 실시 형태에 따르는 방법을 제공하는데, 주연부는 2개 이상의 실질적으로 직선형 에지 및 곡선형 에지를 포함한다.
- [0159] 실시 형태 43에서, 본 개시는 실시 형태 34 내지 42 중 어느 한 실시 형태에 따르는 방법을 제공하는데, 주연부는 2개의 실질적으로 직선형 에지와 곡선형 에지로 구성된다.
- [0160] 실시 형태 44에서, 본 개시는 실시 형태 34 내지 42 중 어느 한 실시 형태에 따르는 방법을 제공하는데, 주변 몰드 표면은 제3 몰드 벽을 추가로 포함하고, 제3 몰드 벽은 제3 에지에서 주연부와 교차한다.
- [0161] 실시 형태 45에서, 본 개시는 실시 형태 44에 따르는 방법을 제공하는데, 제3 에지는 주연부에 대해 내측으로 연장된다.
- [0162] 실시 형태 46에서, 본 개시는 실시 형태 34 내지 45 중 어느 한 실시 형태에 따르는 방법을 제공하는데, 주연부는 화살촉-형상이다.
- [0163] 실시 형태 47에서, 본 개시는 실시 형태 34 내지 46 중 어느 한 실시 형태에 따르는 방법을 제공하는데, 주연부는 2개 이상의 실질적으로 직선형 에지를 포함한다.
- [0164] 실시 형태 48에서, 본 개시는 실시 형태 47에 따르는 방법을 제공하는데, 주변 표면은 제4 몰드 벽을 추가로 포함하고, 제4 몰드 벽은 제4 에지에서 주연부와 교차한다.
- [0165] 실시 형태 49에서, 본 개시는 실시 형태 34 내지 48 중 어느 한 실시 형태에 따르는 방법을 제공하는데, 상기 방법은 단계 d) 이전에 몰드로부터 성형된 세라믹 전구체 입자를 분리하는 단계를 추가로 포함한다.
- [0166] 실시 형태 50에서, 본 개시는 실시 형태 49에 따르는 방법을 제공하는데, 단계 d)는 성형된 세라믹 전구체 입자를 소결하는 단계를 포함한다.
- [0167] 실시 형태 51에서, 본 개시는 실시 형태 49에 따르는 방법을 제공하는데, 단계 d)는 성형된 세라믹 전구체 입자를 하소하여 하소되고 성형된 세라믹 전구체 입자를 제공하는 단계, 및 하소되고 성형된 세라믹 전구체 입자를 소결하는 단계를 포함한다.
- [0168] 실시 형태 52에서, 본 개시는 실시 형태 34 내지 51 중 어느 한 실시 형태에 따르는 방법을 제공하는데, 성형된 세라믹 연마 입자는 알파 알루미나를 포함한다.
- [0169] 실시 형태 53에서, 본 개시는 실시 형태 34 내지 52 중 어느 한 실시 형태에 따르는 방법을 제공하는데, 세라믹 전구체 재료는 졸-겔을 포함한다.
- [0170] 실시 형태 54에서, 본 개시는 실시 형태 34 내지 53 중 어느 한 실시 형태에 따르는 방법을 제공하는데, 세라믹 전구체 재료는 알파 알루미나 전구체를 포함한다.
- [0171] 실시 형태 55에서, 본 개시는 실시 형태 34 내지 54 중 어느 한 실시 형태에 따르는 방법을 제공하는데, 각각의 몰드 공동은 1 센티미터 이하의 최대 횡방향 치수를 갖는다.
- [0172] 실시 형태 56에서, 본 개시는 실시 형태 34 내지 55 중 어느 한 실시 형태에 따르는 방법을 제공하는데, 각각의

성형된 세라믹 연마 입자는 이의 폭의 1/3 이하인 두께를 갖는다.

[0173] 본 발명의 목적 및 이점은 하기의 비제한적인 실시예에 의해 추가로 예시되지만, 이들 실시예에 인용된 특정 재료 및 그 양뿐만 아니라 기타 조건 및 상세 사항은 본 발명을 부당하게 제한하는 것으로 해석되어서는 안 된다.

[0174] 실시예

[0175] 달리 나타내지 않는 한, 실시예 및 명세서의 나머지 부분에서 모든 부, 백분율, 비 등은 중량 기준이다.

[0176] 성형된 세라믹 연마 입자의 제조

[0177] 하기의 방법을 사용하여 베마이트 졸-겔의 샘플을 제조하였다: 사솔 노스 어메리카, 인코포레이티드(Sasol North America, Inc.)로부터 상표명 "디스퍼탈(DISPERAL)"로 입수가능한 산화알루미늄 1수화물 분말(1600부)을 물(2400부) 및 70 수성 질산(72부)을 함유하는 용액 내에서 11분 동안 고 전단 혼합함으로써 분산시켰다. 생성된 졸-겔을 코팅 전에 적어도 1시간 동안 에이징하였다. 졸-겔을 표 1(하기)에 기록된 치수의 성형된 몰드 공동을 갖는 제조 공구 내로 밀어 넣었고, 여기서 "NA"는 적용불가능함을 의미한다. SAPA 성형된 알루미늄 입자를 98°의 구배각을 사용하여 미국 특허 출원 제2010/0146867호(보덴(Boden) 등)의 문장 [0128]의 개시에 따라 제조하였다. SAPB와 동일한 일반적인 형상 및 조성물의 성형된 세라믹 연마 입자를 미국 특허 제8,142,531호(아데프리스(Adefris) 등)의 개시에 따라 제조하였다.

표 1

성형된 세라믹 연마 입자	형상, 대표 도면	최대 직선형 에지 길이, mm	내측으로 연장되는 에지의 개수	내측으로 연장되는 에지와의 교차 각, 도	모든 에지에 대한 구배각, 도	입자 중간 두께, mm
SAP1	삼각형, 도 11	2.8	1	30	8	0.71
SAP2	삼각형, 도 15	3.8	1	45	8	0.71
SAP3	삼각형, 도 16	2.8	1	25	8	0.71
SAP4	정사각형, 도 20b	2.8	4	60	8	0.71
SAP5	삼각형, SAP1의 더 작은 크기의 버전	1.3	1	30	8	0.33
SAPA	삼각형, 도 12 98도의 구배각을 이용함	2.8	0	NA	8	0.71
SAPB	정사각형, 도 20a	2.8	0	NA	8	0.71
SAPC	삼각형, SAPA의 더 작은 크기의 버전	1.3	0	NA	8	0.33

[0178]

[0179] 몰드 이형제인, 메탄올 중 1% 땅콩유를 몰드 공동의 어레이를 갖는 제조 공구에 적용된 약 0.5 mg/인치²(0.08 mg/cm²)의 땅콩유와 함께 사용하였다. 여분의 메탄올을 45°C에서 5분 동안 공기 대류 오븐 내에 제조 공구의 시트를 배치시킴으로써 제거하였다. 졸-겔을 퍼티용 나이프(putty knife)로 공동 내로 밀어넣어 제조 공구의 개구를 완전히 충전하였다. 졸-겔 코팅된 제조 공구를 건조를 위해 적어도 45분 동안 45°C의 공기 대류 오븐 내에 배치하였다. 제조 공구를 초음파 혼(ultrasonic horn) 위로 통과시켜 제조 공구로부터 성형된 세라믹 전구체 입자를 제거하였다. 성형된 세라믹 전구체 입자를 대략 650°C에서 하소시킨 후에 MgO, Y₂O₃, CoO, 및 La₂O₃의 혼합된 질산염 용액으로 포화시켰다.

[0180] 미국 특허 제5,352,254호(세리카야)에 개시된 분쇄된 연마 입자를 제조하기 위해 사용된 방법과 유사한 방식으로 성형된 세라믹 연마 입자의 정전 적용을 향상시키기 위해 실시예에 기재된 성형된 세라믹 연마 입자 모두를 처리하였다. 하소된 전구체 성형된 세라믹 연마 입자를 1.4%의 MgO, 1.7%의 Y₂O₃, 5.7%의 La₂O₃ 및 0.07%의 CoO를 포함하는 희토류 산화물(REO) 용액으로 함침하였다. 70 그램의 REO 용액 내에서, 미국 펜실베이니아 리츠데일

소재의 알마티스(Almatiss)로부터 입수가 가능한 1.4 그램의 하이드랄 코트(HYDRAL COAT) 5(0.5 마이크로미터 입자 크기) 알루미늄 트라이하이드록사이드 분말을 개방 비커(open beaker) 내에서 교반함으로써 분산하였다. 그 뒤, REO 용액 내에서 71.4 그램의 하이드랄 코트 5 분말 분산액으로 약 100 그램의 하소된 전구체 성형된 세라믹 연마 입자를 함침하였다. 함침되고 하소된 전구체 성형된 세라믹 연마 입자를 건조되게 한 후, 입자를 다시 650℃에서 하소시키고, 대략 1400℃에서 최종 정도로 소결하였다. 하소 및 소결 단계 모두를 주변 분위기 하에서 회전식 튜브 킬른(rotary tube kiln)을 사용하여 수행하였다. 생성되는 조성물은 1 중량%의 MgO, 1.2 중량%의 Y₂O₃, 4 중량%의 La₂O₃, 및 0.05 중량%의 CoO와 TiO₂, SiO₂, 및 CaO의 트레이스를 함유하는 알루미나 조성물이었다.

[0181] 연마 디스크를 제조하기 위한 일반적인 절차

[0182] 연마 용품을 표 2에 도시된 코팅 조성물 및 전술된 바와 같이 제조된 연마 입자로부터 제조하였다. 0.83 mm(33 밀)의 두께를 갖는 가황된 섬유 배킹(독일 트로이스도르프 소재의 다이노스 게엠베하(DYNOS GmbH)로부터 상표명 "다이노스 벌커나이즈드 파이버(DYNOS VULCANIZED FIBRE)"로 입수됨)의 7/8 인치(2.2 cm) 직경의 아머 홀을 포함한 7 인치(17.8 cm) 직경의 섬유 디스크를 메이크 코트 조성물의 3.5 그램/디스크로 코팅하고, 연마 입자의 15.0 그램/디스크로 정진 코팅하며, 그 뒤 사이즈 코트 조성물의 13.0 그램/디스크를 적용하였다. 스테인리스 스틸 샘플을 연삭하기 위해 사용된 디스크 모두를 90분 동안 90℃에서 디스크를 부분적으로 경화시킨 후 수퍼사이즈 코트의 10 그램으로 추가로 코팅하였다. 10 시간 동안 102℃에서 경화 이후, 디스크를 구부렸다.

표 2

재료	설명	중량부		
		메이크	크기	수퍼사이즈
레졸 페놀 수지	수중의 금속 수산화물 촉매화 페놀-포름알데히드 수지, 약 75%	49.15	29.42	없음
에폭시 수지	미국 오하이오 콜럼버스 소재의 모멘티브 스페셜티 케미컬즈(Momentive Specialty Chemicals)로부터 입수된 에퐁(EPON) 828 에폭시 수지	없음	없음	30.96
물	물	10.19	18.12	11.52
충진제	미국 앨라배마 갠츠 퀴리 소재의 지오지아 마블(Georgia Marble)로부터 지오지아 마블 넘버. 10으로 입수된, 약 15 마이크로미터의 평균 입자 크기 및 46 마이크로미터 미만의 입자 크기를 갖는 탄산칼슘	40.56	없음	없음
연삭 보조제	미국 텍사스 휴스턴 소재의 TR 인터네셔널 트레이딩 컴퍼니(International Trading Co.)로부터 RTN 크라이올라이트(Cryolite)로 입수된 빙정석	없음	50.65	없음
연삭 보조제	미국 텍사스 휴스턴 소재의 솔베이 플루오라이즈 엘엘씨(Solvay Fluorides LLC)로부터 입수된 사플루오로붕산칼륨	없음	없음	56.34
계면활성제	미국 뉴저지 마운트 올리브 소재의 바스프 코포레이션으로부터 에머론(EMULON) A로 입수된 0.5%의 에톡실화 올레산 계면활성제	0.10	1.81	없음
계면활성제	미국 뉴저지 우드랜드 파크 소재의 사이텍 인더스트리즈(Cytec Industries)로부터 입수된 에어로졸(AEROSOL) OT-NV 계면활성제	없음	없음	0.78
경화제	미국 펜실베이니아 알랜타운 소재의 에어 프로덕츠 앤드 케미컬즈(Air Products and Chemicals)로부터 입수된 이미큐어(IMICURE) EMI 24 경화제	없음	없음	0.36
안티-폼	미국 미시건 미들랜드 소재의 닌우 코닝 코포레이션(Dow Corning Corporation)으로부터 입수된 안티폼(ANTIFOAM) 1430 소포제	없음	없음	0.04

[0183]

[0184] 연마 시험

[0185]

다음의 절차를 이용하여 연마 디스크를 시험하였다. 평가를 위한 7-인치(17.8 cm) 직경의 연마 디스크를 7-인치(17.8 cm) 립형 디스크 패드 면 플레이트(미국 미네소타 세인트 폴 소재의 3M 컴퍼니(Company)로부터 입수된 "80514 엑스트라 하드 레드(Extra Hard Red)")가 설치된 회전 연삭기에 부착하였다. 연삭기를 그 뒤에 작동시켰고, 12 lb(4.5 kg)의 하중 하에서 0.75 인치 × 0.75 인치(1.9 × 1.9 cm) 사전-중량측정된 1045 탄소강(또는 대안으로, 304 스테인리스 스틸) 바의 단부 면에 대향하여 가압시켰다. 가공물에 대한 이 하중 조건 하에서의 디스크 패드 면 플레이트의 회전 속도를 5000 rpm으로 유지하였다. 가공물을 이들 조건 하에서 총 50회의 10초 연삭 간격(사이클) 동안 연마하였다. 각각의 10초 사이클에 뒤이어, 가공물을 실온으로 냉각되게 하였고, 연마 작업의 절삭량을 결정하기 위해 중량측정하였다. 시험 결과를 사이클의 횟수에 대한 절삭 속도, 충분 절삭량 및/또는 축적된 절삭량으로서 보고하였다.

- [0186] 실시예 1 및 비교예 A 및 B
- [0187] 실시예 1 및 비교예 A 및 B는 미리 공지된 연마 입자를 포함한 연마 용품과 비교할 때 본 개시의 입자를 포함한 연마 용품의 효과를 명시한다.
- [0188] 실시예 1을 SAP1 연마 입자를 사용하여 연마 디스크를 제조하기 위한 일반적인 절차에 따라 제조하였다.
- [0189] 비교예 A는 미국 미네소타 세인트 폴 소재의 3M으로부터 "쿠피트론 II 파이버 디스크(CUBITRON II FIBER DISC) 982C 36+"로 상용입수가가능하고 SAPA로 제조된 7/8 인치(2.2 cm) 홀을 갖는 7-인치(17.8-cm) 직경 섬유 디스크이었다.
- [0190] 비교예 B는 미국 미네소타 세인트 폴 소재의 3M으로부터 "988C"로 상용입수가가능하고 통상적으로 분쇄된 3M 세라믹 어드히시브 그레인(Ceramic Abrasive Grain)으로 제조된 7/8 인치(2.2 cm) 홀을 갖는 7-인치(17.8-cm) 직경 섬유 디스크이었다.
- [0191] 실시예 1 및 비교예 A 및 B에 따른 연마 디스크를 연마 시험에 따라 시험하였다. 비교 절삭 속도와 누적 절삭량 데이터가 도 13 및 도 14에 도시되며, 실시예 1의 코팅된 연마재는 비교예 A(직선형 에지를 갖는 비교가능한 성형된 세라믹 연마 입자)보다 적어도 60% 높고, 비교예 B의 분쇄된 세라믹 그레인과 비교 시에 2배 초과만큼 높은 절삭량을 나타내었다.
- [0192] 실시예 2 내지 6 및 비교예 C
- [0193] 실시예 2 내지 6을 제조하여 내측으로 연장되는 에지와 또 다른 에지에 의해 형성된 교차 각을 변화시키는 효과를 명시하도록 실시예 1과 비교하였다.
- [0194] 실시예 2를 연마 입자가 SAP1 대신에 SAP2이었던 것을 제외하고 실시예 1과 동일하게 제조하였다.
- [0195] 실시예 3을 연마 입자가 SAP1 대신에 SAP3이었던 것을 제외하고 실시예 1과 동일하게 제조하였다.
- [0196] 실시예 4를 수퍼사이즈 코팅이 도포된 것을 제외하고 실시예 1과 동일하게 제조하였다.
- [0197] 실시예 5를 수퍼사이즈 코팅이 도포된 것을 제외하고 실시예 2와 동일하게 제조하였다.
- [0198] 실시예 6을 수퍼사이즈 코팅이 도포된 것을 제외하고 실시예 3과 동일하게 제조하였다.
- [0199] 비교예 C를 연마 입자가 SAP1 대신에 SAPA이었던 것을 제외하고 실시예 1과 동일하게 제조하였다.
- [0200] 비교예 D를 수퍼사이즈 코팅이 도포된 것을 제외하고 비교예 C와 동일하게 제조하였다.
- [0201] 실시예 1, 2 및 3을 연마 시험에 따라 시험하였다. 도 17은 1045 탄소강 상에 실시예 1, 실시예 2, 실시예 3, 및 비교예 C로부터의 입자로 제조된 디스크의 성능 비교를 도시한다. 내측으로 연장되는(오목한) 벽을 갖는 입자로 제조된 모든 디스크의 초기 절삭 속도는 직선형 에지를 갖는 입자로 제조된 이들 디스크보다 더 높았다. 실시예 2의 디스크는 최상의 기능을 하였다. 이는 시험 전체에 걸쳐 더 높은 절삭 속도를 유지하였다.
- [0202] 도 18은 304 스테인리스 스틸을 연삭하기 위하여 사용할 때 실시예 4, 실시예 5, 실시예 6, 및 비교예 D의 디스크의 성능 비교를 도시한다. 오목부가 제공된 입자로 제조된 모든 디스크의 초기 절삭 속도는 통상적인 입자로 제조된 이들 디스크보다 높았다. 특히, SAP3 입자로 제조된 실시예 6 디스크는 최상의 기능을 하였다. 이는 전체 시험에 걸쳐서 다른 실시예 디스크뿐만 아니라 비교예 D보다 더 높은 절삭 속도를 유지하였다. 이 더 높은 성능은 도 19에 도시된 바와 같이 사이클의 횟수의 함수로서 누적 절삭량만큼 우수한 것으로 명시될 수 있다.
- [0203] 실시예 7 및 비교예 E
- [0204] 실시예 7 및 비교예 E는 미국 미네소타 세인트 폴 소재의 3M으로부터의 321 3M 세라믹 어브레시브 그레인 (Ceramic Abrasive Grain) 321로 상용입수가가능하고, 직선형 에지 및 또한 통상적인 분쇄된 세라믹 연마 그레인을 갖는 유사한 입자와 비교 시에 본 발명의 입자의 대안의 실시 형태의 효과를 명시하는 연마 용품이다.
- [0205] 실시예 7을 SAP4가 SAP1로 대체된 것을 제외하고 실시예 1과 동일하게 제조하였다.
- [0206] 비교예 E를 SAPB가 SAP1로 대체된 것을 제외하고 실시예 1과 동일하게 제조하였다.
- [0207] 비교예 F를 "3M 세라믹 어브레시브 그레인 321"(미국 미네소타 세인트 폴 소재의 3M)이 SAP1로 대체된 것을 제외하고 실시예 1과 동일하게 제조하였다.

[0208] 실시예 7과 비교예 E 및 F를 1045 탄소강 상에서 연마 시험에 따라 시험하였다. 시험 결과가 도 21에 도시되며, 재차 연마 디스크 용품 내의 통상적으로 분쇄된 입자와 비교 시에 더 열악한 성능의 성형된 입자를 더 우수한 성능의 입자로 변환하는 성형된 세라믹 연마 입자 내의 내측으로 연장되는(예를 들어, 오목한) 영역을 포함하는 것을 나타낸다.

[0209] 실시예 8 및 비교예 G

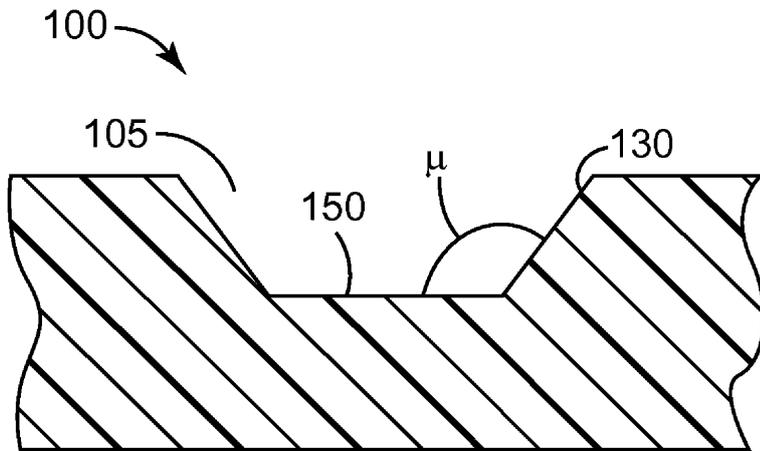
[0210] 실시예 8 및 비교예 G는 미리 공지된 연마 입자를 포함하는 연마 용품과 비교 시에 본 개시의 입자의 또 다른 실시 형태를 포함하는 연마 용품의 효과를 명시한다. 실시예 8을 SAP5 연마 입자를 사용하여 연마 디스크를 제조하기 위한 일반적인 절차에 따라 제조하였다. 비교예 G를 연마 입자가 SAP1 대신에 SAPC이었고 디스크를 메이크 코트 조성물의 2.5 그램/디스크로 코팅하고, 연마 입자의 5.5 그램/디스크로 정전 코팅하며, 그 뒤 슈퍼사이즈 코트 조성물의 6.0 그램 및 사이즈 코트의 6.0 그램/디스크를 적용한 것을 제외하고 실시예 1과 동일하게 제조하였다.

[0211] 실시예 8 및 비교예 G를 1045 탄소강 및 304 스테인리스 스틸 상에서 연마 시험에 따라 시험하였다. 비교 절삭 속도 데이터가 탄소강의 경우 도 22에, 스테인리스 스틸의 경우 도 23에 도시된다.

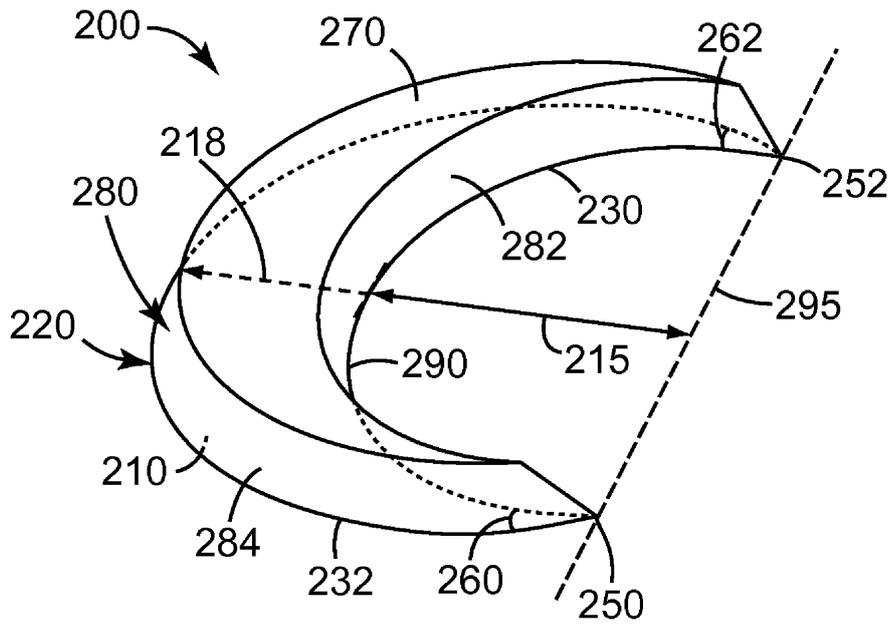
[0212] 본 명세서에서 언급된 모든 특허 및 간행물은 본 명세서에 전체적으로 참고로 포함된다. 본 명세서에서 주어진 모든 실시예는 달리 표시되지 않는다면 비제한적인 것으로 간주되는 것이다. 본 발명의 다양한 수정 및 변경이 본 발명의 범주 및 사상을 벗어나지 않고도 당업자에 의해 행해질 수 있으며, 본 발명이 본 명세서에 기술된 예시적인 실시 형태로 부당하게 제한되지 않는다는 것을 잘 알 것이다.

도면

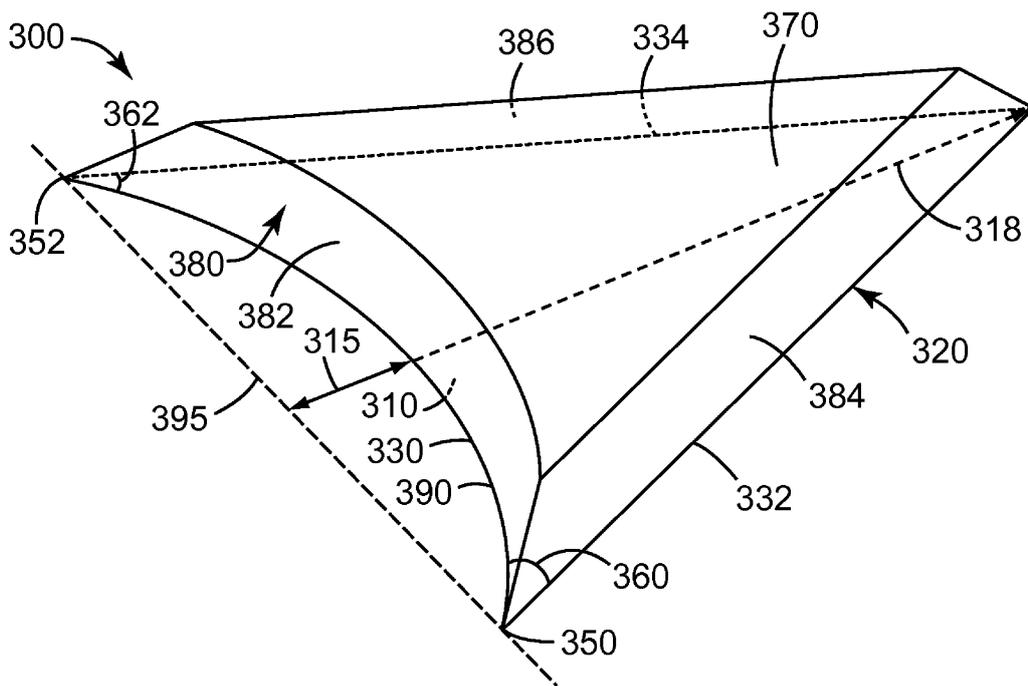
도면1



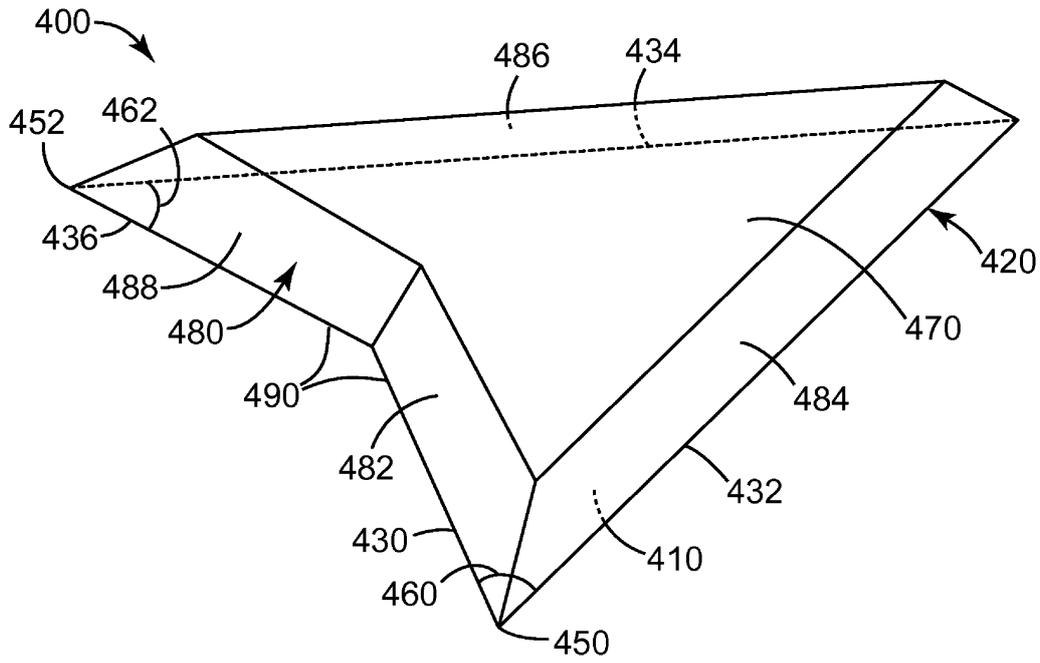
도면2



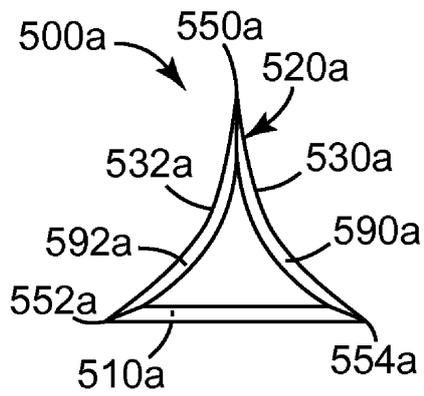
도면3



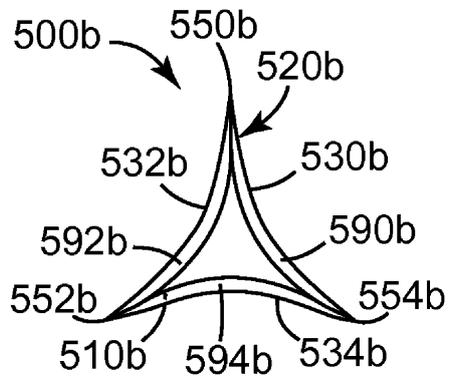
도면4



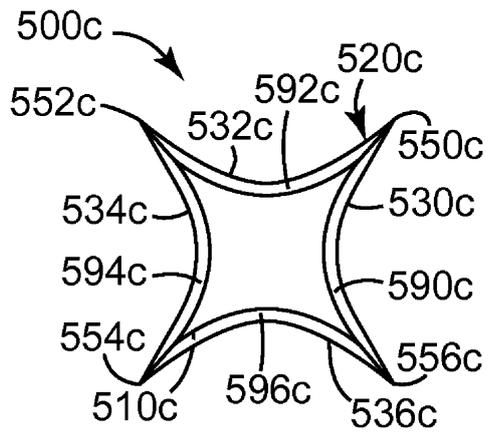
도면5a



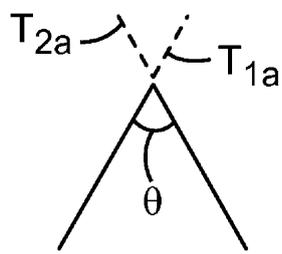
도면5b



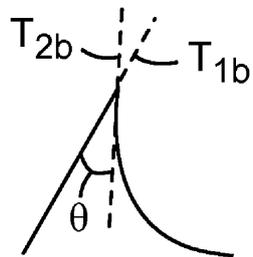
도면5c



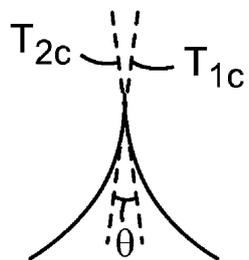
도면6a



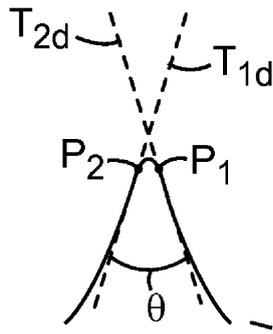
도면6b



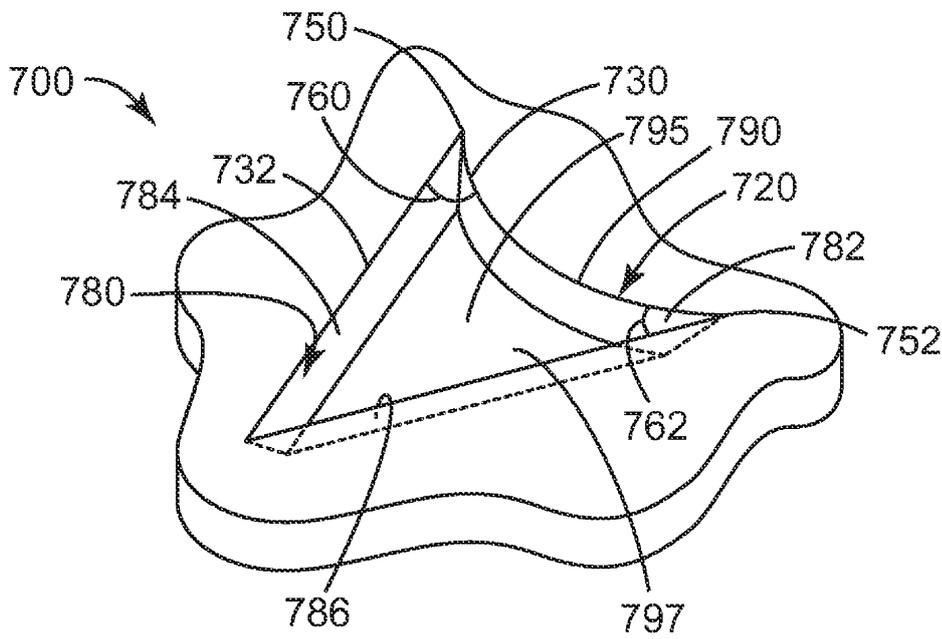
도면6c



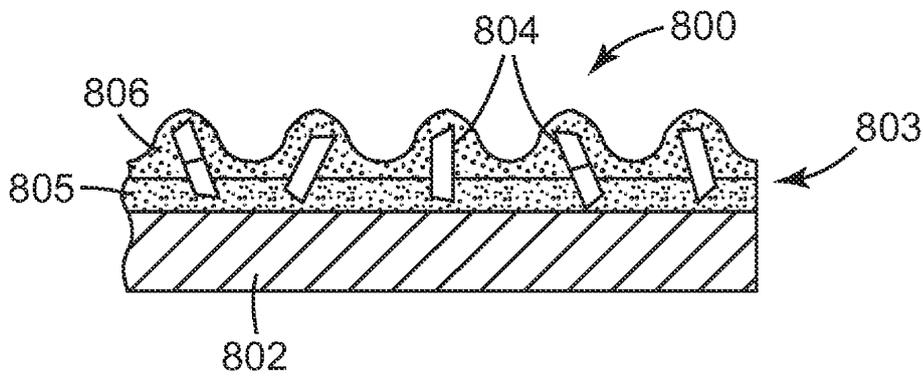
도면6d



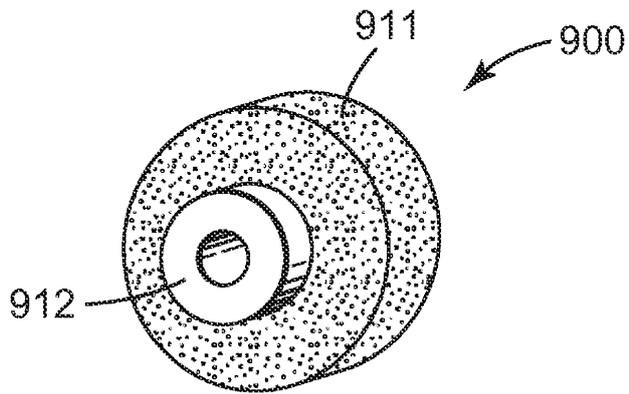
도면7



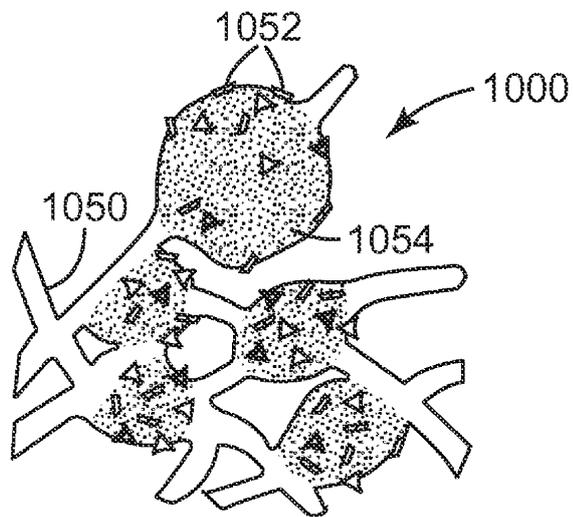
도면8



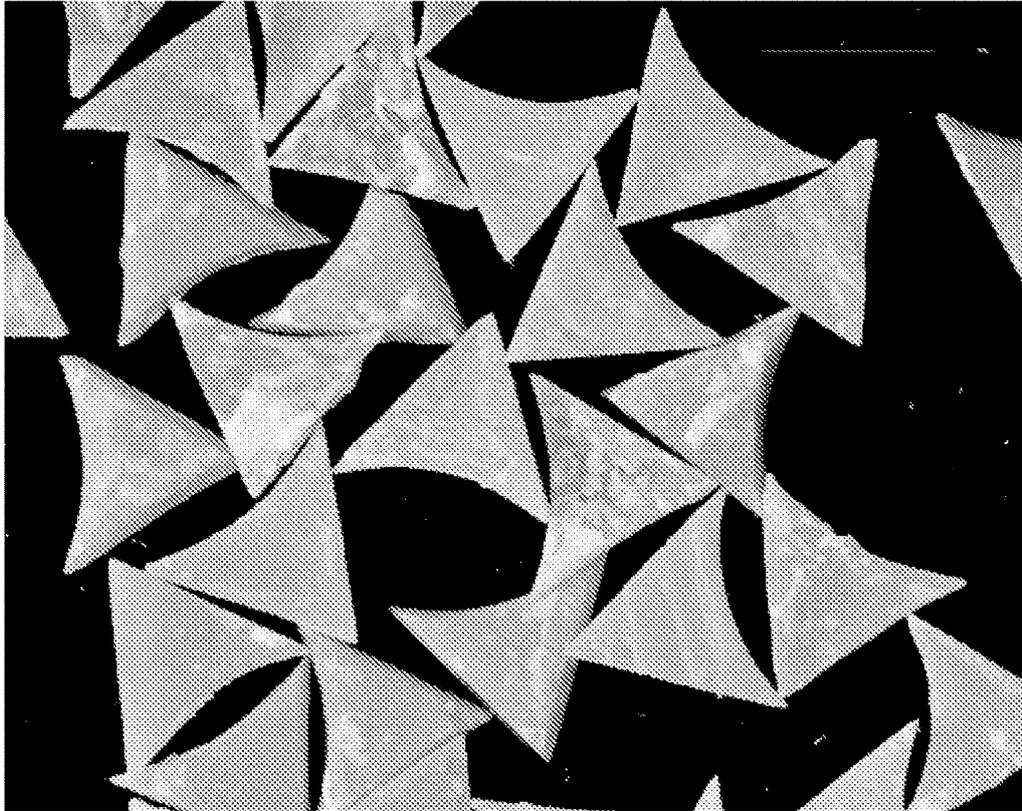
도면9



도면10

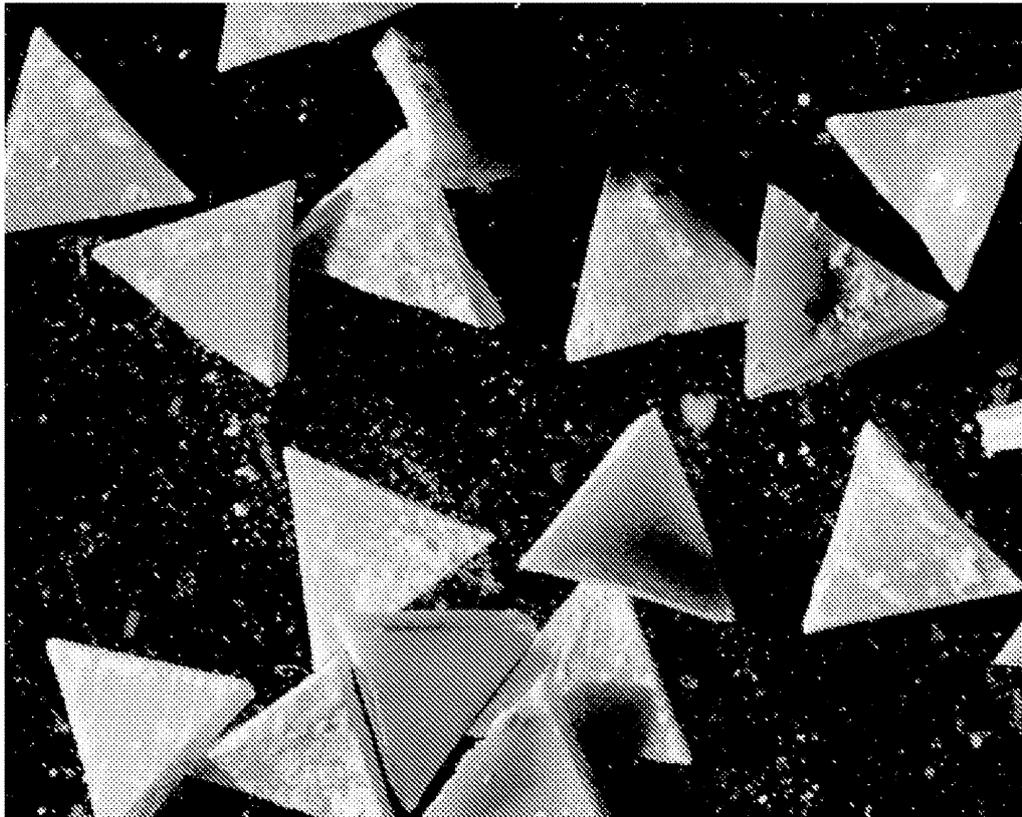


도면11



1 mm

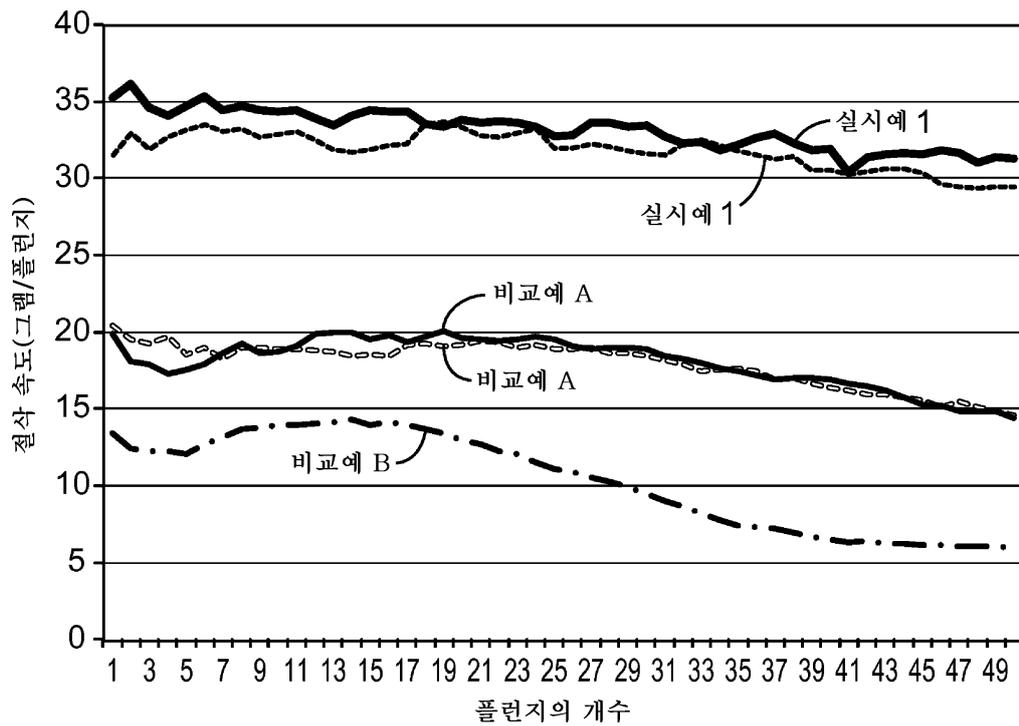
도면12



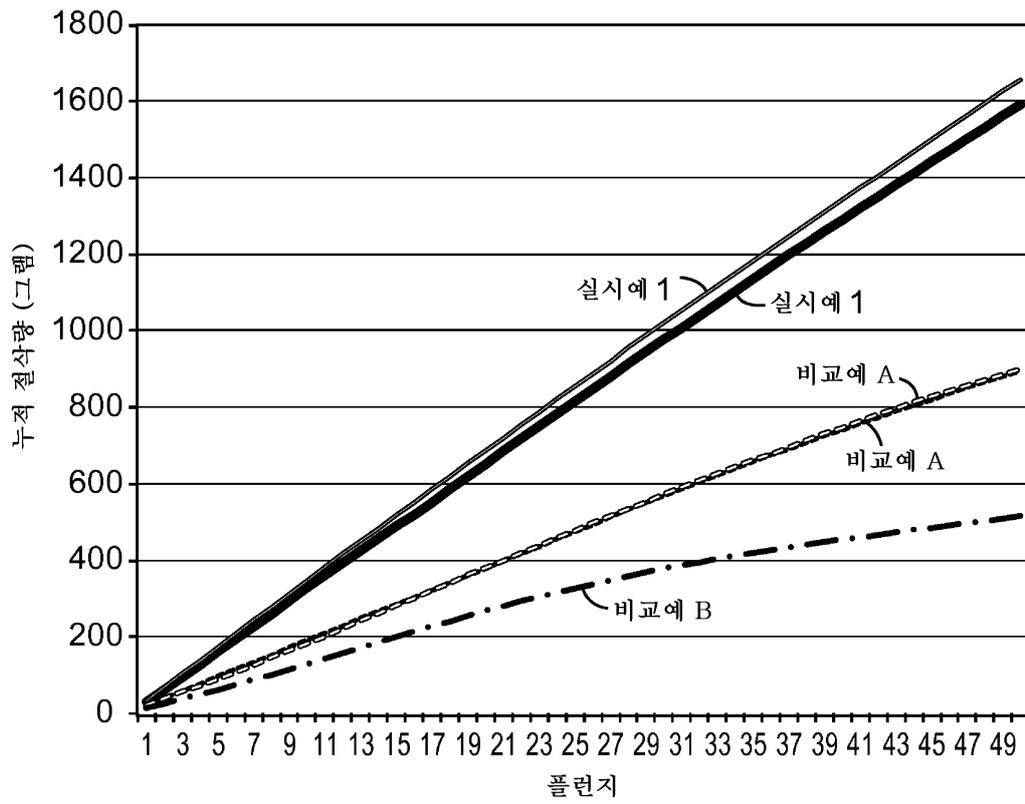
1 mm

종래 기술

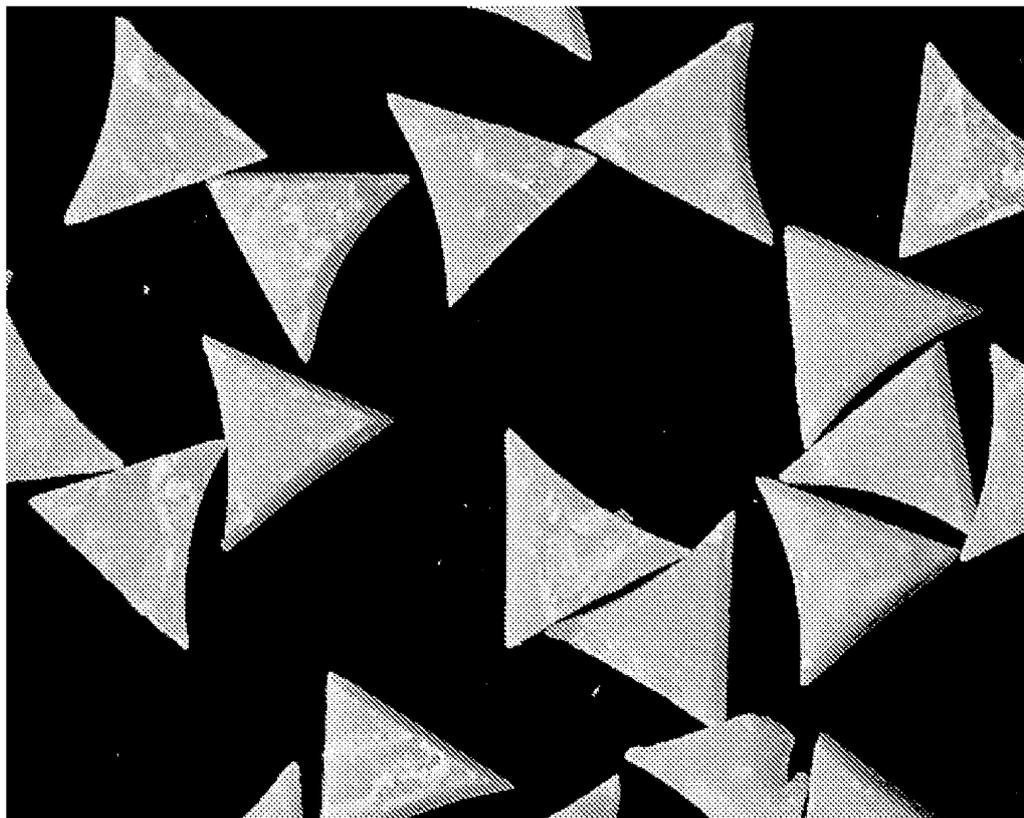
도면13



도면14

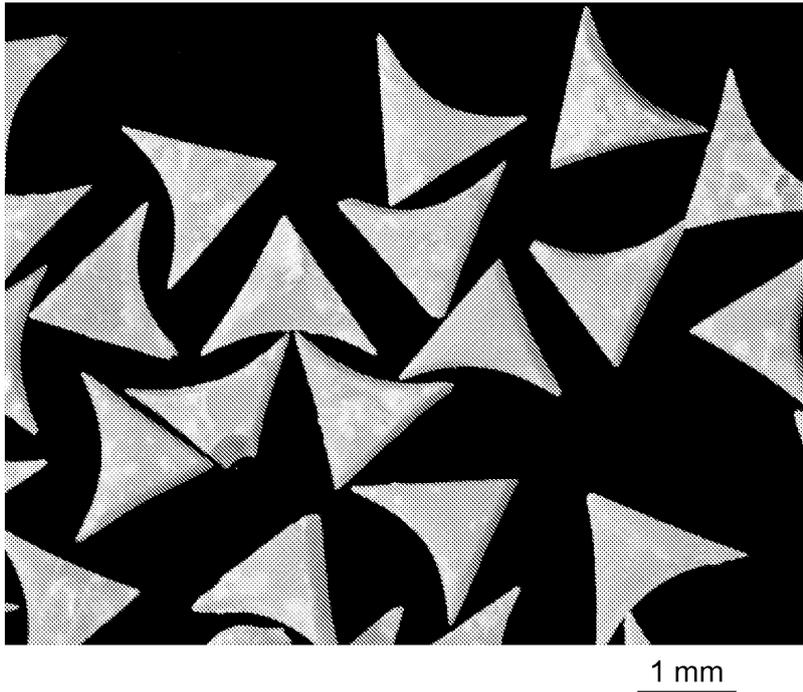


도면15

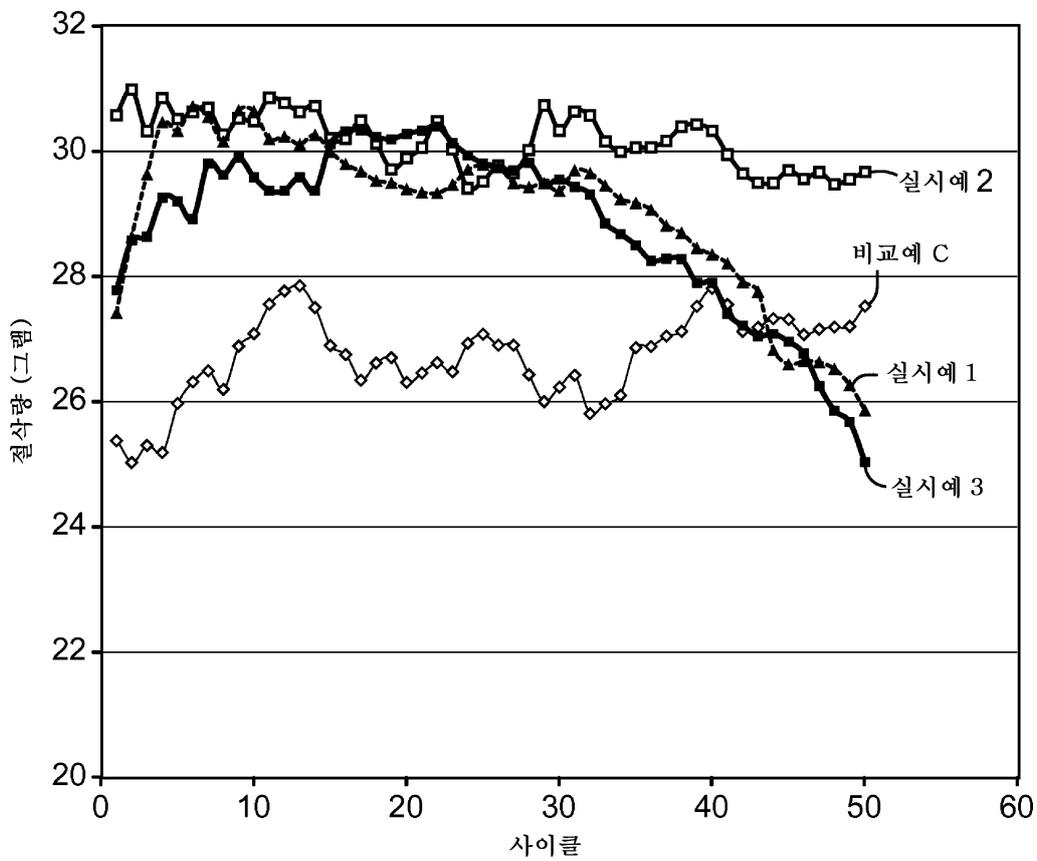


1 mm

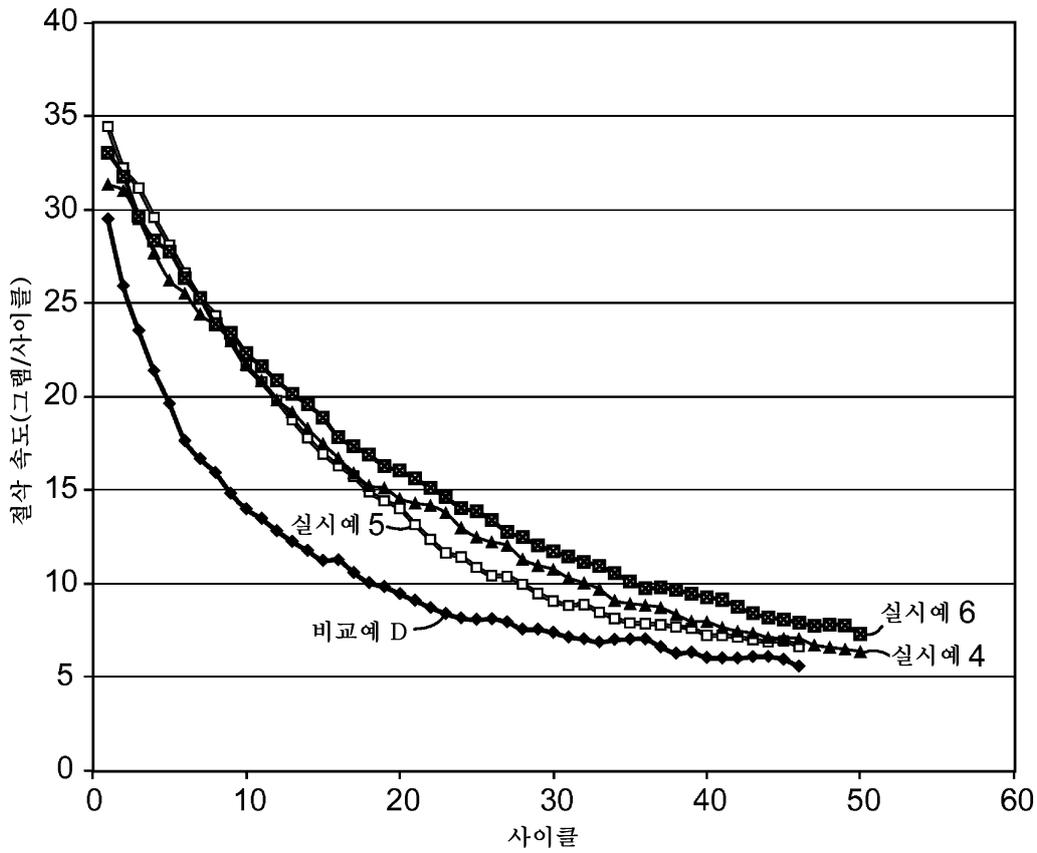
도면16



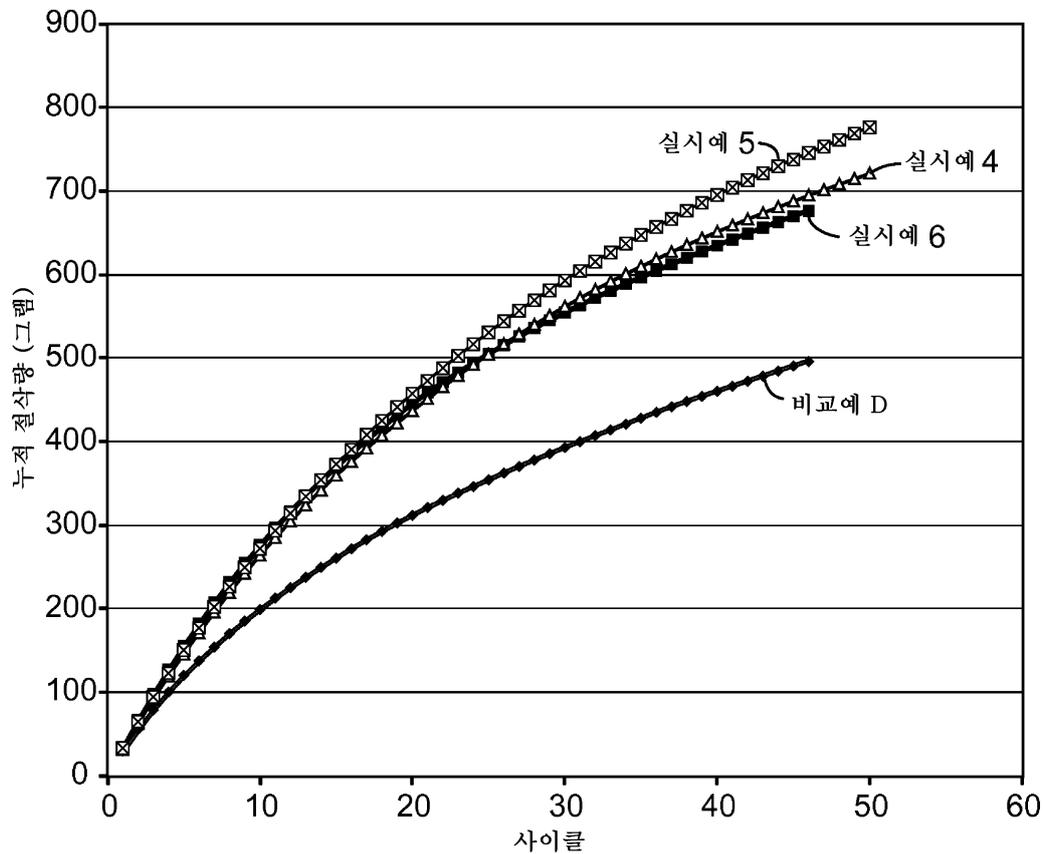
도면17



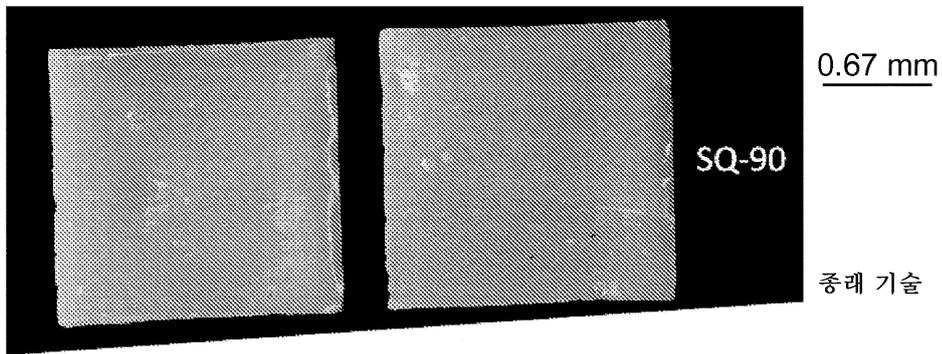
도면18



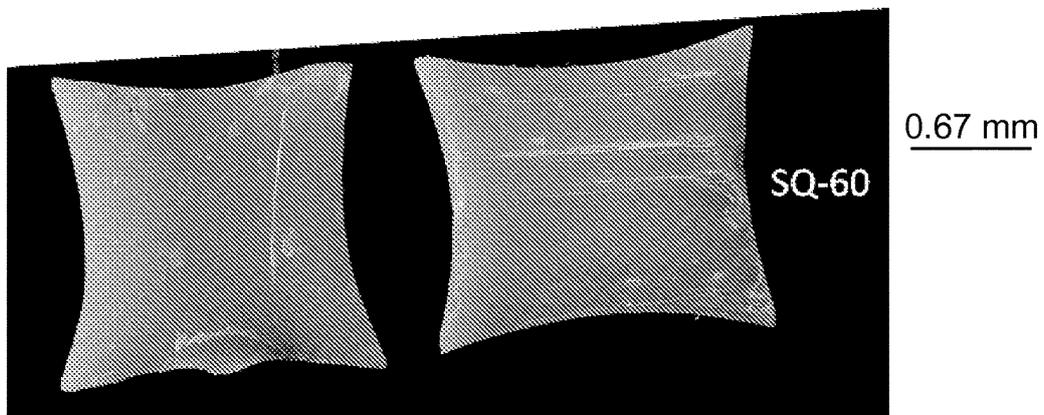
도면19



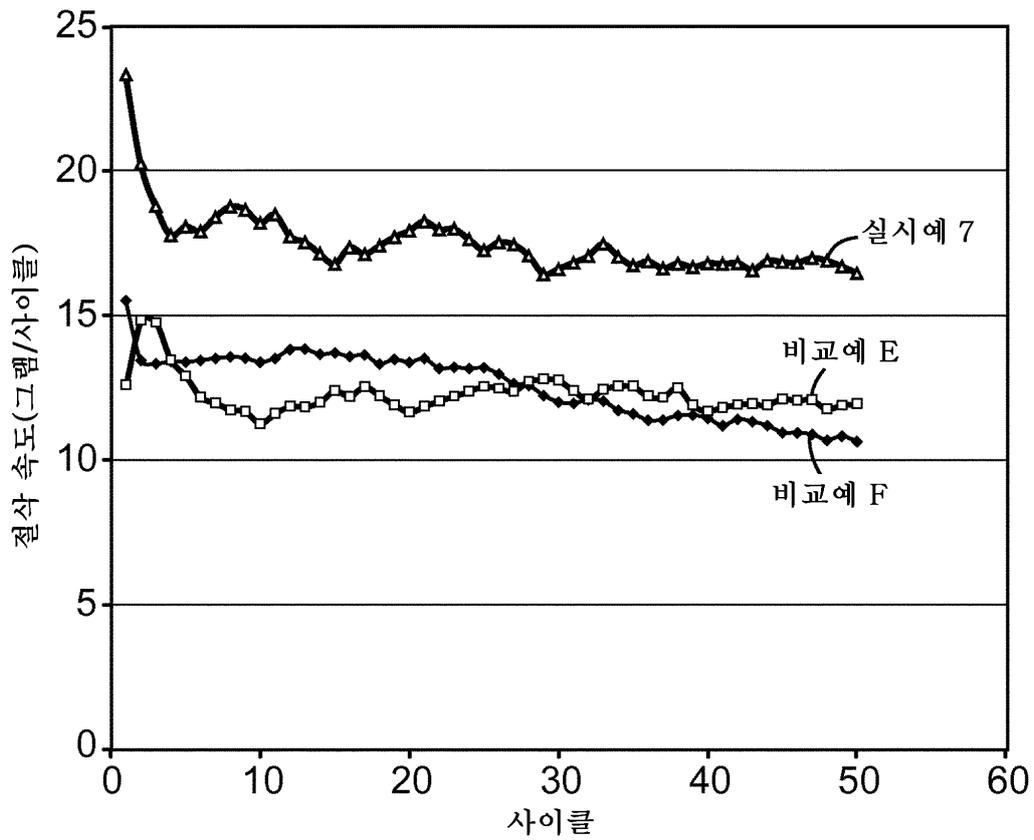
도면20a



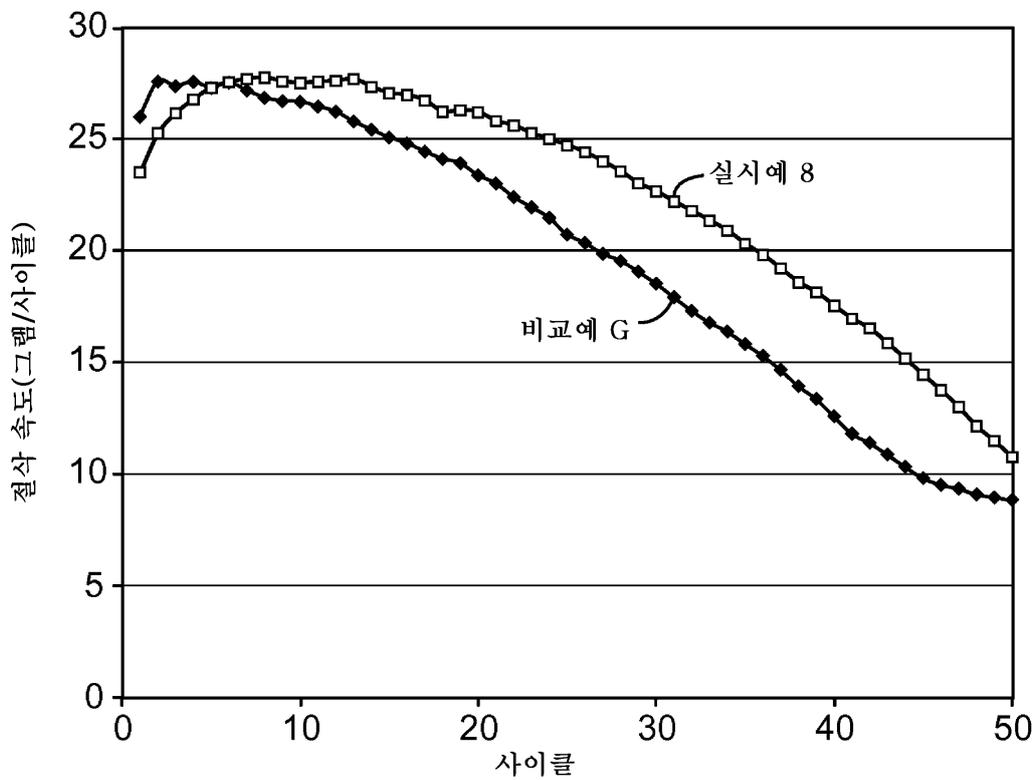
도면20b



도면21



도면22



도면23

