



등록특허 10-2146313



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년08월21일  
(11) 등록번호 10-2146313  
(24) 등록일자 2020년08월13일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*B24D 3/08* (2006.01) *B24D 11/00* (2006.01)  
*B24D 3/16* (2006.01) *B24D 3/24* (2006.01)  
*B24D 3/30* (2006.01) *C09K 3/14* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*B24D 3/08* (2013.01)  
*B24D 11/00* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7013994
- (22) 출원일자(국제) 2013년10월17일  
심사청구일자 2018년10월11일
- (85) 번역문제출일자 2015년05월27일
- (65) 공개번호 10-2015-0081313
- (43) 공개일자 2015년07월13일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2013/065421
- (87) 국제공개번호 WO 2014/070468  
국제공개일자 2014년05월08일
- (30) 우선권주장  
61/720,721 2012년10월31일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문현  
KR1020120114276 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문현

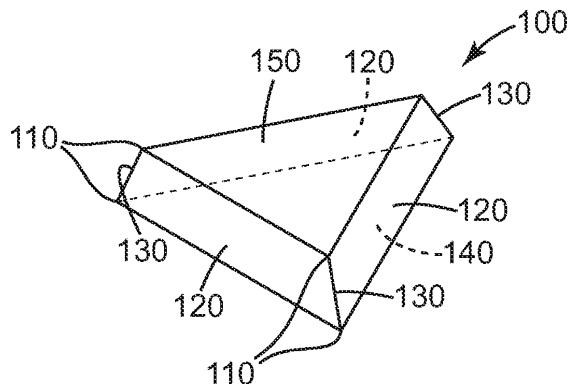
전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 박한수

- (54) 발명의 명칭 성형 연마 입자, 그의 제조 방법, 및 그를 포함하는 연마 용품

**(57) 요 약**

연마 입자의 제조 방법이, 비-콜로이드성 고체 입자 및 액체 비히클을 포함하는 슬러리를 제공하는 단계; 슬러리의 적어도 일부를 기재에 접촉되는 성형체로 형성시키는 단계; 성형체를 적어도 부분적으로 건조시켜 성형 연마 전구체 입자를 제공하는 단계; 성형 연마 전구체 입자의 적어도 일부를 기재로부터 분리하는 단계; 및 성형 연마 전구체 입자의 적어도 일부를 성형 연마 입자로 전환하는 단계를 포함한다. 성형 연마 입자는 평균 결정 그레인 크기가 0.8 내지 8 미크론이고 겉보기 밀도가 진밀도의 92% 이상인 알파 알루미나를 포함한다. 각각의 성형 연마 입자는 4개 이상의 꼭지점을 형성하는 복수의 평탄한 측면을 포함하는 각각의 표면을 갖는다. 성형 연마 입자, 그들을 포함하는 연마 용품, 및 사용 방법 또한 개시된다.

**대 표 도 - 도1**

(52) CPC특허분류

*B24D 3/16* (2013.01)

*B24D 3/24* (2013.01)

*B24D 3/30* (2013.01)

*C09K 3/14* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

비-콜로이드성 고체 입자 및 액체 비히클을 포함하는 슬러리를 제공하며, 여기서 비-콜로이드성 고체 입자의 적어도 일부는 알파 알루미나 또는 알파 알루미나 전구체 중 하나 이상을 포함하고, 여기서 비-콜로이드성 고체 입자는 슬러리의 30 부피% 이상을 차지하는 단계;

슬러리의 적어도 일부를 기재에 접촉되는 성형체로 형성시키며, 여기서 성형체는 소정의 형상에 따라 형성되는 단계;

성형체를 적어도 부분적으로 건조시켜 성형 연마 전구체 입자(shaped abrasive precursor particle)를 제공하는 단계;

성형 연마 전구체 입자의 적어도 일부를 기재로부터 분리하는 단계; 및

성형 연마 전구체 입자의 적어도 일부를 성형 연마 입자로 전환하며, 여기서 성형 연마 입자는 알파 알루미나를 포함하고, 여기서 알파 알루미나는 평균 결정 그레인(grain) 크기가 0.8 내지 8 미크론이며 겉보기 밀도가 진밀도의 92% 이상이고, 여기서 각각의 성형 연마 입자는 복수의 측면 및 4개 이상의 꼭지점을 포함하는 각각의 표면을 갖는 단계를 포함하는, 연마 입자의 제조 방법.

#### 청구항 2

제1항의 방법에 따라 제조된 성형 연마 입자.

#### 청구항 3

결합제 내에 보유된 제2항에 따른 성형 연마 입자를 포함하며, 여기서 성형 연마 입자는 알파 알루미나를 포함하고, 여기서 알파 알루미나의 평균 결정 그레인 크기는 0.8 내지 8 미크론이며, 여기서 알파 알루미나의 겉보기 밀도는 진밀도의 92% 이상이고, 여기서 성형 연마 입자는 공칭(nominal) 소정의 형상에 부합하는 연마 용품.

#### 청구항 4

알파 알루미나를 포함하며, 여기서 알파 알루미나의 평균 결정 그레인 크기는 0.8 내지 8 미크론이고, 여기서 알파 알루미나의 겉보기 밀도는 진밀도의 92% 이상이고, 여기서 각각의 성형 연마 입자는 복수의 측면 및 4개 이상의 꼭지점을 포함하는 각각의 표면을 가지며, 여기서 성형 연마 입자는 공칭 소정의 형상에 부합하는 성형 연마 입자.

#### 청구항 5

결합제 내에 보유된 성형 연마 입자를 포함하며, 여기서 성형 연마 입자는 알파 알루미나를 포함하고, 여기서 알파 알루미나의 평균 결정 그레인 크기는 0.8 내지 8 미크론이며, 여기서 알파 알루미나의 겉보기 밀도는 진밀도의 92% 이상이고, 여기서 성형 연마 입자는 공칭 소정의 형상에 부합하는 연마 용품.

#### 청구항 6

삭제

#### 청구항 7

삭제

#### 청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

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

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 개시는 개략적으로 알루미나계 연마 입자, 그의 제조 방법, 및 그를 포함하는 연마 용품에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 알루미나(즉,  $Al_2O_3$ )는 연마제 산업계에 공지된 가장 중요한 연마 광물 중 하나이며, 이는 코팅된 연마제 및 접합된 연마제에서 우수한 연삭 특징을 유발하는 그의 양호한 열 전도성, 강도, 인성, 화학적 불활성, 및 가격의 균형 때문이다. 미세구조적 개량은 연마 특징에 개선을 유발한다는 것이 오래 전부터 공지되어 있다. 따라서, 화학적 졸-겔 경로를 통해 생성되어 극도로 미세한 미세구조(<0.5 미크론)를 가진 완전히 치밀한 소결 구조를 제공하는 프리미엄 알루미나 그레인이 개발되어(예를 들어, 미국 특허 제4,314,827호(Leitheiser et al.) 참조) 연마제 시장에 도입되었다. 졸-겔 유래의 알파 알루미나로 형성된 성형 연마 입자의 도입은 연마제 산업계에 혁신을 일으켰다. 연마 응용에서 전형적으로 이들 연마 입자는 동일한 재료로 제조된 상응하는 파쇄된 입자를 능가한다. 그러나, 이러한 졸-겔-유래의 연마 입자는 약 20 메쉬(미국 메쉬 크기) 미만의 크기로만 얻어질 수 있다. 졸-겔 기술을 사용하여 더 큰 연마 입자를 생성시키기 위한 시도는, 건조 중에 다량의 휘발성 재료를 제거할 필요성과 연계된 크래킹으로 인해 일반적으로 성공적이지 않다.

[0003] 따라서, 그리트 치수(grit dimension)를 제한하지 않으면서 졸-겔 그레인의 것과 유사하거나 그보다 양호한 연삭 특징을 가진 분말-유래의 알루미나 연마제를 제공하는 것이 바람직하다. 분말-유래의  $Al_2O_3$  연마제 또한 입 수가능하지만(예를 들어, 오스트리아 필라흐 소재의 트라이바하 슬라이프미텔 AG(Treibacher Schleifmittel AG)로부터 CCC 그레인으로서, 또는 일본 도쿄 소재의 쇼와덴코 KK(ShowaDenko KK)로부터 소결 알루미나로서), 일반적으로 분말-소결 방법을 수반하는 더 조대화된 미세구조로 인해 그들의 유용성을 제한되어 왔다.

[0004] 알파 알루미나의 기계적 특성은 흔히 불순물의 존재에 의해 영향을 받는다. 특히, 소듐과 같은 불순물은 알루미나 전구체로부터의 알파 알루미나의 형성에 해로운 효과를 갖는 것으로 널리 공지되어 있다. 예를 들어, 산화나트륨의 존재는 소결 후에 알파 알루미나의 결정 그레인 크기의 증가를 야기하여 소결 공정 중의 균열 및/또는 감소된 경도를 유발한다. 현재, 연마제 산업계에서는 약 1 내지 2 미크론의 결정 알파 알루미나 그레인 크기 범위를 현저하게 초과하는 미세구조 조대화는 코팅된 연마제 및 정밀 연삭 응용에 사용하기 위한 연마 입자에 사용하기에 실용적이지 않다고 생각되고 있다.

[0005] 따라서, 성형 알파 알루미나 연마 입자의 생산에는 고순도 알파 알루미나 전구체가 상업적으로 사용된다. 이들 전구체는 상대적으로 고가이다.

### 발명의 내용

[0006] 일 태양에서 본 개시는,

[0007] 비-콜로이드성 고체 입자 및 액체 비히클을 포함하는 슬러리를 제공하며, 여기서 비-콜로이드성 고체 입자의 적어도 일부는 알파 알루미나 또는 알파 알루미나 전구체 중 하나 이상을 포함하고, 여기서 비-콜로이드성 고체 입자는 슬러리의 30 부피% 이상을 차지하는 단계;

[0008] 슬러리의 적어도 일부를 기재에 접촉되는 성형체로 형성시키며, 여기서 성형체는 실질적으로 소정의 형상에 따라 형성되는 단계;

[0009] 성형체를 적어도 부분적으로 건조시켜 성형 연마 전구체 입자를 제공하는 단계;

[0010] 성형 연마 전구체 입자의 적어도 일부를 기재로부터 분리하는 단계; 및

[0011] 성형 연마 전구체 입자의 적어도 일부를 성형 연마 입자로 전환하며, 여기서 성형 연마 입자는 알파 알루미나를 포함하고, 여기서 알파 알루미나의 평균 결정 그레인 크기는 0.8 내지 8 미크론이며, 여기서 알파 알루미나의 겉보기 밀도는 진밀도의 92% 이상이고, 여기서 각각의 성형 연마 입자는 복수의 측면 및 4개 이상의 꼭지점을 포함하는 각각의 표면을 가지며, 여기서 성형 연마 입자는 공칭(nominal) 소정의 형상에 부합하는 단계를 포함하는 연마 입자의 제조 방법을 제공한다.

[0012] 다른 태양에서, 본 개시는 상기 방법에 따라 제조된 성형 연마 입자를 제공한다.

[0013] 또 다른 태양에서 본 개시는, 알파 알루미나를 포함하는 성형 연마 입자를 제공하며, 여기서 알파 알루미나의 평균 결정 그레인 크기는 0.8 내지 8 미크론이고, 여기서 알파 알루미나의 겉보기 밀도는 진밀도의 92% 이상이고, 여기서 각각의 성형 연마 입자는 복수의 측면 및 4개 이상의 꼭지점을 포함하는 각각의 표면을 가지며, 여기서 성형 연마 입자는 공칭 소정의 형상에 부합한다.

[0014] 본 개시에 따른 성형 연마 입자는, 예를 들어, 연마 용품(예를 들어, 코팅된 연마제, 접합된 연마제, 연마 브러시, 및/또는 부직포 연마제)의 제조에 유용하다.

- [0015] 따라서, 또 다른 태양에서, 본 개시는 결합제 내에 보유된 성형 연마 입자를 포함하는 연마 용품을 제공하며, 여기서 성형 연마 입자는 알파 알루미나를 포함하고, 여기서 알파 알루미나의 평균 결정 그레인 크기는 0.8 내지 8 미크론이고, 여기서 알파 알루미나의 겉보기 밀도는 진밀도의 92% 이상이며, 여기서 성형 연마 입자는 공칭 소정의 형상에 부합한다.
- [0016] 본 개시에 따른 연마 입자 및 연마 용품은, 예를 들어, 공작물의 연마에 유용하다.
- [0017] 또 다른 태양에서 본 개시는, 본 개시에 따른 연마 용품에 함유된 하나 이상의 성형 연마 입자를 공작물과 접촉시키는 단계, 및 연마 용품 또는 공작물 중 하나 이상을 다른 하나에 대해 이동시켜 공작물의 적어도 일부를 연마하는 단계를 포함하는, 공작물의 연마 방법을 제공한다.
- [0018] 본 명세서에 사용되는 바와 같이:
- [0019] 용어 "겉보기 밀도"는 재료의 질량을 그의 겉보기 부피(즉, 내측 보이드 공간을 포함하는 부피)로 나눈 것을 지칭하고;
- [0020] 용어 "콜로이드"는 크기가 대략 10 내지 10,000 옹스트롬인 미세하게 분할된 입자가 그들이 쉽게 여과되거나 빠르게 침강되는 것을 방지하는 방식으로 연속 액체 매질 내에 분산된 시스템을 지칭하며;
- [0021] 용어 "결정 그레인"은 단일 결정 또는 단결정 재료 내의 개별적인 결정(여기서 개별적인 결정 격자는 연속적이고 그의 예지까지 끊어지지 않으며 내부 그레인 경계가 없음)을 지칭하고;
- [0022] 용어 "그레인 경계"는 다결정 재료 내의, 2개의 결정 그레인, 또는 결정자 사이에 계면을 형성하는 결정 그레인의 결정 구조 내의 결함을 지칭하며;
- [0023] 입자 크기와 관련하여 사용되는 용어 "메쉬"는, 달리 표시되지 않는 한, 미국 메쉬 크기를 지칭하고;
- [0024] 용어 "비-콜로이드성"은 콜로이드의 특징을 갖지 않음을 의미한다.
- [0025] 용어 "성형된"은 형상이 제조 중에 소정의 형상에 따른 의도적인 성형의 결과임을 의미하고;
- [0026] 표면과 관련하여 용어 "평탄한"은 표면에 그것을 제조하기 위해 사용된 제조 공정에 의해 야기된 불규칙성으로 인해 야기될 수 있는 것들 이외의 불규칙성, 조도, 또는 돌출부가 없음을 의미하며;
- [0027] 용어 "진밀도"는 주어진 압력 및 온도(예를 들어, 1 기압 및 25°C의 온도)에서 결정된, 재료 내의 임의의 내측 보이드 부피를 배제한, 주어진 재료의 밀도를 지칭한다.
- [0028] 구문 "여기서 성형 연마 입자는 공칭 소정의 형상에 부합한다"는 성형 연마 입자의 형상이, 건조, 하소(calcining), 및 소결(sintering) 중의 수축, 및 공정 가변성으로 인해 발생할 수 있는 무작위 편차(예를 들어, 경미한 워핑 또는 결함)를 감안하여, 그들이 제조된 방법(예를 들어, 몰딩, 압출, 또는 스크린 인쇄)에 의해 결정된, 의도된(소정의) 공칭 형상에 실질적으로 상응함을 의미한다.
- [0029] 유리하게는, 본 개시에 따른 성형 연마 입자는, 예를 들어, 디스크 및/또는 벨트의 형태의 코팅된 연마제, 접합된 연마제, 및/또는 부직포 연마제에 혼입될 때 우수한 연마 특징을 나타낼 수 있다. 추가로, 심지어 성형 연마 입자 내의 알루미나 미세구조(즉, 결정 그레인 크기)가 약 1 내지 2 미크론의 범위(코팅된 연마제 및 정밀 연삭 용용에 유용한 경계선으로서 당업계에서 일반적으로 허용되는 결정 그레인 크기 수준)를 현저하게 초과하여 조대화된 경우에도 성형 연마 입자의 연삭 특징이 실질적으로 유지된다. 이는 구매가능한 콜-겔-유래의 성형 연마 입자 내의 알루미나 미세구조와 대조된다.
- [0030] 유리하게는, 실질적으로 등가인(또는 더 양호한) 연마 성능을 달성하면서, 전형적인 콜-겔 공정에 사용될 것보다 덜 고가인 시재료를 사용하여 본 개시에 따른 연마 입자를 제조할 수 있다.
- [0031] 본 발명의 특징 및 이점이 상세한 설명 뿐만 아니라 첨부된 특허청구범위를 고려할 때 추가로 이해될 것이다.

### 도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 본 개시에 따른 예시적인 성형 연마 입자(100)의 도식적 사시도이다.
- 도 2는 본 개시에 따른 예시적인 코팅된 연마 용품(200)의 도식적 측면도이다.
- 도 3은 본 개시에 따른 다른 예시적인 코팅된 연마 용품(300)의 도식적 측면도이다.

도 4는 본 개시에 따른 예시적인 연삭 훈(400)의 도식적 사시도이다.

도 5는 본 개시에 따른 예시적인 부직포 연마 용품(500)의 약 100x 확대된 도식적 묘사이다.

도 6은 실시예 5의 성형 연마 입자의 균열 표면의 주사 전자 현미경법(SEM: scanning electron microscopy) 현미경 사진이다.

도 7은 1550°C에서 소성된(fired) 실시예 6 성형 연마 그레인의 모서리의 SEM 현미경 사진이다.

도 8은 1575°C에서 소성된 실시예 6 성형 연마 그레인의 에지의 SEM 현미경 사진이다.

도 9는 실시예 8c의 성형 연마 입자의 균열 표면의 SEM 현미경 사진이다.

도 10은 실시예 8e의 성형 연마 입자의 균열 표면의 SEM 현미경 사진이다.

전술된 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 구현예들이 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

[0033]

본 개시에 따른 성형 연마 입자는 비-콜로이드성 고체 입자 및 액체 비히클을 포함하는 슬러리를 사용하는 단계 공정에 따라 제조될 수 있다. 전형적으로, 비-콜로이드성 고체 입자는 액체 비히클 중에 혼탁되나; 비-콜로이드성 고체 입자가 일부 침강되는 것도 허용가능하다. 비-콜로이드성 고체 입자의 적어도 일부는 알파 알루미나 또는 그의 전구체 중 하나 이상을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 비-콜로이드성 고체 입자는 알파 알루미나 입자, 알파 알루미나 전구체 입자, 또는 그의 조합을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 비-콜로이드성 고체 입자의 실질적으로 전부(예를 들어, 95 중량% 이상 또는 99 중량% 이상), 또는 전부는 알파 알루미나 입자, 알파 알루미나 전구체 입자, 또는 그의 조합을 포함한다.

[0034]

알파 알루미나 입자 및 비-콜로이드성 알파 알루미나 전구체 입자는, 개별적으로 측정하거나, 양자 모두가 존재한다면 집합적으로 측정할 때, 슬러리의 30, 35, 40, 50 부피% 이상, 또는 심지어 55 부피% 이상을 차지할 수 있다. 슬러리는, 예를 들어, 중점제(들) 요변제(thixotrope)(들), 분산제(들), 습윤제(들), 탈포제(들), 커플링제(들), 개질제(modifying agent)(들) 또는 그의 전구체(들), 기핵제(들), 해교제(들), 및/또는 몰드 이형제(들)와 같은 하나 이상의 임의의 첨가제를 추가로 포함할 수 있다. 유용한 중점제는, 예를 들어, 구아 검, 소듐 카르복시메틸 셀룰로오스, 및/또는 카보머와 같은 유기 중점제(들); 및 예를 들어, 콜로이드성 베마이트와 같은 무기 중점제를 포함한다.

[0035]

개질 첨가제는 연마 입자의 일부 바람직한 특성을 향상시키거나 후속 소결 단계의 유효성을 증가시키는 작용을 할 수 있다. 개질 첨가제 또는 개질 첨가제의 전구체는 미크론-규모 및 서브미크론-규모 미립자, 나노-콜로이드(즉, 나노미터-규모 콜로이드), 가용성 염, 전형적으로 수용성 염 및 난용성 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. 이러한 첨가제의 특정 수준의 결정은 당업자의 역량 내에 있다.

[0036]

슬러리에 포함되기에 적합한 기핵제는, 예를 들어, 알파 알루미나, 알파 산화제2철 또는 그의 전구체, 산화티타늄 및 티타네이트, 산화크롬, 또는 변환을 기핵할 임의의 다른 재료의 미세 입자를 포함할 수 있다. 사용되는 경우, 기핵제의 양은 전형적으로 알파 알루미나의 변환을 일으키기에 충분하다. 알파 알루미나 전구체 분산액의 핵을 형성하는 것은 미국 특허 제4,744,802호 (슈와벨(Schwabe))에 개시되어 있다.

[0037]

콜로이드성 베마이트 중점제가 슬러리 내에 포함되는 경우, 안정성의 제공을 위해 해교제가 유용할 수 있다. 적합한 해교제는 일양성자산(monoprotic acid) 또는 산화합물, 예를 들어 초산, 염산, 포름산, 및 질산을 포함한다. 다양성자산(multiprotic acid) 또한 사용될 수 있지만, 그들은 슬러리를 빠르게 젤화하여 추가의 성분을 취급하거나 그것에 도입하는 것을 어렵게 할 수 있다.

[0038]

일부 실시 형태에서, 비-콜로이드성 고체 입자는 알파 알루미나 입자를 포함한다. 알파 알루미나 입자는, 예를 들어, 파쇄되거나 성형될 수 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 용어 "알파 알루미나 입자"는 알파 알루

미나를 포함하는 입자를 지칭한다. 일부 실시 형태에서, 알파 알루미나 입자는 95 중량% 이상 또는 99 중량% 이상의 알파 알루미나를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 알파 알루미나 입자는 알파 알루미나로 구성된다. 유용한 알파 알루미나 입자는 알루미늄 이온 이외의 금속 이온(예를 들어, Fe<sup>3+</sup> 이온)을 함유할 수 있다. 적합한 알파 알루미나의 예는 알파 알루미나 백색 용융 알루미나, 및 갈색 용융 알루미나를 포함한다.

[0039] 일부 실시 형태에서, 비-콜로이드성 고체 입자는 알파 알루미나 전구체 입자를 포함한다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 용어 "알파 알루미나 전구체"는 충분한 가열에 의해 적어도 부분적으로(예를 들어, 완전히) 알파 알루미나로 전환될 수 있는 알파 알루미나 이외의 재료를 지칭한다. 적합한 알파 알루미나 전구체의 예는, 베마이트( $\gamma$ -AlO(OH)), 다이아스포어( $\alpha$ -AlO(OH)), 바이어라이트(즉,  $\alpha$ -Al(OH)<sub>3</sub>), 및 킷사이트 및 그의 다형체(예를 들어, 도이라이트(doyleite) 및 노르드스트란다이트(nordstrandite))를 포함한다.

[0040] 비-콜로이드성 고체 입자는 단일모드 또는 다중모드(예를 들어, 이중모드)일 수 있다. 예를 들어, 비-콜로이드성 고체 입자는 이중모드 분포를 가질 수 있으며, 여기서 비-콜로이드성 고체 입자의 약 95%는 약 0.7 미크론의 모드를 가질 수 있고 비-콜로이드성 고체 입자의 약 5%는 약 2 내지 3 미크론의 모드를 갖는다.

[0041] 심지어 보통 수준의 나트륨 이온도 나트륨 이온을 함유하는 연마 입자의 연마 특성을 현저하게 저하시키는 경향이 있는 전통적인 졸-겔 방법과는 대조적으로, 유리하게는, 본 개시에 따른 성형 연마 입자 및 방법은 슬러리 성분 및 생성된 성형 연마 입자 중의 보통 수준의 나트륨 이온을 용인한다. 예를 들어, 심지어 성형 연마 입자가 당량 기준(equivalent basis)으로, 성형 연마 입자의 총 중량에 대하여 최대 약 2.5 중량%의 산화나트륨, 바람직하게는 0.03 내지 2.5 중량%의 산화나트륨, 더욱 바람직하게는 0.05 내지 2.5 중량%의 산화나트륨을 함유하는 경우에도 양호한 연마 특성을 얻을 수 있다. 일부 실시 형태에서, 성형 연마 입자는 당량 기준으로, 성형 연마 입자의 총 중량에 대하여 0.05 내지 0.5 중량%의 산화나트륨을 함유한다.

[0042] 액체 비히클은 물 및/또는 유기 용매를 포함할 수 있다. 액체 비히클은 액체 비히클의 50, 60, 70, 80, 90 중량% 이상, 또는 심지어 95 중량% 이상의 양으로 물을 포함한다. 바람직하게는, 액체 비히클 중의 임의의 유기 용매는 수용성이며, 더욱 바람직하게는 수흔화성이다. 예는 저급 알코올(예를 들어, 메탄올, 에탄올, 프로판올), 에테르(예를 들어, 글라임 및 다이글라임), 및 락탐(예를 들어, 2-피롤리돈)을 포함한다.

[0043] 바람직하게는, 슬러리 중에 포함된 알파 알루미나 및/또는 알파 알루미나 전구체의 입자는 평균 입자 크기가 0.4 내지 2.0 미크론의 범위, 더욱 바람직하게는 0.4 내지 0.8 미크론의 범위이나, 이것이 요구은 아니다. 일부 실시 형태에서는 이중모드 또는 심지어 삼중모드 입자 크기 분포가 유용하다. 이 경우에는 미세한 입자에 부가하여 현저하게 더 큰 크기의 것들이 존재할 수 있다(예를 들어, 0.7의 평균 입자 크기를 몇 %의 2 내지 5 미크론 입자로 보충함).

[0044] 그 다음에 슬러리의 적어도 일부를 기재와 접촉시켜 성형체를 형성시킨다. 이는 적어도 몇몇 방식으로 수행될 수 있다.

[0045] 예를 들어, 졸-겔 대신에 슬러리를 사용하는 점을 제외하고는 일반적으로 졸-겔 분산물을 위해 개발된 공정에 따라 생산 공구(즉, 몰드)를 사용하여 슬러리를 몰딩함으로써 성형체를 또한 제조할 수 있다. 이 방법에서는, 예를 들어, 미국 특허 출원 공개 제2010/0146867 A1호(Boden et al.); 제2010/0151195 A1호(Culler et al.); 제2010/0151196 A1호(Adefris et al.); 제2009/0165394 A1호(Culler et al.); 및 제2010/0151201A1호(Erickson et al.)에 기재된 바와 같이, 기재의 주 표면 상의 정밀하게 성형된 몰드 캐비티 내로 슬러리를 밀어 넣는다(예를 들어, 나이프 코터, 바 코터, 또는 닥터 블레이드를 사용함). 이 경우에, 건조 중의 수축을 감안하여, 성형체가 몰드 캐비티의 형상을 실질적으로 유지하는 것이 바람직하다.

[0046] 적합한 생산 공구는, 예를 들어, 벨트, 시트(sheet), 연속 웨브(web), 윤전 그라비아 롤(rotogravure roll)과 같은 코팅 롤, 코팅 롤 상에 장착된 슬리브(sleeve), 또는 다이(die)일 수 있다. 일 실시 형태에서, 생산 공구는 종합체성 재료를 포함한다. 적합한 종합체성 재료의 예들은 폴리에스테르, 폴리카르보네이트, 폴리(에테르 셀론), 폴리(메틸 메타크릴레이트), 폴리우레탄, 폴리비닐 클로라이드, 폴리올레핀, 폴리스티렌, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌 또는 이들의 조합과 같은 열가소성 재료, 또는 열경화성 재료를 포함한다. 일 실시 형태에서, 전체 생산 공구는 종합체성 재료 또는 열가소성 재료로 제조된다.

[0047] 종합체성 또는 열가소성 생산 공구는 금속 마스터 공구로부터 복제될 수 있다. 마스터 틀은 생산 공구에 요구되는 역상의 패턴을 가질 것이다. 마스터 공구는 생산 공구와 동일한 방식으로 제조될 수 있다. 일 실시예에서, 마스터 공구는 금속, 예를 들어 니켈로 만들어지며, 다이아몬드 선삭된다. 일 실시 형태에서, 마스터 공구

는 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 냉각하여 생산 공구를 생성한다. 열가소성 생산 공구가 이용되는 경우, 과도한 열이 발생하여 열가소성 생산 공구를 변형시켜서 수명을 제한하지 않도록 주의하여야 한다. 생산 공구류 또는 마스터 공구의 설계 및 제조에 관한 더 많은 정보를 미국 특허 제5,152,917호(Pieper et al.), 미국 특허 제5,435,816호 (Spurgeon et al.); 제5,672,097호(Hoopman et al.), 제5,946,991호(Hoopman et al.), 제5,975,987호(Hoopman et al.), 및 제6,129,540호(Hoopman et al.)에서 찾을 수 있다.

[0048] 스크래퍼(scraping) 또는 레벨러(leveler) 바를 사용하여 생산 공구 내의 캐비티 내로 슬러리를 완전히 밀어 넣을 수 있다. 캐비티에 진입하지 않은 슬러리의 나머지 일부를 생산 공구의 상부 표면으로부터 제거하여 재활용 할 수 있다. 일부 실시 형태에서는 슬러리의 적은 일부가 생산 공구의 상부 표면 상에 잔류할 수 있는 반면에, 다른 실시 형태에서는 상부 표면에 분산물이 실질적으로 없다. 스크래퍼 또는 레벨러 바에 의해 적용되는 압력은 전형적으로 100 psi(0.6 MPa) 미만, 또는 50 psi(0.3 MPa) 미만, 또는 심지어 10 psi(60 kPa) 미만이다. 일부 실시 형태에서, 슬러리는 상부 표면을 넘어 바깥쪽으로 연장되지 않는다. 캐비티의 노출된 표면이 성형 연마 입자의 평면형 면을 생성시키는 것이 요구되는 실시 형태에서는, 캐비티를 과충전하고(예를 들어, 마이크로 노즐 어레이를 사용하여) 슬러리를 천천히 건조시키는 것이 바람직할 수 있다.

[0049] 몰드의 상부 표면 또는 하부 표면 내의 개구로부터 생산 공구 내의 캐비티에 접근할 수 있다. 일부 경우에, 캐비티는 몰드의 전체 두께에 대해 연장될 수 있다. 대안적으로, 캐비티는 몰드의 두께의 단지 일부에 대하여 연장될 수 있다. 일 실시 형태에서, 상부 표면은 캐비티가 실질적으로 균일한 깊이를 갖는 몰드의 하부 표면에 실질적으로 평행하다. 몰드의 적어도 일 측면, 즉 캐비티가 형성되는 측면은 휘발성 성분이 제거되는 단계 중에 주위의 대기에 노출된 상태로 남을 수 있다.

[0050] 캐비티는 세라믹 성형 연마 입자를 제조하기 위해 특정 3-차원 형상을 갖는다. 깊이 치수는 상부 표면으로부터 하부 표면까지의 수직 거리와 동일하다. 주어진 캐비티의 깊이는 균일하거나 그 길이 및/또는 폭을 따라서 변 할 수 있다. 주어진 몰드의 캐비티는 동일 형상이거나 다른 형상이 될 수 있다.

[0051] 대안적으로, 스크린 또는 천공된 기재 내의 개구를 통해 슬러리를 밀어 넣을 수 있다(예를 들어, 스크린 인쇄에 의함). 이 경우에는, 건조 중에 성형체가 그들의 형상을 실질적으로 유지하도록(수축을 감안함) 슬러리가 충분 한 점도를 갖는 것이 바람직하다.

[0052] 이들 방법 중 어느 하나에서, 요구되는 경우에 기재로부터 성형 연마 전구체 입자를 제거하는 것을 보조하기 위해, 슬러리 중에 몰드 이형체를 포함하거나 몰드 표면 상에 몰드 이형체를 코팅하는 것이 바람직할 수 있다. 전형적인 몰드 이형체는 땅콩유 또는 광유와 같은 오일, 어유(fish oil), 실리콘, 폴리테트라플루오로에틸렌(ptfe), 아연 스테아레이트, 및 흑연을 포함한다. 일반적으로, 몰드 이형체가 요구되는 경우, 약 0.1 mg/in<sup>2</sup>(0.6 mg/cm<sup>2</sup>) 내지 약 3.0 mg/in<sup>2</sup>(20 mg/cm<sup>2</sup>), 또는 약 0.1 mg/in<sup>2</sup>(0.6 mg/cm<sup>2</sup>) 내지 약 5.0 mg/in<sup>2</sup>(30 mg/cm<sup>2</sup>)의 몰드 이형체가 존재하도록, 물 또는 알코올과 같은 액체 중의 땅콩유와 같은 몰드 이형체를 슬러리와 접촉되는 생산 공구류의 표면에 적용한다.

[0053] 기재는, 예를 들어, 시트, 롤, 벨트, 또는 웨브 벨트(web a belt), 시트, 연속 웨브, 윤전 그라비아 롤과 같은 코팅 롤, 또는 코팅 롤 상에 장착된 슬리브의 형태일 수 있다. 기재는 금속(예를 들어, 벨트 또는 롤의 경우에 서와 같이) 또는 유기 증점제(예를 들어, 폴리에틸렌 또는 폴리프로필렌)를 포함할 수 있다.

[0054] 슬러리를 성형체로 형성시킨 후에, 성형체를 적어도 부분적으로 건조시켜 성형 연마 전구체 입자를 제공한다. 예를 들어, 오븐, 가열판(heated platen), 열선총(heat gun), 또는 적외선 가열기를 사용하여 이를 수행할 수 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 용어 "건조"는 액체 비히클의 적어도 일부의 제거를 지칭하며, 이는 물의 제거를 구체적으로 지칭하거나 지칭하지 않을 수 있다.

[0055] 바람직하게는, 액체 비히클은 빠른 증발 속도로 제거된다. 일부 실시 형태에서, 증발에 의한 액체 비히클의 제거는 액체 비히클의 비등점 초과의 온도에서 일어난다. 건조 온도의 상한은 몰드를 제조한 재료에 따라 달라질 수 있다. 폴리프로필렌 공구류의 경우, 그 온도는 일반적으로 폴리프로필렌의 융점 미만, 바람직하게는 연화점 미만이어야 한다.

[0056] 건조 중에 슬러리가 수축하며, 이는 캐비티 벽으로부터의 퇴축을 야기할 수 있다. 예를 들어, 캐비티가 평면형 벽을 갖는다면, 생성되는 세라믹 성형 연마 입자는 3개 이상의 오목한 주 측면을 갖는 경향이 있을 수 있다.

캐비티 벽을 오목하게 함으로써(이에 의해 캐비티 부피가 증가됨) 3개 이상의 실질적으로 평면형인 주 측면을 갖는 성형 연마 입자를 얻는 것이 가능하다. 요구되는 오목한 정도는 일반적으로 슬러리의 고체 함량에 따라 달라진다.

[0057] 그 다음에, 성형 연마 전구체 입자의 적어도 일부를 기재로부터 분리한다. 전형적으로, 예를 들어, 중력, 진공, 압축 공기, 또는 예를 들어, 진동(예를 들어, 초음파 진동) 굴곡 및/또는 타격과 같은 기계적 방법에 의해 이를 수행할 수 있으나, 다른 방법 또한 사용할 수 있다.

[0058] 일단 기재로부터 분리되면, 성형 연마 전구체 입자의 적어도 일부를 성형 연마 입자로 전환한다.

[0059] 일단 기재로부터 분리되면 성형 연마 전구체 입자를 바깥에서 추가로 건조시킬 수 있다. 슬러리가 몰드 내에서 요구되는 수준까지 건조되는 경우, 이러한 추가의 건조 단계는 필요하지 않다. 그러나, 일부 경우에는, 슬러리가 몰드 내에 체류하는 시간을 최소화하기 위해 이러한 추가의 건조 단계를 채용하는 것이 경제적일 수 있다. 전형적으로, 성형 연마 전구체 입자는 50°C 내지 160°C, 또는 120°C 내지 150°C의 온도에서 10 내지 480 분, 또는 120 내지 400 분 동안 건조될 것이다.

[0060] 임의로, 그러나 바람직하게는, 이어서 성형 연마 전구체 입자를 하소시킨다. 하소 중에, 본질적으로 모든 휘발성 재료가 제거되며, 슬러리 중에 존재했던 다양한 성분이 금속 산화물로 변환된다. 성형 연마 전구체 입자는 일반적으로 400°C 내지 800°C의 온도로 가열되며, 자유수(free water) 및 90 중량%를 초과하는 임의의 결합된 휘발성 재료가 제거될 때까지 이 온도 범위 내에 유지된다. 선택적 단계에서는 합침 공정에 의해 개질 첨가제를 도입하는 것이 바람직할 수 있다. 합침에 의해 수용성 염이 하소된 성형 연마 전구체 입자의 기공 내로 도입될 수 있다. 이어서, 성형 연마 전구체 입자는 다시 예비소성된다. 이 선택 사항은 미국 특허 제5,164,348 호(우드(Wood))에 추가로 기재되어 있다.

[0061] 하소되었든 아니든, 성형 연마 전구체 입자(또는 하소된 성형 연마 전구체 입자)는 소결되어 알파 알루미나를 포함하는 성형 연마 입자를 형성한다. 성형 연마 입자는 소결 후에 전형적으로 세라믹이다. 소결 전에, (임의로 하소된) 성형 연마 전구체 입자는 완전히 치밀화되지 않으며, 따라서 세라믹 성형 연마 입자로 사용되기 위해 요구되는 경도가 부족하다. 소결은 전형적으로 (임의로 하소된) 성형 연마 전구체 입자를 1000°C 내지 1650°C의 온도로 가열함으로써 일어난다. 치밀화를 달성하기 위해 요구되는 가열 시간은 다양한 요인에 따라 달라지나, 5 초 내지 48 시간의 시간이 전형적이다.

[0062] 다른 실시 형태에서, 소결 단계의 기간은 1분 내지 90분이다. 소결 후에, 세라믹 성형 연마 입자는 비커스(Vickers) 경도가 10 GPa(기가파스칼), 16 GPa, 18 GPa, 20 GPa 이상일 수 있다.

[0063] 기재된 공정을 개질하기 위해, 예를 들어, 재료를 하소 온도로부터 소결 온도까지 빠르게 가열하는 단계 또는 슬러리를 원심분리하여 슬러지 및/또는 폐기물을 제거하는 단계와 같은 다른 단계를 사용할 수 있다. 게다가, 이 공정은 필요에 따라 공정 단계들 중 둘 이상을 조합함으로써 변경될 수 있다. 본 발명의 공정을 변경하는데 사용할 수 있는 종래의 공정 단계들은 레이티저(Leitheiser)의 미국 특허 제4,314,827호에 보다 완전하게 기재되어 있다.

[0064] 본 개시에 따라 제조된 성형 연마 입자는 평균 결정 그레인 크기가 0.8 내지 8 미크론(바람직하게는 0.8 내지 6 미크론, 더욱 바람직하게는 0.8 내지 5 미크론)이고, 겉보기 밀도가 진밀도(예를 들어, 알파 알루미나의 경우 25°C에서의 진밀도 = 3.97 g/cm<sup>3</sup>)의 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98% 이상, 또는 심지어 99% 이상인 알파 알루미나를 포함한다.

[0065] 본 개시에 따른 성형 연마 입자는 전형적으로 크기가 약 10 내지 약 10000 미크론; 바람직하게는 약 100 내지 약 10000 미크론, 더욱 바람직하게는 약 500 내지 약 10000 미크론의 범위인 광범위한 입자 크기로 사용될 수 있으나, 이것이 요건은 아니다. 일부 실시 형태에서, 성형 연마 입자의 평균 입자 크기는 20 미국 메쉬(즉, ≥ 약 840 미크론) 이상이다. ANSI(미국 표준 협회(American National Standard Institute)), FEPA(유럽 연마제 제조 협회(Federation of European Producers of Abrasives)), 및 JIS(일본 산업 표준(Japanese Industrial Standard))와 같이 연마제 산업계에 인정된 등급화 표준(grading standard)의 사용을 포함하는 당업계에 주지된 기술을 사용하여 본 개시에 따른 성형 연마 입자를 스크리닝하여 등급화할 수 있다. ANSI 등급 명칭은 ANSI 4, ANSI 6, ANSI 8, ANSI 16, ANSI 24, 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 600을 포함한다. FEPA 등급 명칭은 P8, P12, P16, P24, P36, P40, P50, P60, P80, P100, P120, P150, P180, P220, P320, P400, P500, P600, P800, P1000 및 P1200을 포함한다. JIS 등급 명칭은 JIS8, JIS12, JIS16, JIS24,

JIS36, JIS46, JIS54, JIS60, JIS80, JIS100, JIS150, JIS180, JIS220, JIS240, JIS280, JIS320, JIS360, JIS400, JIS400, JIS600, JIS800, JIS1000, JIS1500, JIS2500, JIS4000, JIS6000, JIS8000, 및 JIS10,000을 포함한다.

- [0066] 본 개시에 따른 성형 연마 입자는, 일반적으로 그들을 형성시키기 위해 사용된 방법에 의해 부여된 비-무작위 형상을 갖는다. 예를 들어, 성형 연마 입자는 피라미드, 절두형 피라미드, 막대, 또는 원뿔로서 성형될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 성형 연마 입자는 4개 이상의 꼭지점을 형성하는 복수의 측벽을 포함하는 외측 표면을 갖는다. 전형적으로 측벽은 평탄하거나 실질적으로 평탄하나, 이것이 요건은 아니다.
- [0067] 일부 실시 형태에서, 각각의 성형 연마 입자는 복수의 측벽에 인접한 하부 표면을 포함할 수 있으며, 여기서 하부 표면은 3개 이상의 꼭지점을 포함한다.
- [0068] 일부 실시 형태에서, 각각의 성형 연마 입자는 복수의 측벽에 인접한 각각의 상부 표면을 추가로 포함할 수 있으며, 여기서 상부 표면과 하부 표면은 서로 접촉되지 않는다. 일부 실시 형태에서, 측벽은 하부 표면으로부터 안쪽으로 테이퍼를 이룬다.
- [0069] 이제 도 1을 참조하면, 본 개시에 따른 예시적인 성형 연마 입자(100)는 꼭지점(110), 측벽(120), 에지(130), 하부 표면(140), 및 상부 표면(150)(이는 하부 표면(140)에 접촉되지 않음)을 가진 절두형 삼각 피라미드를 포함한다. 측벽(120)은 하부 표면(140)으로부터 안쪽으로 테이퍼를 이룬다. 인접한 측벽은 에지(130) 및 2개 이상의 꼭지점(110)에서 서로 접촉된다.
- [0070] 다른 태양에서 본 개시는, 결합제 및 결합제 내에 보유된 본 개시에 따른 성형 연마 입자를 포함하는 연마 용품(예를 들어, 코팅된 연마 용품, 접합된 연마 용품(유리화되고, 수지성이며, 금속-접합된 연삭 훈, 컷-오프 훈(cut-off wheel), 마운티드 포인트(mounted point), 및 연마석(honing stone)을 포함함), 부직포 연마 용품, 및 연마 브러시)을 제공한다. 이러한 연마 용품의 제조 방법 및 연마 용품의 사용 방법은 당업자에게 주지되어 있다. 추가로, 본 개시에 따른 성형 연마 입자는 연마 화합물(예를 들어, 경면연마 화합물)의 슬리리, 밀링 매질, 쇼트 블라스트 매질(shot blast media), 진동 밀 매질 등과 같은 연마 입자를 이용하는 연마 응용에 사용할 수 있다.
- [0071] 코팅된 연마 용품은 일반적으로, 배킹, 연마 입자, 및 연마 입자를 배킹 상에 유지하기 위한 하나 이상의 결합제를 포함한다. 적합한 배킹 재료의 예는 직조물(woven fabric), 중합체성 필름, 가황 섬유, 부직물(nonwoven fabric), 편직물(knit fabric), 종이, 그의 조합, 및 그의 처리된 버전을 포함한다. 결합제는 무기 또는 유기 결합제(열경화성 수지 및 방사경화성 수지를 포함함)를 포함하는 임의의 적합한 결합제일 수 있다. 연마 입자는 코팅된 연마 용품의 하나의 층 또는 2개의 층 내에 존재할 수 있다.
- [0072] 본 개시에 따른 코팅된 연마 용품의 예시적인 실시 형태는 도 2에 도시되어 있다. 도 2를 참조하면, 코팅된 연마 용품(200)은 배킹(220) 및 연마 층(230)을 갖는다. 연마 층(230)은 메이크 코트(make coat)(250) 및 사이즈 코트(size coat)(260)에 의해 배킹(220)(기재)의 주 표면(270)에 고정된 본 개시에 따른 성형 연마 입자(240)를 포함한다. 성형 연마 입자(240)는 메이크 코트(250)에 접촉된다. 사이즈 코트(260)는 메이크 코트(250)의 적어도 일부 및 성형 연마 입자(240)의 적어도 일부 상에 배치된다. 메이크 코트(250) 및 사이즈 코트(260) 각각은 동일하거나 상이할 수 있는 각각의 결합제를 포함한다.
- [0073] 본 개시에 따른 다른 예시적인 코팅된 연마 용품은 도 3에 도시되어 있다. 도 3을 참조하면, 예시적인 코팅된 연마 용품(300)은 배킹(320)(기재) 및 구조화된 연마 층(330)을 갖는다. 구조화된 연마 층(330)은 배킹(320)의 주 표면(370)에 고정된 결합제(350) 중에 분산된 본 개시에 따른 성형 연마 입자(340)를 포함하는 복수의 성형 연마 복합재(335)를 포함한다.
- [0074] 본 개시에 따른 코팅된 연마 용품은, 요구되는 경우에, 예를 들어, 연마 층 상에 중첩된 임의의 초대형 층과 같은 추가의 층을 포함할 수 있거나, 정전기 방지 처리제 및/또는 층 또한 연마 층의 반대쪽에 있는 배킹 상에 배치될 수 있다.
- [0075] 코팅된 연마 용품 및 그들의 제조 방법에 관한 상세 사항은, 예를 들어, 미국 특허 제4,734,104호(Broberg); 제4,737,163호(Larkey); 제5,203,884호(Buchanan et al.); 제5,152,917호(Pieper et al.); 제5,378,251호(Culler et al.); 제5,436,063호(Follett et al.); 제5,496,386호(Broberg et al.); 제5,609,706호(Benedict et al.); 제5,520,711호(Helmin); 제5,961,674호(Gagliardi et al.), 및 제5,975,988호(Christianson)에서 확인할 수 있다.

- [0076] 접합된 연마 용품은 전형적으로 유기 결합제, 금속 결합제, 또는 유리화 결합제에 의해 함께 유지되는 연마 입자의 성형된 매스(shaped mass)(이는 본 개시에 따른 성형 연마 입자 및 임의로 파쇄된 연마 입자를 포함함)를 포함한다. 이러한 성형된 매스는, 예를 들어 연삭 훈, 또는 컷오프 훈과 같은 훈 형태일 수 있다. 연삭 훈의 직경은 전형적으로 약 1 cm 내지 1 미터 초과이고; 컷오프 훈의 직경은 약 1 cm 내지 80 cm초과(더욱 전형적으로는 3 cm 내지 약 50 cm)이다. 컷오프 훈 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 연마석, 세그먼트, 마운티드 포인트, 디스크(예를 들어, 이중 디스크 연삭기), 또는 다른 통상적인 접합된 연마 형상의 형태일 수 있다. 접합된 연마 용품은 전형적으로, 접합된 연마 용품의 총 부피에 대하여 약 3 내지 50 부피%의 접합 재료, 약 30 내지 90 부피%의 연마 입자(또는 연마 입자 블렌드), 최대 50 부피%의 첨가제(연삭 보조제를 포함함), 및 최대 70 부피%의 기공을 포함한다.
- [0077] 예시적인 형태는 연삭 훈이다. 도 4를 참조하면, 본 개시에 따른 연삭 훈(400)은 결합제(430)에 의해 보유되고 훈 내로 몰딩되며 허브(420) 상에 장착된 본 개시에 따른 성형 연마 입자(440)를 포함한다.
- [0078] 접합된 연마 용품에 관한 추가의 상세 사항은, 예를 들어, 미국 특허 제4,543,107호(Rue), 미국 특허 제4,741,743호(Narayanan et al.), 미국 특허 제4,800,685호(Haynes et al.), 미국 특허 제4,898,597호(Hay et al.); 제4,997,461호(Markhoff-Matheny et al.); 제5,037,453호(Narayanan et al.); 및 미국 특허 제5,863,308호(Qi et al.)에서 확인할 수 있다.
- [0079] 부직포 연마 용품은 전형적으로 구조 전체에 걸쳐 분포되고 유기 결합제에 의해 그 내부에서 접착식으로 접합되는 본 개시에 따른 연마 입자를 갖는 개방 다공성의 로프티 중합체 필라멘트(lofty polymer filament) 구조를 포함한다. 필라멘트의 예는 폴리에스테르 섬유, 폴리아미드 섬유, 및 폴리아라미드 섬유를 포함한다. 도 5에는, 본 개시에 따른 예시적인 부직포 연마 용품(500)의 약 100x 확대된 도식적 묘사가 제공된다. 본 개시에 따른 이러한 부직포 연마 용품은 로프티 개방 부직포 섬유 웨브(550)(기재)를 포함하며, 그 위에 본 개시에 따른 성형 연마 입자(540)가 결합제 재료(560)에 의해 접착된다.
- [0080] 부직포 연마 용품 및 그들의 제조 방법에 관한 상세 사항은, 예를 들어, 미국 특허 제2,958,593호(Hoover et al.); 제4,227,350호(Fitzer); 제4,991,362호(Heyer et al.); 제5,712,210호(Windisch et al.); 제5,591,239 호(Edblom et al.); 제5,681,361호(Sanders); 제5,858,140호(Berger et al.); 제5,928,070호(Lux); 및 미국 특허 제6,017,831호(Beardsley et al.)에서 확인할 수 있다.
- [0081] 연마 브러시 및 그들의 제조 방법에 관한 상세 사항은, 예를 들어, 배킹과 통합된 복수의 빗살(bristle)을 갖는 것들을 포함하는 연마 브러시(예를 들어, 미국 특허 제5,443,906호 (Pihl et al.); 제5,679,067호(Johnson et al.); 및 제5,903,951호(Ionta et al.) 참조)에서 확인할 수 있다. 바람직하게는, 이러한 브러시는 연마 입자 및 중합체의 혼합물을 사출 몰딩함으로써 제조된다.
- [0082] 적합한 결합제(즉, 결합제 재료)는, 예를 들어, 열경화성 유기 결합제와 같은 유기 결합제를 포함한다. 적합한 열경화성 유기 결합체의 예는 폐놀 수지, 우레아-포름알데히드 수지, 멜라민-포름알데히드 수지, 우레탄 수지, 아크릴레이트 수지, 폴리에스테르 수지, 펜던트 알파, 베타-불포화 카르보닐기를 갖는 아미노플라스트 수지, 에폭시 수지, 아크릴레이트화 우레탄, 아크릴레이트화 에폭시, 및 그의 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, 또는 지르코알루미네이트), 가소제, 혼탁제 등과 같은 첨가제를 포함할 수 있다. 이들 임의의 첨가제의 양은 바람직한 특성을 제공하도록 선택된다. 커플링제는 연마 입자 및/또는 충전제에서의 접착을 개선할 수 있다. 결합제의 화학물은 열경화되거나, 방사선 경화되거나, 또는 이의 조합일 수 있다. 결합제 화학 특성에 대한 추가의 상세 사항은 미국 특허 제4,588,419 호(Caul et al.), 미국 특허 제4,751,138호(Tumey et al.), 및 미국 특허 제5,436,063호(Follett et al.)에서 확인할 수 있다.
- [0083] 유리화 접합된 연마재에 있어서, 더욱 구체적으로는, 비결정성 구조를 나타내고 전형적으로 경질인 유리질 접합 재료가 당업계에 주지되어 있다. 일부 경우, 유리질 접합 재료는 결정상들을 포함한다. 본 개시에 따른 접합된 유리화 연마 용품은 훈, 연마석, 마운티드 포인트 또는 다른 관용적인 접합된 연마제 형상의 형상으로 존재 할 수 있다. 본 개시에 따른 예시적인 유리화 접합된 연마 용품은 연삭 훈이다.
- [0084] 유리질 접합 재료를 형성시키기 위해 사용되는 금속 산화물의 예는 실리카, 규산염, 알루미나, 소다, 칼시아, 포타시아, 티타니아, 산화철, 산화아연, 산화리튬, 마그네시아, 보리아, 규산알루미늄, 봉규산염 유리, 리튬 알

루미늄 실리케이트, 그 조합 등을 포함한다. 전형적으로, 유리질 접합 재료는 10 내지 100 중량%의 유리 프릿을 포함하는 조성물로부터 형성될 수 있으나, 더욱 전형적으로 조성물은 20 내지 80 중량%의 유리 프릿, 또는 30 내지 70 중량%의 유리 프릿을 포함한다. 유리질 접합 재료의 나머지 부분은 비-프릿(non-frit) 재료일 수 있다. 대안적으로, 유리질 접합제는 비-프릿 함유 조성물로부터 유래될 수 있다. 유리질 접합 재료는 전형적으로 약 700°C 내지 약 1500°C 범위, 통상적으로는 약 800°C 내지 약 1300°C 범위, 간혹 약 900°C 내지 약 1200°C 범위, 또는 심지어 약 950°C 내지 약 1100°C 범위의 온도(들)에서 성숙된다. 접합이 성숙되는 실제 온도는, 예를 들어, 특정 접합 화학 특성에 따라 달라진다.

[0085] 일부 실시 형태에서, 유리화 접합 재료는 실리카, 알루미나(바람직하게는, 10 중량% 이상의 알루미나), 및 보리아(바람직하게는, 10 중량% 이상의 보리아)를 포함하는 것들을 포함할 수 있다. 대부분의 경우, 유리화 접합 재료는 알칼리 금속 산화물(들)(예를 들어, Na<sub>2</sub>O 및 K<sub>2</sub>O)(일부 경우에는, 10 중량% 이상의 알칼리 금속 산화물(들))을 추가로 포함한다.

[0086] 결합제 재료는 충전제 재료 또는 연삭 보조제를 전형적으로 미립자 재료의 형태로 또한 포함할 수도 있다. 전형적으로, 미립자 물질은 무기 물질이다. 본 개시에 유용한 충전제의 예는 금속 카르보네이트(예를 들어, 칼슘 카르보네이트(예를 들어, 백악, 방해석, 이회토, 석회화, 대리석, 및 석회석), 칼슘 마그네슘 카르보네이트, 소듐 카르보네이트, 및 마그네슘 카르보네이트), 실리카(예를 들어, 석영, 유리 비드, 유리 버블, 및 유리 섬유) 실리케이트(예를 들어, 활석, 점토, (몬트모릴로나이트), 장석, 운모, 칼슘 실리케이트, 칼슘 메타실리케이트, 소듐 알루미노실리케이트, 소듐 실리케이트), 금속 설페이트(예를 들어, 칼슘 설페이트, 바륨 설페이트, 소듐 설페이트, 알루미늄 소듐 설페이트, 알루미늄 설페이트), 석고, 질석, 목분, 알루미늄 3수화물, 카본 블랙, 금속 산화물(예를 들어, 산화칼슘(석회), 산화알루미늄, 이산화티타늄), 및 금속 설파이트(예를 들어, 칼슘 설파이트)를 포함한다.

[0087] 일반적으로, 연삭 보조제의 첨가는 연마 용품의 유효 수명을 증가시킨다. 연삭 보조제는 연마의 화학적 공정 및/또는 물리적 공정에 현저한 효과를 갖는 재료이며, 이는 개선된 성능을 유발한다. 연삭 보조제는 매우 다양한 상이한 물질들을 포함하며 무기물질 또는 유기물질계일 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 할로겐 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, 사플루오로봉산칼륨, 사플루오로봉산나트륨, 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. 상이한 연삭 보조제의 조합을 사용할 수 있으며, 일부 경우에 이는 상승적 효과를 생성시킬 수 있다.

[0088] 연삭 보조제는 코팅된 연마제 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 용품에 흔입되는 연삭 보조제의 양은 약 50 내지 300 그램/제곱미터(g/m<sup>2</sup>), 바람직하게는 약 80 내지 160 g/m<sup>2</sup>이다. 유리질화 접합된 연마 용품에서 연삭 보조제는 전형적으로 용품의 기공 내로 함침된다.

[0089] 연마 용품은 100%의 본 개시에 따른 성형 연마 입자, 또는 이러한 연마 입자와 다른 연마 입자 및/또는 희석제 입자의 블렌드를 함유할 수 있다. 그러나, 연마 용품 중의 연마 입자의 약 2 중량% 이상, 바람직하게는 약 5 중량% 이상, 더욱 바람직하게는 약 30 내지 100 중량%는 본 개시에 따른 성형 연마 입자이어야 한다.

[0090] 일부 경우에, 본 개시에 따른 성형 연마 입자는 5 내지 75 중량%, 약 25 대 75 중량%, 약 40 대 60 중량%, 또는 약 50 대 50 중량%(즉, 중량 기준으로 동일한 양으로)의 비율로 다른 연마 입자 및/또는 희석제 입자와 블렌딩 될 수 있다.

[0091] 적합한 관용적인 연마 입자의 예는 용융 산화알루미늄(백색 용융 알루미나, 열처리 산화알루미늄, 및 갈색 산화 알루미늄 포함), 탄화규소, 탄화붕소, 탄화티타늄, 다이아몬드, 입방정형 질화붕소, 가닛, 용융 알루미나-지르코니아, 및 졸-겔-유래의 연마 입자 등을 포함한다. 관용적인 졸-겔-유래의 연마 입자는 시딩(seed)되거나 시딩되지 않을 수도 있다. 마찬가지로, 그들은 무작위로 성형되거나, 막대 또는 삼각형과 같이 그들과 연계된 형상을 가질 수 있다. 일부 경우에, 연마 입자의 블렌드는 어느 한 유형의 연마 입자를 100% 포함하는 연마 용품과 비교하여 향상된 연삭 성능을 나타내는 연마 용품으로 형성될 수 있다.

- [0092] 연마 입자의 블렌드가 존재하는 경우, 블렌드를 형성하는 연마 입자 유형은 동일한 크기의 것일 수 있다. 대안적으로, 연마 입자 유형은 상이한 입자 크기의 것일 수 있다. 예를 들어, 더 큰 크기의 연마 입자가 본 개시에 따른 연마 입자이고, 더 작은 크기의 입자가 다른 연마 입자 유형일 수 있다. 역으로, 예를 들어, 더 작은 크기의 연마 입자가 본 개시에 따른 연마 입자이고, 더 큰 크기의 입자가 다른 연마 입자 유형일 수 있다.
- [0093] 적합한 희석제 입자의 예는 대리석, 석고, 수석, 실리카, 산화철, 알루미늄 실리케이트, 유리(유리 버블 및 유리 비드를 포함함), 알루미나 버블, 알루미나 비드, 및 희석제 응집체를 포함한다.
- [0094] 본 개시에 따른 성형 연마 입자는 또한, 연마 응집체 중에, 또는 연마 응집체와 함께 조합될 수 있다. 연마 응집체 입자는 전형적으로 복수의 연마 입자, 결합제, 및 임의의 첨가제를 포함한다. 결합제는 유기 및/또는 무기일 수 있다. 연마 응집체는 무작위로 성형되거나 그들과 연계된 소정의 형상을 가질 수 있다. 형상은, 예를 들어, 블록, 원통, 피라미드, 코인, 또는 정사각형일 수 있다. 연마 응집체 입자는 전형적으로 입자 크기가 약 100 내지 약 5000 미크론, 전형적으로는 약 250 내지 약 2500 미크론의 범위이다.
- [0095] 연마 입자는 연마 용품의 선택된 영역 또는 일부에 집중되거나 연마 용품 내에 균일하게 분포될 수 있다. 예를 들어, 코팅된 연마재에서, 연마 입자의 2개의 층이 존재할 수 있다. 제1 층은 본 개시에 따른 성형 연마 입자 이외의 연마 입자를 포함하며, 제2(최외측) 층은 본 개시에 따른 성형 연마 입자를 포함한다. 이와 마찬가지로, 접합된 연마재에서, 연삭 휠의 2개의 개별 섹션이 존재할 수 있다. 최외측 섹션은 본 개시에 따른 성형 연마 입자를 포함할 수 있는 반면에, 최내측 섹션은 그렇지 않다. 대안적으로, 본 개시에 따른 성형 연마 입자는 접합된 연마 용품 전체에 걸쳐 균일하게 분포될 수 있다.
- [0096] 본 개시는 공작물의 연마 방법을 제공한다. 이 방법은 본 개시에 따른 연마 입자를 공작물의 표면과 마찰 접촉시키는 단계, 및 연마 입자 및 공작물의 표면 중 하나 이상을 다른 하나에 대해 이동시켜 공작물의 표면의 적어도 일부를 연마하는 단계를 포함한다. 본 개시에 따른 연마 입자를 이용한 연마 방법은, 예를 들어, 스내깅(snagging)(즉, 고압의 높은 가공량(high-pressure high stock removal))으로부터 경면연마(예를 들어, 코팅된 연마 벨트를 이용한 의료용 임플란트의 경면연마)까지를 포함하며, 여기서 후자는 전형적으로 더 미세한 등급(예를 들어, ANSI 220 및 더 미세한 등급)의 연마 입자를 이용하여 실행된다. 연마 입자는 또한, 유리화 접합된 휠을 이용한 캠축의 연삭과 같은 정밀 연마 응용에 사용될 수 있다. 특정 연마 응용에 사용되는 연마 입자의 크기는 당업자에게 자명할 것이다.
- [0097] 연마는 건식 또는 습식으로 실행될 수 있다. 습식 연마의 경우, 옅은 연무 형태로 공급되는 연마액(liquid)이 도입되어 플러드(flood)를 완성할 수 있다. 일반적으로 이용되는 연마액의 예는 물, 수용성 오일, 유기 윤활제, 및 에멀젼을 포함한다. 연마액은 연마와 관련된 열을 감소시키는 역할을 하고/하거나 윤활제로 작용할 수 있다. 연마액은 살균제, 소포제 등과 같은 첨가제를 소량 함유할 수 있다.
- [0098] 공작물의 예는 알루미늄 금속, 탄소강, 연강(예를 들어, 1018 연강 및 1045 연강), 공구강, 스테인리스강, 경화강, 티타늄, 유리, 세라믹, 목재, 목재-유사 재료(예를 들어, 합판 및 삭편판), 페인트, 페인트 칠한 표면, 유기 코팅된 표면 등을 포함한다. 연마 중에 적용되는 힘은 전형적으로 약 1 내지 약 100 킬로그램(kg)의 범위이나, 다른 압력 또한 사용할 수 있다.
- [0099] 본 개시의 선택 실시 형태
- [0100] 제1 실시 형태에서 본 개시는,
- [0101] 비-콜로이드성 고체 입자 및 액체 비히클을 포함하는 슬러리를 제공하며, 여기서 비-콜로이드성 고체 입자의 적어도 일부는 알파 알루미나 또는 알파 알루미나 전구체 중 하나 이상을 포함하고, 여기서 비-콜로이드성 고체 입자는 슬러리의 30 부피% 이상을 차지하는 단계;
- [0102] 슬러리의 적어도 일부를 기재에 접촉되는 성형체로 형성시키며, 여기서 성형체는 실질적으로 소정의 형상에 따라 형성되는 단계;
- [0103] 성형체를 적어도 부분적으로 건조시켜 성형 연마 전구체 입자를 제공하는 단계;
- [0104] 성형 연마 전구체 입자의 적어도 일부를 기재로부터 분리하는 단계; 및
- [0105] 성형 연마 전구체 입자의 적어도 일부를 성형 연마 입자로 전환하며, 여기서 성형 연마 입자는 알파 알루미나를 포함하고, 여기서 알파 알루미나는 평균 결정 그레인 크기가 0.8 내지 8 미크론이며 겉보기 밀도가 진밀도의 92% 이상이고, 여기서 각각의 성형 연마 입자는 복수의 측면 및 4개 이상의 꼭지점을 포함하는 각각의 표면을

갖는 단계를 포함하는, 연마 입자의 제조 방법을 제공한다.

- [0106] 제2 실시 형태에서 본 개시는, 기재가 그의 표면 상에 캐비티를 가지며, 슬러리를 기재에 접촉되는 성형 연마 전구체 입자로 형성시키는 상기 단계가 캐비티의 적어도 일부 내로 슬러리를 밀어 넣는(uring) 단계를 포함하는, 제1 실시 형태에 따른 방법을 제공한다.
- [0107] 제3 실시 형태에서 본 개시는, 슬러리를 성형하는 상기 단계가 스크린을 통해 기재 상으로 슬러리를 밀어 넣는 단계를 포함하는, 제1 또는 제2 실시 형태에 따른 방법을 제공한다.
- [0108] 제4 실시 형태에서 본 개시는, 비-콜로이드성 알파 알루미나 전구체 입자가 당량 기준으로, 성형 연마 전구체 입자의 총 중량에 대하여 0.03 중량% 이상의 산화나트륨을 함유하는, 제1 내지 제3 실시 형태 중 어느 한 실시 형태에 따른 방법을 제공한다.
- [0109] 제5 실시 형태에서 본 개시는, 성형 연마 전구체 입자의 적어도 일부를 성형 연마 입자로 전환하는 상기 단계가,
- [0110] 성형 연마 전구체 입자를 소결시켜 성형 연마 입자를 제공하는 단계를 포함하는, 제1 내지 제4 실시 형태 중 어느 한 실시 형태에 따른 방법을 제공한다.
- [0111] 제6 실시 형태에서 본 개시는, 성형 연마 전구체 입자의 적어도 일부를 성형 연마 입자로 전환하는 상기 단계가,
- [0112] 성형 연마 전구체 입자를 하소시켜 하소된 성형 연마 전구체 입자를 제공하는 단계; 및
- [0113] 하소된 성형 연마 전구체 입자를 소결시켜 성형 연마 입자를 제공하는 단계를 포함하는, 제1 내지 제4 실시 형태 중 어느 한 실시 형태에 따른 방법을 제공한다.
- [0114] 제7 실시 형태에서 본 개시는, 성형 연마 전구체 입자의 적어도 일부를 성형 연마 입자로 전환하는 상기 단계가,
- [0115] 성형 연마 전구체 입자를 금속 염 용액으로 함침시켜 함침된 성형 연마 전구체 입자를 제공하는 단계; 및
- [0116] 함침된 성형 연마 전구체 입자를 소결시켜 성형 연마 입자를 제공하는 단계를 포함하는, 제1 내지 제6 실시 형태 중 어느 한 실시 형태에 따른 방법을 제공한다.
- [0117] 제8 실시 형태에서 본 개시는, 성형 연마 전구체 입자의 적어도 일부를 성형 연마 입자로 전환하는 상기 단계가,
- [0118] 성형 연마 전구체 입자를 하소시켜 하소된 성형 연마 전구체 입자를 제공하는 단계;
- [0119] 하소된 성형 연마 전구체 입자를 금속 염 용액으로 함침시켜 함침되고 하소된 성형 연마 전구체 입자를 제공하는 단계; 및
- [0120] 함침되고 하소된 성형 연마 전구체 입자를 소결시켜 성형 연마 입자를 제공하는 단계를 포함하는, 제1 내지 제6 실시 형태 중 어느 한 실시 형태에 따른 방법을 제공한다.
- [0121] 제9 실시 형태에서 본 개시는, 비-콜로이드성 알파 알루미나 전구체 입자가 산화알루미늄 분말을 포함하는, 제1 내지 제8 실시 형태 중 어느 한 실시 형태에 따른 방법을 제공한다.
- [0122] 제10 실시 형태에서 본 개시는, 비-콜로이드성 알파 알루미나 전구체 입자가 밀링된 알루미늄 3수화물 입자를 포함하는, 제1 내지 제9 실시 형태 중 어느 한 실시 형태에 따른 방법을 제공한다.
- [0123] 제11 실시 형태에서 본 개시는, 비-콜로이드성 알파 알루미나 전구체 입자가 당량 기준으로, 성형 연마 전구체 입자의 총 중량에 대하여 0.03 내지 0.25%의 산화나트륨을 함유하는, 제1 내지 제10 실시 형태 중 어느 한 실시 형태에 따른 방법을 제공한다.
- [0124] 제12 실시 형태에서 본 개시는, 비-콜로이드성 알파 알루미나 전구체 입자의 평균 입자 직경이 0.2 미크론 이상인, 제1 내지 제11 실시 형태 중 어느 한 실시 형태에 따른 방법을 제공한다.
- [0125] 제13 실시 형태에서 본 개시는, 슬러리가 증점제를 추가로 포함하는, 제1 내지 제12 실시 형태 중 어느 한 실시 형태에 따른 방법을 제공한다.
- [0126] 제14 실시 형태에서 본 개시는, 증점제가 콜로이드성 베마이트를 포함하는, 제12 실시 형태에 따른 방법을 제공

한다.

[0127] 제15 실시 형태에서 본 개시는, 증점체가 유기 증점체를 포함하는, 제12 실시 형태에 따른 방법을 제공한다.

[0128] 제16 실시 형태에서 본 개시는, 성형 연마 입자의 평균 입자 크기가 20 미리미터 초과인, 제1 내지 제15 실시 형태 중 어느 한 실시 형태에 따른 방법을 제공한다.

[0129] 제17 실시 형태에서 본 개시는, 비-콜로이드성 알파 알루미나 전구체 입자가 슬러리의 40 부피% 이상을 차지하는, 제1 내지 제16 실시 형태 중 어느 한 실시 형태에 따른 방법을 제공한다.

[0130] 제18 실시 형태에서 본 개시는, 제1 내지 제17 실시 형태 중 어느 한 실시 형태의 방법에 따라 제조된 성형 연마 입자를 제공한다.

[0131] 제19 실시 형태에서 본 개시는, 결합제 내에 보유된 제18 실시 형태에 따른 성형 연마 입자를 포함하며, 여기서 성형 연마 입자는 알파 알루미나를 포함하고, 여기서 알파 알루미나의 평균 결정 그레인 크기는 0.8 내지 8 미크론이며, 여기서 알파 알루미나의 겉보기 밀도는 진밀도의 92% 이상이고, 여기서 성형 연마 입자는 공칭 소정의 형상에 부합하는 연마 용품을 제공한다.

[0132] 제20 실시 형태에서 본 개시는,

배킹;

[0134] 배킹의 주 표면에 고정된 메이크 코트(여기서 성형 연마 입자는 메이크 코트에 접촉됨); 및

[0135] 메이크 코트의 적어도 일부 및 성형 연마 입자의 적어도 일부 상에 배치된 사이즈 코트를 추가로 포함하는, 제19 실시 형태에 따른 연마 용품을 제공한다.

[0136] 제21 실시 형태에서 본 개시는, 배킹 및 배킹의 주 표면과 접촉된 연마 층을 추가로 포함하며, 여기서 연마 층은 결합제 및 성형 연마 입자를 포함하는, 제19 또는 제20 실시 형태에 따른 성형 연마 입자를 포함하는 연마 용품을 제공한다.

[0137] 제22 실시 형태에서 본 개시는, 로프티 개방 섬유 웨브를 추가로 포함하는, 제19 실시 형태에 따른 성형 연마 입자를 포함하는 연마 용품을 제공한다.

[0138] 제23 실시 형태에서 본 개시는, 접합된 연마 휠(bonded abrasive wheel)을 포함하는, 제19 실시 형태에 따른 성형 연마 입자를 포함하는 연마 용품을 제공한다.

[0139] 제24 실시 형태에서 본 개시는, 제19 내지 제23 실시 형태 중 어느 한 실시 형태의 연마 용품에 함유된 하나 이상의 성형 연마 입자를 공작물과 접촉시키는 단계, 및 연마 용품 또는 공작물 중 하나 이상을 다른 하나에 대해 이동시켜 공작물의 적어도 일부를 연마하는 단계를 포함하는, 공작물의 연마 방법을 제공한다.

[0140] 제25 실시 형태에서 본 개시는, 알파 알루미나를 포함하며, 여기서 알파 알루미나의 평균 결정 그레인 크기는 0.8 내지 8 미크론이고, 여기서 알파 알루미나의 겉보기 밀도는 진밀도의 92% 이상이고, 여기서 각각의 성형 연마 입자는 복수의 측면 및 4개 이상의 꼭지점을 포함하는 각각의 표면을 가지며, 여기서 성형 연마 입자는 공칭 소정의 형상에 부합하는, 성형 연마 입자를 제공한다.

[0141] 제26 실시 형태에서 본 개시는, 각각의 표면이 4개 이상의 에지를 추가로 포함하고, 여기서 각각의 에지의 평균 너비는 약 5 내지 20 미크론의 범위이며, 각각의 에지의 평균 너비 대 평균 결정 그레인 크기의 비율은 1 내지 25의 범위인, 제25 실시 형태에 따른 성형 연마 입자를 제공한다.

[0142] 제27 실시 형태에서 본 개시는, 각각의 성형 연마 입자가 복수의 측벽에 인접한 하부 표면을 각각 포함하며, 여기서 하부 표면은 3개 이상의 꼭지점을 포함하는, 제25 또는 제26 실시 형태에 따른 성형 연마 입자를 제공한다.

[0143] 제28 실시 형태에서 본 개시는, 각각의 성형 연마 입자가 복수의 측벽에 인접한 각각의 상부 표면을 추가로 포함하며, 여기서 상부 표면과 하부 표면은 서로 접촉되지 않는, 제27 실시 형태에 따른 성형 연마 입자를 제공한다.

[0144] 제29 실시 형태에서 본 개시는, 측벽이 하부 표면으로부터 안쪽으로 테이퍼를 이루는, 제27 또는 제28 실시 형태에 따른 성형 연마 입자를 제공한다.

[0145] 제30 실시 형태에서 본 개시는, 당량 기준으로 성형 연마 입자의 총 중량에 대하여 0.03 중량% 이상의 산화나트

률을 함유하는, 제25 내지 제29 실시 형태 중 어느 한 실시 형태에 따른 성형 연마 입자를 제공한다.

[0146] 제31 실시 형태에서 본 개시는, 성형 연마 입자의 총 중량에 대하여 0.03 내지 0.25%의 산화나트륨을 함유하는, 제25 내지 제29 실시 형태 중 어느 한 실시 형태에 따른 성형 연마 입자를 제공한다.

[0147] 제32 실시 형태에서 본 개시는, 평균 입자 크기가 6 내지 80 범위의 미국 메쉬 크기에 부합하는, 제25 내지 제31 실시 형태 중 어느 한 실시 형태에 따른 성형 연마 입자를 제공한다.

[0148] 제33 실시 형태에서 본 개시는, 결합제 내에 보유된 성형 연마 입자를 포함하며, 여기서 성형 연마 입자는 알파 알루미나를 포함하고, 여기서 알파 알루미나의 평균 결정 그레인 크기는 0.8 내지 8 미크론이며, 여기서 알파 알루미나의 겉보기 밀도는 진밀도의 92% 이상이고, 여기서 성형 연마 입자는 공칭 소정의 형상에 부합하는 연마 용품을 제공한다.

[0149] 제34 실시 형태에서 본 개시는,

[0150] 배킹;

[0151] 배킹의 주 표면에 고정된 메이크 코트(여기서 성형 연마 입자는 메이크 코트에 접촉됨); 및

[0152] 메이크 코트의 적어도 일부 및 성형 연마 입자의 적어도 일부 상에 배치된 사이즈 코트를 추가로 포함하는, 제33 실시 형태에 따른 연마 용품을 제공한다.

[0153] 제35 실시 형태에서 본 개시는, 배킹 및 배킹의 주 표면과 접촉된 연마 층을 추가로 포함하며, 여기서 연마 층은 결합제 및 성형 연마 입자를 포함하는, 제33 실시 형태에 따른 연마 용품을 제공한다.

[0154] 제36 실시 형태에서 본 개시는, 로프티 개방 섬유 웨브를 추가로 포함하는, 제33 실시 형태에 따른 연마 용품을 제공한다.

[0155] 제37 실시 형태에서 본 개시는, 접합된 연마 훈을 포함하는, 제33 실시 형태에 따른 연마 용품을 제공한다.

[0156] 제38 실시 형태에서 본 개시는, 제33 내지 제37 실시 형태 중 어느 한 실시 형태에 따른 연마 용품을 공작물과 접촉시키는 단계, 및 연마 용품 또는 공작물 중 하나 이상을 다른 하나에 대해 이동시켜 공작물의 적어도 일부를 연마하는 단계를 포함하는, 공작물의 연마 방법을 제공한다.

[0157] 본 발명의 목적 및 이점은 하기의 비제한적인 실시예에 의해 추가로 예시되지만, 이들 실시예에 인용된 특정 물질 및 그 양뿐만 아니라 기타 조건 및 상세 사항도 기재내용을 부당하게 한정하는 것으로 해석되어서는 안 된다.

[0158] 실시예

[0159] 달리 언급되지 않는 한, 실시예에서 모든 부, 백분율, 비율 등은 중량 기준이다.

[0160] 실시예 1 내지 7

[0161] 폴리에틸렌-라이닝 볼-밀 병에 100 그램(g)의 탈이온수, 0.5 g의 암모늄 시트레이트 분산제, 400 g의 다양한 산화알루미늄 분말(표 1에 보고된 바와 같으며, 원재료의 공급원은 표 2에 보고되어 있음)을 투입하였다. 약 700 그램의 알루미나 밀링 매질(10 mm 직경; 99.9% 알루미나; 오하이오주 애크런 소재의 유니온 프로세스(Union Process)로부터 입수됨)을 병에 첨가하고, 120 rpm에서 24 시간 동안 혼합물을 밀링하였다. 밀링 후에, 밀링 매질을 제거하고, 그것을 데시케이터 병에 넣고 기계식 펌프를 사용하여 진공을 적용함으로써 슬러리를 탈기시켰다(진공 하에 약 10 분 유지). 5 중량% 에탄올 용액으로부터 건조시킴으로써 침착된 광유의 국소 코팅을 갖는, 약 0.4 mm 측면 길이, 0.1 mm 깊이를 가진 삼각 절두형 피라미드의 복제 패턴을 함유하는 폴리에틸렌 시트 상에 생성된 슬러리를 부었다. 근사 면적 400 cm<sup>2</sup>의 시트를 커버하도록 고무 롤러를 사용하여 슬러리를 확산시켰다. 이어서, 세라믹 슬러리를 함유하는 시트를 열선총 하에 건조시켰다. 건조시킨 후에 시트를 격렬하게 진탕하여 생성된 성형 연마 전구체 입자를 이탈시켰으며, 이제 이는 삼각 절두형 피라미드의 형상이었다.

[0162] 성형 연마 전구체 입자를 알루미나 도가니에 넣고 공기 중에서 700°C로 가열함으로써(가열 속도 10°C/min) 그들을 하소시켰다. 등온 유지는 적용하지 않았다. 이 단계 후에 입자는 피라미드로 유지되었으며 추가의 취급을 견디기에 충분하게 견고했다.

[0163] 약 300 g의 하소된 성형 연마 전구체 입자를 알루미나 도가니에 넣고 캘리포니아주 피코 리베라 소재의 키스 퍼니시즈(Keith Furnaces)로부터의 모델 KKS-666-3100 전기 가열로 내에서 25°C/min의 가열 속도 및 표 1에

나타낸 최종 온도에서의 45 min의 유지 시간을 사용하여 소결시켰다.

[0164] 조지아주 노르크로스 소재의 마이크로메리틱스 인스트루먼트 코포레이션(Micromeritics Instrument Corporation)으로부터의 아큐피크(ACCUPYC) II 1330 비중계를 사용하여, 표준 작동 절차에 따라, 생성된 소결된 성형 연마 입자의 밀도를 측정하였다. 결과는 표 1에 기록되어 있다.

[0165] 시험 방법 ASTM E112-96 "평균 그레인 크기 결정을 위한 표준 시험 방법(Standard Test Methods for Determining Average Grain Size)"에 따라 선 절편법(line intercept method)에 의해 평균 결정 크기를 결정하였다. 대략 5 g의 성형 연마 입자를 플라스틱 백에 넣고 망치로 파쇄하여 균열이 생긴 입자를 생성시켰다. 균열이 생긴 성형 연마 입자 및 균열이 생기지 않은 성형 연마 입자의 생성된 혼합물을 스테이지 상에 장착하고, 금-팔라듐의 박층으로 코팅하고, 제올(JEOL) 모델 7600F 주사 전자 현미경(SEM)을 사용하여 관찰하였다. 샘플 내에서 확인되는 미세구조의 전형적인 SEM 현미경 사진을 사용하여 하기와 같이 평균 결정 크기를 결정하였다 (예를 들어, 실시예 5의 성형 연마 입자의 균열 표면의 SEM 현미경 사진을 나타내는 도 6 참조). 현미경 사진을 가로질러 그려진 무작위 선의 단위 길이 당 교차한 결정의 수( $N_L$ )를 계수하였다. 하기의 수학식을 사용하여 이 수로부터 평균 결정 크기를 결정하였다:

$$\text{평균 결정 크기} = \frac{1.5}{N_L M}$$

[0166]

[0167] 여기서  $N_L$ 은 단위 길이 당 교차한 결정의 수이고  $M$ 은 현미경 사진의 배율이다. 샘플 내의 평균 결정 크기는 하기 표 1에 보고되어 있다.

[0168]

[표 1]

예	분말 공급원	Na <sub>2</sub> O 함량, 중량%	최고 소성 온도, °C	평균 결정 크기, 미크론	겉보기 밀도 (진밀도의 %)
1	APA-0.5	0.001	1425	2.1	98.1
2	P172SB	0.05	1495	3.4	97.1
3	CT3000LS	0.03	1475	2.7	97.7
4	CT3000SG	0.08	1495	2.9	97.6
5	A1000SG	0.07	1495	3.7	97.2
6	RG4000	0.08	1495	3.9	97.3
7	TM-DAR	0.0008	1380	1.1	98.8

[0169]

[표 2]

원재료	공급원
APA-0.15	아리조나주 투손 소재의 사솔 노스 아메리카 인코포레이티드(Sasol North America Inc.)의 세라록스 디비죤(Ceralox Divison)
P172SB	캐나다 퀘벡주 몬트리올 소재의 리오 틴토 알칸(Rio Tinto Alcan)
CT3000LS	아칸소주 바우자이트 소재의 알마티스 인코포레이티드(Almatis Inc.)
CT3000SG	알마티스 인코포레이티드
A1000SG	알마티스 인코포레이티드
RG4000	알마티스 인코포레이티드
TM-DAR	일본 소재의 타이메이 케미칼 컴퍼니 리미티드(Taimei Chemical Co. Ltd)

[0171]

[0172] 실시예 1 내지 7 및 비교예 A 내지 C의 연삭 성능

[0173] 약 17 그램의 생성된 성형 연마 입자를 코팅된 연마 디스크 내에 혼입시켰다. 관용적인 절차에 따라 코팅된 연마 디스크를 제조하였다. 관용적인 칼슘 카르보네이트-충전 폐놀 메이크 수지(48% 레졸 폐놀 수지, 52% 칼슘

카르보네이트, 물 및 글리콜 에테르로 81% 고체까지 희석함) 및 관용적인 빙정석-충전 폐놀 사이즈 수지(32% 레졸 폐놀 수지, 2% 산화철, 66% 빙정석, 물 및 글리콜 에테르로 78% 고체까지 희석함)를 사용하여 17.8 cm 직경, 0.8 mm 두께의 가황 섬유 배킹(2.2 cm 직경의 중심공을 가짐)에 성형 연마 입자를 접합시켰다. 습윤 메이크 수지 중량은 약 185 g/m<sup>2</sup>였다. 메이크 코트를 적용한 직후에, 성형 연마 입자를 정전기 코팅하였다. 메이크 수지를 120 분 동안 88°C에서 가열하였다. 이어서, 빙정석-충전 폐놀 사이즈 코트를 메이크 코트 및 연마 입자 위에 코팅하였다. 습윤 사이즈 중량은 약 850 g/m<sup>2</sup>였다. 사이즈 수지를 12 시간 동안 99°C에서 가열하였다. 시험 전에 코팅된 연마 디스크를 굴곡시켰다.

[0174] 열처리된 용융 알루미나 연마 입자(오스트리아 필라흐 소재의 트라이바하로부터 알로두르(ALODUR) BFRPL, 등급 36으로서 입수됨)를 실시예 1 성형 연마 입자 대신에 사용한 점을 제외하고는, 실시예 1(상기)에 대해 기재된 바와 같이 비교예 A 코팅된 연마 디스크를 제조하였다.

[0175] 등급 36 알루미나-지르코니아 연마 입자(60% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 39% ZrO<sub>2</sub>의 공용 조성을 가짐; 매사추세츠주 우스터 소재의 노턴 컴퍼니(Norton Company)로부터 노르존(NORZON)으로서 입수됨)를 실시예 1 성형 연마 입자 대신에 사용한 점을 제외하고는, 실시예 6(상기)에 기재된 바와 같이 비교예 B 코팅된 연마 디스크를 제조하였다.

[0176] 관용적으로 파쇄된 졸-겔-유래의 연마 입자(미네소타주 세인트 폴 소재의 3M 컴퍼니(3M Company)로부터 3M 세라믹 어브레이시브 그레인(3M CERAMIC ABRASIVE GRAIN) 321로서 시판됨)를 실시예 1 성형 연마 입자 대신에 사용한 점을 제외하고는, 상기 기재된 바와 같이 비교예 C 코팅된 연마 디스크를 제조하였다.

[0177] 등급 36 절단을 제공하기 위해 실시예 1 재료의 슬러리의 팬-건조, 소결, 및 파쇄에 의해 제조된 무작위 형상 연마 입자를 실시예 1 성형 연마 입자 대신에 사용한 점을 제외하고는, 상기 기재된 바와 같이 비교예 D 코팅된 연마 디스크를 제조하였다.

[0178] 실시예 1 내지 7 및 비교예 A 내지 D 코팅된 연마 디스크의 연삭 성능을 하기와 같이 평가하였다. 각각의 코팅된 연마 디스크를 경사진 알루미늄 백-업 패드 상에 장착하고, 사전-칭량된 1.25 cm × 18 cm × 10 cm 1018 연강 공작물의 면을 연삭하기 위해 사용하였다. 백-업 패드의 경사진 에지를 덮은 디스크의 일부가 8.6 킬로그램의 하중으로 공작물에 접촉되는 중에 디스크를 5,000 회전/분(rpm)으로 구동하였다. 각각의 디스크를 사용하여 1-분 간격으로 개별적인 공작물을 순차적으로 연삭하였다. 총 절단량은 시험 기간 전체에 걸쳐 공작물로부터 제거된 재료의 양의 합이었다. 12 분의 연삭 후에 각각의 샘플에 의한 총 절단량이 하기 표 3에 보고되어 있으며, 여기에는 2개 디스크로부터의 평균 절단량이 보고되어 있다.

[0179] [표 3]

예	총 절단량 (g)
1	998
2	1050
3	1075
4	1067
5	1113
6	1078
7	977
비교 실시예 A	226
비교 실시예 B	496
비교 실시예 C	515
비교 실시예 D	456

[0180]

실시예 8A 내지 8F

[0181] 더 다량의 재료를 생성시키기 위해 절차를 수회 반복한 점을 제외하고는, 실시예 2에 기재된 바와 같이 실시예 8a 내지 8e의 성형 연마 입자를 제조하였다. 소결된 성형 입자에 그레인 성장 유도 열처리를 이어서 적용하였으며, 이는 실온으로부터 최고 소성 온도(표 4에 보고됨)까지 25°C/min의 상승 속도를 포함하였다. 실시예 8a

내지 8e 재료는 열처리를 위해 사용되는 최고 소성 온도가 상이하다.

[0183] 물 및 알루미니 분말의 비를 각각 100 g 및 200 g으로 변경한 점을 제외하고는, 실시예 2에 기재된 바와 같이 실시예 8f 재료를 제조하였다. 이러한 변경은 더 많은 유체 슬러리를 제공했으며, 이는 복제 시트 상에 건조시켰을 때 덜 선예한 에지를 가진 성형 연마 입자를 생성시켰다. 평균 그레인 크기 및 연삭 특징을 실시예 2에 대해 기재된 바와 같이 분석하였다.

[0184] 이들 실시예에서 생성된 모든 성형 연마 입자에 대해 에지 미세구조 선예도(EMS: Edge Microstructural Sharpness)를 측정하였다. 하기의 절차에 따라 표준 SEM 관찰을 사용하여 이 파라미터를 얻을 수 있다. 대략 1 그램의 성형 연마 입자를 스테이지 상에 장착하고, 금-팔라듐의 박층으로 코팅하고, 제올 모델 7600F 주사 전자 현미경(SEM)을 사용하여 관찰하였다. 성형 연마 그레인 코너 및 에지의 전형적인 SEM 현미경 사진을 각각 도 7 및 8에 나타낸다.

[0185] 상기 기재된 바와 같이 재료의 결정 그레인 크기를 얻는다(또한 도 9 및 10 참조). 도 7을 참조하면, 에지 너비는 12.8 미크론이고 평균 결정 그레인 크기는 약 7.5 미크론이다. 본 명세서에서 EMS는 평균 에지 너비 대에지에서의 평균 결정 그레인 크기의 비율로서 정의된다. 따라서 에지 미세구조 선예도는 약 1.7이다.

[0186] 실시예 7로부터의 성형 연마 입자의 EMS를 표 4에 나타내며, 여기에는 에지를 따라 6회 측정의 평균이 보고되어 있다. 표 4를 참조하면, 초기 에지 너비가 너무 높지 않은 한, 양호한 연삭 특징은 일반적으로 더 높은 EMS 수와 상관관계를 갖는다. 결정 그레인 크기와는 무관하게, 슬러리가 삼각 패턴으로 복제되는 가공 절차 중에 초기 에지 너비가 설정된다. 실시예 8a 내지 8e 각각에 대해 초기 에지 너비는 약 9.3 미크론으로 측정되었다. 그러나, 실시예 8f에서는 초기 에지 너비가 약 13.8 미크론이었으며, 이는 연삭 특징의 감소를 유발하였다. 궁극적으로 양호한 연삭 성능을 위해서는 성형 연마 그레인의 에지 너비가 약 15 내지 20 미크론 미만, 바람직하게는 12, 10, 또는 심지어 8 미크론에 불과해야 하며, EMS 파라미터는 1 초과, 바람직하게는 1.5 초과 또는 심지어 2 초과여야 한다.

[0187] [표 4]

예	최고 소성 온도, °C	평균 결정 그레인 크기, 미크론	EMS	총 절단량, 그램
8A	1505	3.6	2.58	967
8B	1515	3.9	2.42	899
8C	1530	4.9	1.99	843
8D	1550	6.7	1.87	711
8E	1650	9.8	1.2	103
8F	1495	3.4	4.05	565

[0188]

[0189] 실시예 9 내지 13

[0190] 더 낮은 온도에서 치밀화를 촉진하기 위해 다양한 소결 첨가제를 도입한 점을 제외하고는, 실시예 1에 기재된 바와 같이 실시예 9 내지 13을 제조하였다. 96%의 이론 밀도를 달성하기 위해 필요한 소결 첨가제 및 최저 소성 온도는 하기 표 5에 요약되어 있다.

[0191]

[표 5]

예	소결 첨가제	최고 소성 온도, °C
9	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 1.5 중량% TiO <sub>2</sub> , 0.5 중량% SiO <sub>2</sub> , 1.5 중량%	1380
10	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 1.5 중량% TiO <sub>2</sub> , 0.5 중량%	1380
11	카올리나이트(형태 100), 2 중량%	1450
12	MnO <sub>2</sub> , 1.5 중량% TiO <sub>2</sub> , 0.5 중량%	1390
13	MgO, 4 중량% (Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O로서 도입됨)	1470

[0192]

실시예 14

[0193]

테플론-라이닝 어트리터-밀 병에 250 g의 탈이온수, 4 g의 질산(70% 농도), 190 g의 알루미늄 하이드록사이드 SH-20(스위스 로잔 소재의 다드코 알루미늄 앤드 케미칼스(Dadco Aluminum and Chemicals)로부터 입수됨)을 투입하였다. 이 분말은 약 0.25 중량%의 Na<sub>2</sub>O를 함유하였다. 약 700 그램의 알루미나 밀링 매질(5 mm 직경; 99.9% 알루미나; 유니온 프로세스로부터 입수됨)을 병에 첨가하고 500 rpm에서 24 시간 동안 혼합물을 밀링하였다. 밀링 후에, 밀링 매질을 제거하고, 미주리주 세인트 루이스 소재의 시그마-알드리치 컴퍼니(Sigma-Aldrich Co.)로부터의 마그네슘 니트레이트 하이드록사이드(Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O) 31 g을 슬러리에 첨가하고, 공기-구동 교반 장치의 도움으로 균질화하였다. 건조시킨 5% 에탄올 용액으로부터 침착된 광유의 국소 코팅을 갖는, 약 0.4 mm 측면 길이, 0.1 mm 깊이를 가진 삼각 절두형 피라미드의 복제 패턴을 함유하는 폴리에틸렌 시트 상에 생성된 슬러리를 붓고, 근사 면적 400 cm<sup>2</sup>의 시트를 커버하도록 고무 롤러를 사용하여 확산시켰다. 이어서, 슬러리를 함유하는 시트를 열선총 하에 건조시켰다. 건조시킨 후에, 웨브를 격렬하게 진탕하여 건조된 성형 연마 전구체 입자를 이탈시켰으며, 이제 이는 삼각 절두형 피라미드의 형상이었다.

[0195]

성형 연마 전구체 입자를 알루미나 도가니에 넣고 공기 중에서 800°C로 가열함으로써(가열 속도 10°C/min) 그들을 하소시켰다. 등온 유지는 적용하지 않았다. 이 단계 후에 입자는 피라미드로 유지되었으며 추가의 취급을 견디기에 충분하게 견고했다.

[0196]

약 100 g의 하소된 성형 연마 전구체 입자를 알루미나 도가니에 넣고 키이스 퍼니시즈로부터의 모델 KKS-666-3100 전기 가열로 내에서 25°C/min의 가열 속도 및 1500°C의 최종 온도에서의 45 min의 유지 시간을 사용하여 소결시켰다. 실시예 1에 기재된 바와 같이 밀도 및 그레인 크기를 결정하였으며, 이는 각각 97.5% 및 2.87 미크론이었다. 실시예 1에 기재된 바와 같이 그들의 연삭 성능을 평가하였다. 965 g의 총 절단량이 얻어졌다.

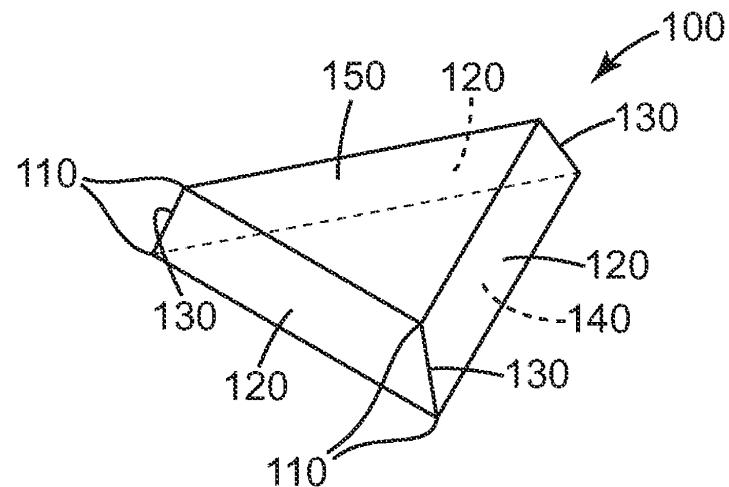
[0197]

본 기재내용에 대한 다른 변경 및 변형이 첨부된 특허청구범위에 더 특별하게 기술되는, 본 기재내용의 사상 및 범주로부터 벗어남이 없이 당업자에 의해 실시될 수 있다. 다양한 구현예의 국면들은 전체적으로 또는 부분적으로 상호 교환될 수 있거나 또는 다양한 구현예의 다른 국면과 결합될 수 있음이 이해된다. 특허증을 위한 상기 출원에서 모든 인용된 참고 문헌, 특히 또는 특허 출원들은 그 전체 내용을 일관된 방식으로 본원에 참조로 혼입된다. 혼입된 참고 문헌의 부분들과 본 출원 사이에 불일치나 모순이 있는 경우, 앞의 설명의 정보가 조정 할 것이다. 당해 기술 분야의 통상의 기술을 가진 자가 특허청구된 기재내용을 실시할 수 있도록 하기 위해 제 공한 앞의 설명은 특허청구범위 및 이에 대한 모든 등가물에 의해 한정되는, 본 기재 내용의 범위를 한정하는

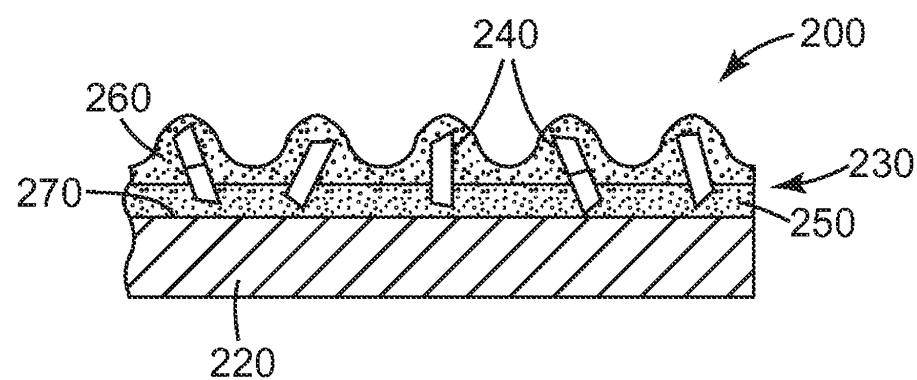
것으로 해석되어서는 안 된다.

### 도면

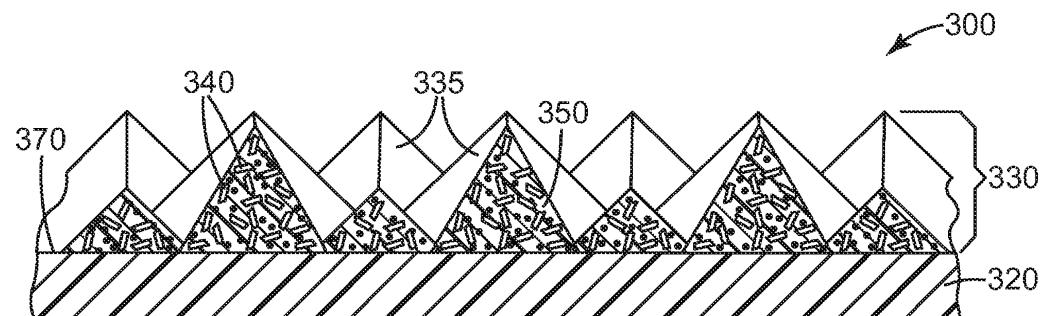
#### 도면1



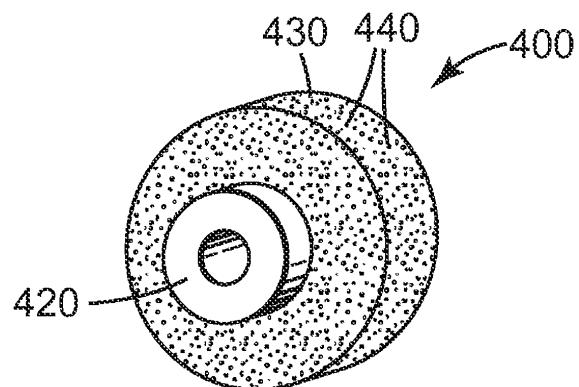
#### 도면2



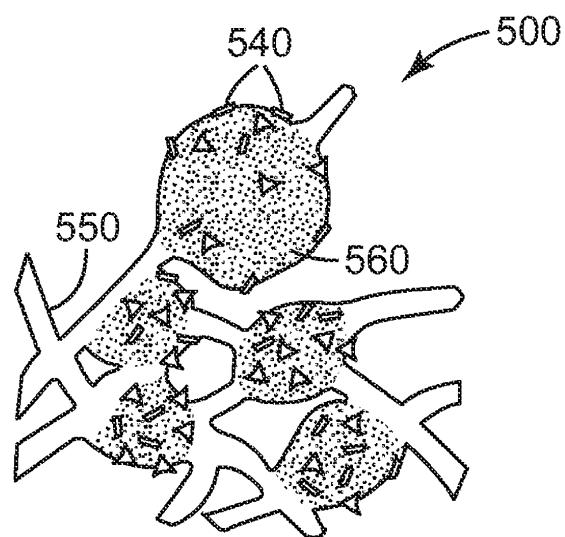
#### 도면3



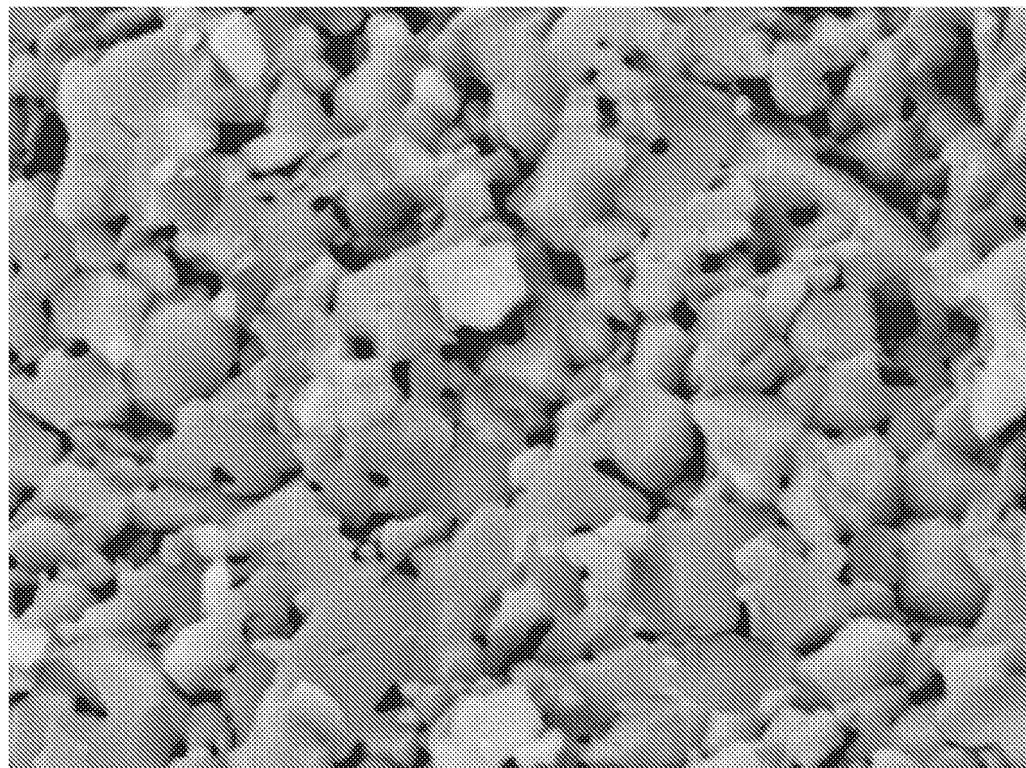
도면4



도면5

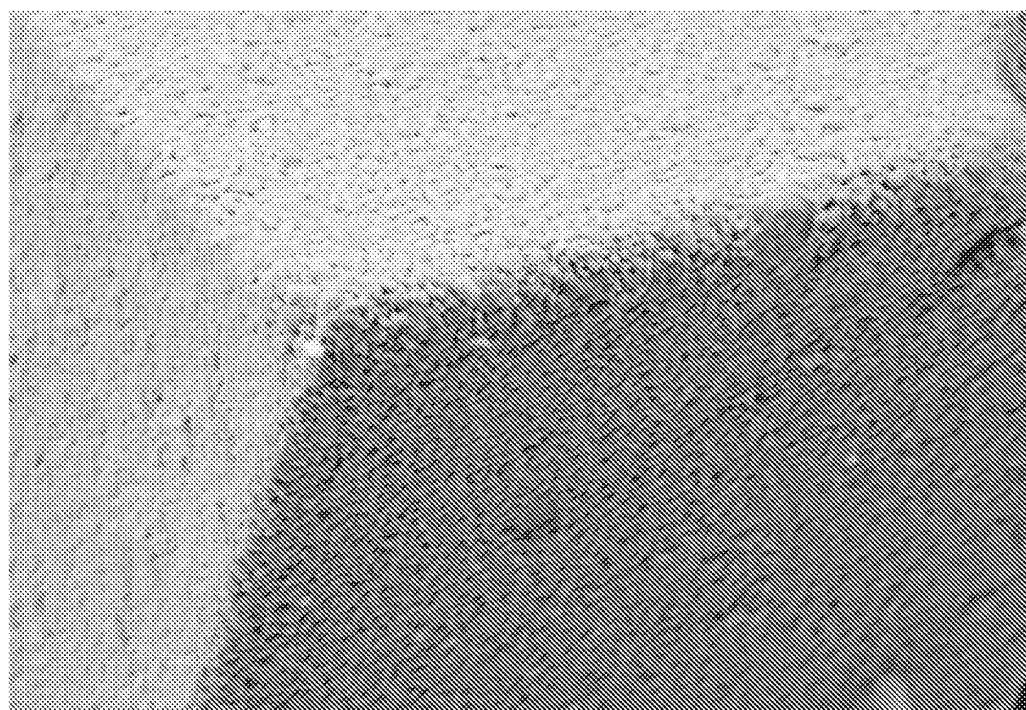


도면6



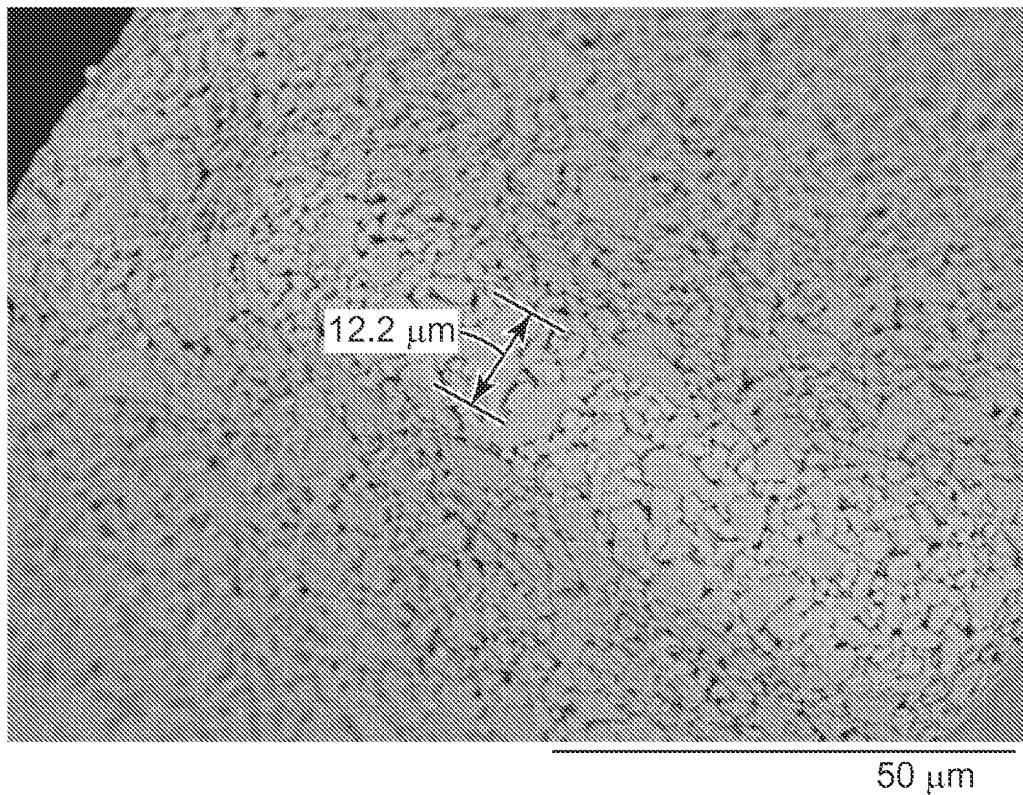
10 μm

도면7

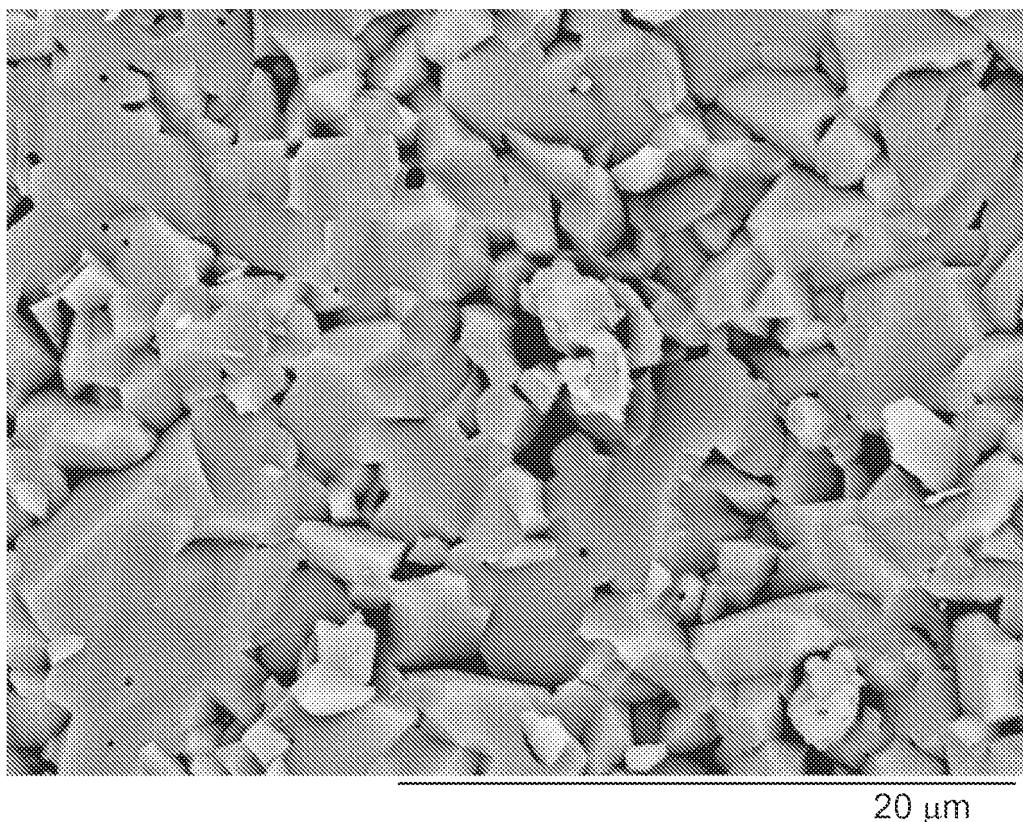


10 μm

도면8



도면9



도면10

