



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2017년05월17일  
 (11) 등록번호 10-1736755  
 (24) 등록일자 2017년05월11일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 C09K 3/14 (2006.01) B01J 2/22 (2006.01)  
 B23D 3/00 (2006.01) B23D 3/02 (2006.01)  
 C09G 1/02 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
 C09K 3/1436 (2013.01)  
 B01J 2/22 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7032905(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2012년12월30일  
 심사청구일자 2016년11월24일
- (85) 번역문제출일자 2016년11월24일
- (65) 공개번호 10-2016-0137692
- (43) 공개일자 2016년11월30일
- (62) 원출원 특허 10-2014-7020583  
 원출원일자(국제) 2012년12월30일  
 심사청구일자 2014년07월22일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2012/072231
- (87) 국제공개번호 WO 2013/102170  
 국제공개일자 2013년07월04일
- (30) 우선권주장  
 61/581,831 2011년12월30일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020120108006 A  
 US04867758 A  
 US05213591 A  
 WO2011109188 A2
- (73) 특허권자  
 생-고뱅 세라믹스 앤드 플라스틱스, 인코포레이티드  
 미국 매사추세츠 01615-0138, 우스터 피.오.박스  
 15138 뉴 본드 스트리트 1
- (72) 발명자  
 예네르, 도록 오.  
 미국, 01887 매사추세츠, 윌밍턴, 8 퀘일 런 로드  
 브라운, 폴  
 미국, 02908 로드 아일랜드, 프로비던스, 95 모데  
 나 에버뉴
- (74) 대리인  
 장훈

전체 청구항 수 : 총 20 항

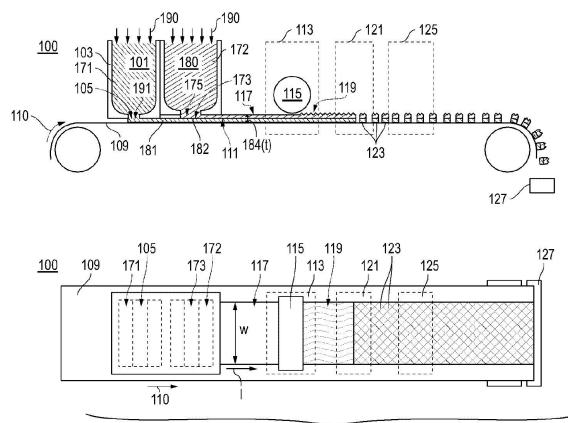
심사관 : 서신태

**(54) 발명의 명칭 복합 형상화 연마입자들 및 이의 형성방법**

**(57) 요약**

제1 혼합물 및 제2 혼합물을 단일 형성공정으로 일체의 전구체 형상화 연마입자로 형성하는 단계를 포함하고, 상기 제1 혼합물은 제2 혼합물 조성과는 상이한 조성을 가지는 형상화 연마입자 성형방법.

**대표도**



(52) CPC특허분류

*B23D 3/00* (2013.01)

*B23D 3/02* (2013.01)

*C09G 1/02* (2013.01)

*C09K 3/1409* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

몸체(body)를 가지는 형상화 연마입자(shaped abrasive particle)를 포함하는 미립자 소재(particulate material)에 있어서, 상기 몸체는 제1 층; 상기 제1 층에 적층되고 제2 도펀트를 포함하는 제2 층; 및 상기 제1 층 및 상기 제2 층 사이에 배치되는 확산 계면을 포함하는, 미립자 소재.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 확산 계면이 상기 제1 층 및 상기 제2 층 사이 전체 면적에 걸쳐 연장되는, 미립자 소재.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 확산 계면이 상기 몸체의 전체 길이에 걸쳐 연장되는, 미립자 소재.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 확산 계면이 상기 몸체의 전체 폭에 걸쳐 연장되는, 미립자 소재.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제1 층 및 제2 층은 서로에 대하여 적어도 상기 제2 도펀트를 유의하게 상이한 농도로 포함하는, 미립자 소재.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 확산 계면은 상기 제1 층에서 상기 제2 도펀트의 농도와 상기 제2 층에서 상기 제2 도펀트의 농도 사이에서 계단 함수 차이를 나타내는, 미립자 소재.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 확산 계면은 제1 도펀트 농도 ( $D_{1c}$ )를 가지는 상기 제1 층의 영역 및 제2 도펀트 농도 ( $D_{2c}$ )를 가지는 상기 제2 층의 영역을 분리하는, 미립자 소재.

#### 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 제1 도펀트 농도 및 상기 제2 도펀트 농도가 유의하게 상이한, 미립자 소재.

#### 청구항 9

제1항에 있어서, 상기 제1 층이 제1 도펀트 농도의 상기 제2 도펀트를 포함하고, 상기 제2 층이 제2 도펀트 농도의 상기 제2 도펀트를 포함하고, 여기서, 상기 제1 도펀트 농도와 상기 제2 도펀트 농도 사이의 차이는 적어도 약 0.6 wt%의 도펀트 농도 차이 ( $\Delta D_c$ )인, 미립자 소재.

#### 청구항 10

제9항에 있어서, 상기 도펀트 농도 차이 ( $\Delta D_c$ )가 약 30 wt% 이하인, 미립자 소재.

#### 청구항 11

제1항에 있어서, 상기 제1 층이 알칼리 금속원소, 알칼리 토금속원소, 희토류 원소, 하프늄 (Hf), 지르코늄 (Zr), 니오븀 (Nb), 탄탈 (Ta), 몰리브덴 (Mo), 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 제1 도펀트를 포함하는, 미립자 소재.

#### 청구항 12

제1항에 있어서, 상기 제2 도펀트가 알칼리 금속원소, 알칼리 토금속원소, 희토류 원소, 하프늄 (Hf), 지르코늄 (Zr), 니오븀 (Nb), 탄탈 (Ta), 몰리브덴 (Mo), 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는, 미립자 소재.

**청구항 13**

제1항에 있어서, 상기 제2 도펀트가 리튬 (Li), 나트륨 (Na), 칼륨 (K), 마그네슘 (Mg), 칼슘 (Ca), 스트론튬 (Sr), 바륨 (Ba), 스칸듐 (Sc), 이트륨 (Y), 란탄 (La), 세슘 (Ce), 프라세오디뮴 (Pr), 니오븀 (Nb), 하프늄 (Hf), 지르코늄 (Zr), 탄탈 (Ta), 몰리브덴 (Mo), 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는, 미립자 소재.

**청구항 14**

제1항에 있어서, 상기 제1 층이 제1 두께를 포함하고, 상기 제2 층이 제2 두께를 포함하고, 여기서, 상기 제1 두께 및 상기 제2 두께는 실질적으로 동일한, 미립자 소재.

**청구항 15**

제1항에 있어서, 상기 제1 층이 제1 두께를 포함하고, 상기 제2 층이 제2 두께를 포함하고, 여기서, 상기 제1 두께 및 상기 제2 두께는 서로에 대하여 적어도 약 5% 상이한, 미립자 소재.

**청구항 16**

제1항에 있어서, 상기 제2 도펀트가 지르코늄을 포함하고, 여기서, 상기 제2 도펀트가 본질적으로 지르코니아로 이루어지는, 미립자 소재.

**청구항 17**

제1항에 있어서, 상기 제1 층은 상기 물체의 길이 및 폭으로 정의되는 평면에서 관찰할 때 다각형, 타원형, 숫자, 그리스 알파벳 문자, 라틴 알파벳 문자, 러시아 알파벳 문자, 다각형들의 조합인 복합 형상(complex shape), 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 제1의 2차원 형상을 가지는, 미립자 소재.

**청구항 18**

제17항에 있어서, 상기 제2 층은 상기 물체의 길이 및 폭으로 정의되는 평면에서 관찰할 때 다각형, 타원형, 숫자, 그리스 알파벳 문자, 라틴 알파벳 문자, 러시아 알파벳 문자, 다각형들의 조합인 복합 형상, 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 제2의 2차원 형상을 가지는, 미립자 소재.

**청구항 19**

제18항에 있어서, 상기 제2의 2차원 형상이 상기 제1의 2차원 형상과 상이한, 미립자 소재.

**청구항 20**

제1항에 있어서, 상기 제1 층 및 상기 제2 층 사이에 배치되는 중간 층을 추가로 포함하고, 여기서, 상기 확산 계면은 상기 제2 층과 상기 중간 층 사이에 배치되며, 상기 제1 층 및 상기 중간 층의 계면에 배치되는 중간 확산 층을 추가로 포함하는, 미립자 소재.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 형상화 연마입자들, 더욱 상세하게는, 소정의 형상들을 가지는 복합 형상화 연마입자들 및 이러한 복합 형상화 연마입자들 형성방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 연마입자들을 포함하는 연마 물품은 연삭(grinding), 다듬질(finishing), 및 폴리싱(polishing)을 포함하는 다양한 물질의 제거 작업에 유용하다. 연마제의 유형에 따라 그러한 연마입자는 상품 제조에서 다양한 재료의 성형 또는 연삭에 유용할 수 있다. 삼각형으로 성형된 연마입자들 및 그러한 물체를 포함하는 연마 물품과 같이, 특정한 기하학적 구조를 가지고 있는 특정한 유형의 연마입자들이 현재까지 제조되었다. 예를 들면, 미국 특허

번호 제5,201,916호, 제5,366,523호 및 제5,984,988호 참조.

[0003] 소정의 형상을 가지는 연마입자들을 생산하는 데 이용되었던 세 가지 기본 기술은 용융, 소결, 및 화학 세라믹이다. 용융 과정에서, 연마입자들은, 표면이 조각될 수 있거나 조각될 수 없는 냉각 롤러, 용융된 재료가 부어지는 주형, 또는 산화알루미늄 용융물에 침지된 히트 싱크 물질에 의해, 성형될 수 있다. 예를 들면, 미국 특허 번호 제3,377,660호 참조. 소결 과정에서는, 직경이 10마이크로미터까지인 입자 크기의 내화 분말로부터 연마입자들이 형성될 수 있다. 윤활제 및 적절한 용매와 함께, 바인더가 분말에 첨가되어 혼합물을 형성하고, 이는 다양한 길이와 직경의 판상체 또는 로드로 성형될 수 있다. 예를 들면,

[0004] 미국 특허 번호 제3,079,242호 참조. 화학 세라믹 기술은 콜로이드 분산액 또는 히드로졸 (간혹 졸(sol)이라 함)을 성분들의 유동성을 보유하는 겔 또는 임의의 기타 물리적 상태로 전환하는 단계, 건조 단계, 및 연소하여 세라믹 물질을 획득하는 단계를 수반한다. 예를 들면, 미국 특허 번호 제4,744,802호 및 제4,848,041호 참조.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 개선된 연마제 및 연마 물품에 대한 요구가 여전히 업계에는 남아 있다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 일 양태에서, 미립자 소재(particulate material)는 물체를 가지는 형상화 연마입자를 포함하고, 물체는 물체의 기하학적 중심을 포함하고 제1 도펀트 농도 ( $D_{1c}$ )를 가지는 중앙 영역이 포함되는 제1 층 및 제1 층에 적층하고 기하학적 중심과 이격되는 물체 외면을 포함하고 제2 도펀트 농도 ( $D_{2c}$ )를 가지는 주변 영역이 포함되는 제2 층으로 구성되고, 물체의 제1 도펀트 농도 및 제2 도펀트 농도 간 도펀트 농도 차이 ( $\Delta D_c$ )는 적어도 약 0.2 wt%이다.

[0007] 다른 양태에서, 형상화 연마입자는 물체를 포함하고, 물체는 제1 도펀트 농도 ( $D_{1c}$ )를 가지는 제1 층, 제1 층에 적층되고 제2 도펀트 농도 ( $D_{2c}$ )를 가지는 제2 층을 가지고, 제1 층 및 제2 층은 Li, Na, K, Rb, Cs, Mg, Ca, Sr, Ba, Sc, Y, La, Zr, Hf, Ce, Pr, V, Nb, Ta, Mn, Fe, 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 도펀트 재료에서 선택되는 조성에 있어서 차별된다.

[0008] 다른 양태에 따르면, 형상화 연마입자 성형방법은 제1 혼합물 및 제2 혼합물을 단일 형성공정에서 일체의 전구체 형상화 연마입자로 형성하는 단계를 포함하고, 제1 혼합물은 제2 혼합물 조성과는 상이한 조성을 가진다.

[0009] 또 다른 양태에서, 형상화 연마입자 성형방법은 제1 혼합물을 제1 다이로부터 제1 스크린 개구를 통하여 압출하는 단계 및 제2 혼합물을 제2 다이로부터 제2 스크린 개구를 통하여 압출하는 단계를 포함하여 제1 혼합물 및 제2 혼합물로 구성되는 복합 전구체 형상화 연마입자를 형성하고, 상기 제1 혼합물은 제2 혼합물 조성과는 상이한 조성을 가진다.

[0010] 또 다른 양태에서, 코팅 연마물품은 기재 및 기재에 적층되고 물체를 가지는 형상화 연마입자를 포함하고, 물체는 물체의 기하학적 중심을 포함하고 제1 도펀트 농도 ( $D_{1c}$ )를 가지는 중앙 영역이 포함되는 제1 분량 및 기하학적 중심에서 떨어진 물체 외면을 포함하고 제2 도펀트 농도 ( $D_{2c}$ )를 가지는 주변 영역이 포함되는 제2 분량을 포함하고, 물체는 제1 도펀트 농도 및 제2 도펀트 농도 간 도펀트 농도 차이 ( $\Delta D_c$ )를 가진다.

[0011] 다른 양태에 따르면, 미립자 소재는 물체를 가지는 형상화 연마입자를 포함하고, 물체는 제1 층, 제1 층에 적층되고 제2 도펀트로 구성되는 제2 층을 포함하고, 제1 층 및 제2 층은 서로에 대하여 계단 구조로 배열된다.

[0012] 또 다른 양태에서, 미립자 소재는 물체를 가지는 형상화 연마입자를 포함하고, 물체는 제1 층, 제1 층에 적층되고 제2 도펀트로 구성되는 제2 층, 및 제1 층 및 제2 층 사이에 개재되는 확산 계면을 포함한다.

**도면의 간단한 설명**

[0013] 첨부되는 도면을 참고함으로써, 본 개시내용은 더 잘 이해될 수 있고, 이의 많은 특징들과 장점들이 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 분명해질 수 있다.

- 도 1은 실시태양에 의한 미립자 소재 성형시스템 개략도이다.
- 도 2는 실시태양에 의한 미립자 소재 성형시스템 부분개략도이다.
- 도 3은 실시태양에 따라 절단 후의 상태도이다.
- 도 4A는 실시태양에 의한 미립자 소재 성형시스템을 도시한 것이다.
- 도 4B는 실시태양에 의한 미립자 소재 성형에 사용되는 시스템의 일부를 도시한 것이다.
- 도 5는 실시태양에 의한 미립자 소재 성형에 사용되는 시스템의 일부를 도시한 것이다.
- 도 6A는 실시태양에 의한 형상화 연마입자 사시도이다.
- 도 6B는 실시태양에 의한 형상화 연마입자 사시도이다.
- 도 7은 실시태양에 의한 형상화 연마입자 사시도이다.
- 도 8은 실시태양에 의한 형상화 연마입자 사시도이다.
- 도 9-12는 실시태양에 의한 형상화 연마입자 부분단면도이다.
- 도 13은 실시태양에 의한 형상화 연마입자 사시도이다.
- 도 14A는 실시태양에 의한 미립자 소재 사시도이다.
- 도 14B 및 14C는 도 13A의 형상화 연마입자에 대한 부분 단면도이다.
- 도 15-17은 실시태양에 의한 형상화 연마입자들을 도시한 것이다.
- 도 18은 실시태양에 의한 형상화 연마입자들을 포함한 코팅 연마재를 도시한 것이다.
- 도 19는 실시태양에 의한 형상화 연마입자들을 포함한 결합 연마재를 도시한 것이다.
- 도 20A는 실시태양에 의한 형상화 연마입자의 사시도이다.
- 도 20B는 실시태양에 의한 형상화 연마입자의 사시도이다.
- 도 21은 실시태양에 의한 형상화 연마입자의 사시도이다.
- 도 22는 실시태양에 의한 형상화 연마입자 사진이다.
- 도 23A 및 23B는 실시태양에 따라 층들을 가지는 형상화 연마입자들 사진들이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0014] 본 발명은 형상화 연마입자들 및 이러한 형상화 연마입자들의 형상들 성형방법에 관한 것이다. 형상화 연마입자들은 다양한 연마물품, 예를 들면 결합 연마물품, 코팅 연마물품, 및 기타 등에 사용된다. 달리, 본원 실시태양들의 형상화 연마입자들은 자유 연마 기술 예를 들면 연마 및/또는 폴리싱 슬러리에서 사용된다.
- [0015] 도 1은 실시태양에 의한 미립자 소재 성형에 사용되는 시스템 (100) 개략도이다. 특히, 시스템 (100)은 복합 전구체 형상화 연마입자들 성형에 사용된다. 복합 전구체 형상화 연마입자들을 성형하여 복합 형상화 연마입자들을 형성할 수 있다는 것을 이해하여야 한다.
- [0016] 도시된 바와 같이, 시스템 (100)은 다이 (103) 아래에서 방향 (110)으로 이동되는 벨트 (109)를 포함한다. 특정한 경우, 다이 (103)는 제1 혼합물 (101)이 담기는 제1 저장소 (171), 및 제1 저장소 (171)와 떨어져 있고 제2 혼합물 (180)이 담기는 제2 저장소 (172)를 포함한다. 상세하게는, 혼합물 (101)은 세라믹 분말소재 및 액체로 형성되는 겔일 수 있고, 겔은 미처리 (즉, 미-소성) 상태에서 주어진 형상을 유지할 수 있는 형상-안정화 소재로 특징된다. 실시태양에 의하면, 겔은 개별 입자들의 일체적 네트워크로서 세라믹 분말소재로 형성될 수 있다.
- [0017] 혼합물 (101)은 특정 함량의 고형재, 예컨대 세라믹 분말소재를 포함한다. 예를 들면, 일 실시태양에서, 혼합물 (101)은 혼합물 (101) 총 중량에 대하여 적어도 약 25 wt%, 예컨대 적어도 약 35 wt%, 또는 적어도 약 42 wt%의 고체 함량을 가진다. 또한, 비-제한적인 적어도 하나의 실시태양에서, 혼합물 (101)의 고체 함량은 약 75 wt% 이하, 예컨대 약 70 wt% 이하, 약 65 wt% 이하, 또는 약 55 wt% 이하이다. 혼합물 (101) 중 고체 함량은 임의의 최소 비율 및 최대 비율 사이에 있을 수 있다는 것을 이해하여야 한다

- [0018] 하나의 실시태양에 따르면, 세라믹 분말소재는 산화물, 질화물, 탄화물, 붕화물, 산탄화물, 산질화물, 및 이들의 조합을 포함한다. 특정한 경우, 세라믹 재료는 알루미늄을 포함한다. 더욱 상세하게는, 세라믹 재료는 알파 알루미늄 전구체인 베마이트 재료를 포함한다. 용어 “베마이트”는 전형적으로  $Al_2O_3 \cdot H_2O$  으로 물 함량이 15% 정도인 베마이트 광물 및, 물 함량이 15% 이상, 예컨대 20-38중량%인 유사(pseudo)베마이트 을 포함한 알루미늄 수화물을 표기하도록 일반적으로 본원에서 사용된다. 베마이트 (유사베마이트 포함)는 기타 수화 알루미늄들 예컨대 베마이트 미립자 소재 제조에 전구체로 통상 사용되는 ATH (삼수산화알루미늄)를 포함한 기타 알루미늄 재료와는 차별되는 특징 및 식별 가능한 결정 구조 및 따라서 특유한 X-ray 회절 패턴을 가진다는 것을 이해하여야 한다.
- [0019] 또한, 혼합물 (101)은 특정 함량의 액상 재료를 가진다. 일부 적합한 액체로는 유기재료, 예컨대 물을 포함한다. 하나의 실시태양에 따르면, 혼합물 (101)은 혼합물 (101) 중 고체 함량보다 낮은 액체 함량을 가지도록 형성된다. 특정 실시예들에서, 혼합물 (101)의 액체 함량은 혼합물 (101) 총 중량에 대하여 적어도 약 25 wt%이다. 다른 실시예들에서, 혼합물 (101)의 액체 함량은 더 크고, 예컨대 적어도 약 35 wt%, 적어도 약 45 wt%, 적어도 약 50 wt%, 또는 적어도 약 58 wt%이다. 또한, 비-제한적인 적어도 하나의 실시태양에서, 혼합물의 액체 함량은 약 75 wt% 이하, 예컨대 약 70 wt% 이하, 약 65 wt% 이하, 약 60 wt% 이하, 또는 약 65 wt% 이하이다. 혼합물 (101) 중 액체 함량은 상기 임의의 최소 비율 및 최대 비율 사이에 있을 수 있다는 것을 이해하여야 한다.
- [0020] 또한, 본원 실시태양에 의한 형상화 연마입자들 처리 및 성형이 용이하도록, 혼합물 (101)은 특정 저장탄성률을 가진다. 예를 들면, 혼합물 (101)의 저장탄성률은 적어도 약  $1 \times 10^4$  Pa, 예컨대 적어도 약  $4 \times 10^4$  Pa, 또는 적어도 약  $5 \times 10^4$  Pa이다. 그러나, 비-제한적인 적어도 하나의 실시태양에서, 혼합물 (101)의 저장탄성률은 약  $1 \times 10^7$  Pa 이하, 예컨대 약  $1 \times 10^6$  Pa 이하이다. 혼합물 (101)의 저장탄성률은 상기 임의의 최소값 및 최대값 사이의 범위일 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 저장탄성률은 ARES 또는 AR-G2 회전형 레오미터를 이용한 평행판 시스템 및 펠티어 판 (Peltier plate) 온도 조절시스템으로 측정한다. 시험에 있어서, 혼합물 (101)을 서로 대략 8 mm 이격 설정되는 두 판들 사이 간극으로 압출한다. 간극으로 압출한 후, 혼합물 (101)이 완전히 판들 사이 간극을 채울 때까지 간극을 형성하는 두 판들 사이 간격을 2 mm로 좁힌다. 과잉 혼합물을 닦아낸 후, 간격을 0.1 mm만 큼 좁히고 시험을 개시한다. 시험은 변형 범위가 0.1% 내지 100%, 6.28 rad/s (1 Hz)로 설정된 장비로, 25-mm 평행판을 이용하고 10 포인트 감소할 때 기록하는 진동 변형 일소 시험이다. 시험 완료 후 1 시간 내에, 간격을 다시 0.1 mm만큼 좁히고 시험을 반복한다. 시험은 적어도 6 회 반복한다. 제1 시험은 제2 및 제3 시험들과 다를 수 있다. 각각의 시험에 대한 제2 및 제3 시험들 결과만을 보고하여야 한다. 점도는 저장탄성률 값을  $6.28 \text{ s}^{-1}$ 로 나누어 계산할 수 있다.
- [0021] 또한, 본원 실시태양에 의한 형상화 연마입자들 처리 및 성형이 용이하도록, 혼합물 (101)은 특정 점도를 가진다. 예를 들면, 혼합물 (101)의 점도는 적어도 약  $4 \times 10^3$  Pa s, 적어도 약  $5 \times 10^3$  Pa s, 적어도 약  $6 \times 10^3$  Pa s, 적어도 약  $8 \times 10^3$  Pa s, 적어도 약  $10 \times 10^3$  Pa s, 적어도 약  $20 \times 10^3$  Pa s, 적어도 약  $30 \times 10^3$  Pa s, 적어도 약  $40 \times 10^3$  Pa s, 적어도 약  $50 \times 10^3$  Pa s, 적어도 약  $60 \times 10^3$  Pa s, 또는 적어도 약  $65 \times 10^3$  Pa s이다. 비-제한적인 적어도 하나의 실시태양에서, 혼합물 (101)의 점도는 약  $1 \times 10^6$  Pa s 이하, 약  $5 \times 10^5$  Pa s 이하, 약  $3 \times 10^5$  Pa s 이하, 또는 약  $2 \times 10^5$  Pa s 이하이다. 혼합물 (101) 점도는 상기 임의의 최소값 및 최대값 사이의 범위일 수 있다는 것을 이해하여야 한다.
- [0022] 또한, 본원 실시태양에 의한 형상화 연마입자들 처리 및 성형이 용이하도록, 혼합물 (101)은 상기 액체와는 구별되는 유기 첨가제들을 포함한 특정 함량의 유기재료들을 가지도록 형성된다. 일부 적합한 유기 첨가제들은 안정화제, 바인더, 예컨대 프록토오스, 수크로오스, 락토오스, 글루코오스, UV 경화성 수지들, 및 기타 등을 포함한다.
- [0023] 특히, 본원 실시태양들은 종래 테이프 주조 공정에서 사용되는 슬러리와 차별되는 혼합물 (101)을 사용한다. 예를 들면, 혼합물 (101) 내의 유기재료들, 특히, 임의의 상기 유기 첨가제들의 함량은 혼합물 (101) 내의 다른 성분들과 비교할 때 소량이다. 적어도 하나의 실시태양에서, 혼합물 (101)은 혼합물 (101) 총 중량에 대하여 약 30 wt% 이하의 유기재료를 가지도록 형성된다. 다른 실시예들에서, 유기재료 함량은 더 적고, 예컨대 약 15 wt% 이하, 약 10 wt% 이하, 또는 약 5 wt% 이하이다. 또한, 비-제한적인 적어도 하나의 실시태양에서, 혼합물 (101)

내의 유기재료 함량은 혼합물 (101) 총 중량에 대하여 적어도 약 0.5 wt%이다. 혼합물 (101) 내의 유기재료 함량은 상기 임의의 최소값 및 최대값 사이의 범위일 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

- [0024] 또한, 본원 실시태양에 의한 형상화 연마입자들 처리 및 성형이 용이하도록 혼합물 (101)은 상기 액체와는 구분되는 특정 함량의 산 또는 염기를 가지도록 형성된다. 일부 적합한 산 또는 염기는 질산, 황산, 시트르산, 염소산, 타타르산, 인산, 질산암모늄, 구연산암모늄을 포함한다. 특정 실시태양에 의하면, 질산 첨가제를 사용하여 혼합물 (101)은 약 5 미만, 더욱 상세하게는, 약 2 내지 약 4 pH를 가진다.
- [0025] 특히, 제2 혼합물 (180)은 제1 혼합물 (101)과 임의의 동일한 특성들, 예를 들면, 저장탄성률, 고형재 함량, 액상 재료 함량, 및 유기재료 함량을 가지는 겔일 수 있다. 또한, 특정한 경우, 제2 혼합물 (180)은 제1 혼합물 (101)과는 상이한 적어도 하나의 특징부를 가질 수 있다. 특정한 경우, 제1 혼합물 (101) 및 제2 혼합물 (180)은 상이한 조성을 가지고, 두 혼합물들 간 적어도 하나의 원소가 상이하다. 예를 들면, 제1 혼합물 (101)은 제2 혼합물 (180)에 존재하지 않는 도펀트 재료를 가진다. 달리, 제2 혼합물 (180)은 제1 혼합물 (101)에 부재한 도펀트 재료를 가진다.
- [0026] 또 다른 실시태양에서, 제1 혼합물 (101)은 혼합물 성분들에 있어서 제2 혼합물 (180)과 상이할 수 있다. 예를 들면, 혼합물들 중 하나는 다른 혼합물의 상기 첨가제와는 상이한 함량의 첨가제, 예컨대 바인더, 공극형성제, 섬유제, 및 기타 등을 가질 수 있다. 다른 실시태양에서, 제1 혼합물 (101)은 제2 혼합물 (180)과 대비하여 상이한 함량의 고형재, 예컨대 세라믹 분말소재를 가진다. 기타 실시태양들에서, 제1 혼합물 (101)은 제2 혼합물 (180)의 액상 재료 함량과 비교하여 상이한 함량의 액상 재료를 함유한다. 또한, 제2 혼합물 (180)과 비교하여 제1 혼합물 (101)은 상이한 특성들, 예컨대 저장탄성률을 가진다.
- [0027] 도시된 바와 같이, 제1 혼합물 (101)이 저장소 (172)와 분리된 저장소 (171)에 담기도록 다이 (103)가 형성된다. 제1 혼합물 (101)은 방향 (191)으로 다이 개구 (105)를 통과하여 다이 개구 (105) 아래에 있는 벨트 (109)로 압출된다. 실제로, 제1 혼합물 (101)은 다이 개구 (105)를 통하여 다이 (103)에서 유출되어 벨트 (109)에 직접 압출된다. 따라서, 특정한 경우, 시스템 (100)은 제1 혼합물 (101)이 벨트 (109)에 압출되어 벨트 (109)를 따라 방향 (110)로 병진하는 제1 형태를 형성하도록 사용된다.
- [0028] 실시태양에 의하면, 다이 개구 (105)는 직사각형을 가진다. 또한, 다이 개구 (105)를 통해 압출되는 혼합물 (101)은 다이 개구 (105)와 실질적으로 동일한 단면 형상을 가진다. 따라서, 소정의 실시태양들에서, 혼합물 (101)이 성형체로서 압출된다. 본원에서 성형체는 포괄적으로 임의의 형상화 세라믹 물체를 언급한다. 성형체는 원하는 형상 및 성형방법에 따라 다양한 형상들 및 외곽선들을 가진다. 도시된 실시태양에서, 본 공정은 시트 (111) 형상을 가지는 성형체 압출 단계를 포함한다. 시트 (111)는 시트 (111)의 두께 (t) 및 폭 (w)로 정의되는 평면에서 관찰할 때 대략 직사각 단면 형상을 가진다.
- [0029] 제1 재료 (101)는 다이 개구 (105)를 통해 혼합물 (101)을 압출하기 위하여 혼합물 (101)에 힘 (190) (또는 압력)을 인가하여 압출된다. 실시태양에 의하면, 압출 과정에서 특정 압력이 활용될 수 있다. 예를 들면, 압력은 적어도 약 10 kPa, 예컨대 적어도 약 500 kPa이다. 또한, 비-제한적인 적어도 하나의 실시태양에서, 압출 과정에서 적용되는 압력은 약 4 MPa 이하이다. 혼합물 (101) 압출에 적용되는 압력은 상기 임의의 최소값 및 최대값 사이의 범위일 수 있다는 것을 이해하여야 한다.
- [0030] 도시된 바와 같이, 시스템 (100)은 다이 개구 (173)를 통해 방향 (175)으로 저장소 (172)로부터 제2 재료 (180)을 압출한다. 특히, 다이 개구 (173)는 다이 개구 (105)로부터 이격되고 구분된다. 방향 (175)으로 압력이 인가되면 제2 저장소 (172)로부터 제2 재료 (180)가 압출된다는 것을 이해할 수 있다. 소정의 실시예들에서, 제2 혼합물 (180)을 압출하기 위한 힘은 제1 재료 (101)를 저장소 (171)에서 압출하기 위한 힘과 실질적으로 동일하다. 또한, 다른 실시예들에서, 저장소 (172)에서 제2 혼합물 (180)을 압출하기 위한 힘은 제1 재료 (101)를 저장소 (171)에서 압출하기 위한 힘과 상이하다.
- [0031] 실시태양에 의하면, 공정을 통해 복합 시트 (111)가 성형되고, 상기 시스템 (100)은 제1 시트 (181)를 형성하고 제1 시트 (181)에 적층되는 제2 시트 (182)를 형성한다. 소정의 실시예들에서, 제1 시트 (181)는 제2 시트 (182) 아래에 놓이고, 더욱 상세하게는, 제1 시트 (181)는 제2 시트 (182)와 직접 접촉한다. 또한, 복합 시트 (111) 제1 시트 (181) 및 제2 시트 (182)로부터 형성되는 것으로 도시되지만, 추가 혼합물들 또는 재료는 복합 시트 (111)에 추가적인 부분들 또는 층들을 형성할 수 있다.
- [0032] 특정한 경우, 시스템 (100)은 공-압출 프로세서로 진행되며, 제1 혼합물 (101) 및 제2 혼합물 (180)은 동시에 병진 벨트 (109)에 압출되어 복합 시트 (111)를 형성한다. 또한, 시스템 (100)은 제1 다이 개구 (105) 및 제2



다이 개구 (173) 간의 특정 배열로 도시되지만, 대안적 다이 배열들이 적용될 수 있다. 예를 들면, 다른 실시태양들에서 다이 개구들 (105, 173)은 서로 동축 관계에 있을 수 있다. 기타 실시태양들에서, 다이 개구들 (105, 173)은 측방 인접 배향으로 배열되어, 다이 개구들은 시트 (111) 폭만큼 나란히 배열될 수 있다. 또한, 시스템 (100)은 각각의 다이 개구가 구분되고 이격 상태로 연관되는 상이한 다이들을 사용할 수 있다.

[0033] 또한, 시스템 (100)은 2개의 다이 개구들 (105, 173)을 포함하는 다이 (103)를 도시하지만, 기타 다이들은 추가 저장소들과 연관되는 추가 다이 개구들을 포함할 수 있다. 예를 들면, 다이 (103)는 제3 혼합물을 담을 수 있는 제3 저장소를 가진다. 제3 혼합물은 제1 혼합물 (101) 또는 제2 혼합물 (171)과 비교하여 상이할 수 있다. 또한, 제3 혼합물은 제1 및 제2 혼합물과 공-압출되어 제1 혼합물 (101), 제2 혼합물 (171), 및 제3 혼합물을 포함하는 복합 압출물을 형성한다.

[0034] 일부 실시태양들에서, 혼합물 (101)이 다이 개구 (105)에서 압출되면서 동시에 벨트 (109)는 병진된다. 시스템 (100)에 도시된 바와 같이, 혼합물 (101)은 방향 (191)으로 압출된다. 벨트 (109)의 병진 방향 (110)은 혼합물 압출 방향 (191)에 대하여 각을 형성한다. 시스템 (100)에서 병진 방향 (110) 및 압출 방향 (191) 사이 각이 실질적으로 직교하는 것으로 도시되지만, 기타 각들 예를 들면, 예각 또는 둔각이 고려될 수 있다. 또한, 혼합물 (101)이 벨트 (109) 병진 방향 (110)에 대하여 유각의 방향 (191)으로 압출되는 것으로 도시되지만, 대안적 실시태양에서, 벨트 (109) 및 혼합물 (101) 실질적으로 동일한 방향으로 압출될 수 있다.

[0035] 벨트 (109)는 처리가 용이하도록 특정 속도로 병진된다. 예를 들면, 벨트 (109)는 적어도 약 3 cm/s로 병진한다. 다른 실시태양들에서, 벨트 (109) 병진 속도는 더 빠를 수 있고, 예컨대 적어도 약 4 cm/s, 적어도 약 6 cm/s, 적어도 약 8 cm/s, 또는 적어도 약 10 cm/s이다. 또한, 비-제한적인 적어도 하나의 실시태양에서, 벨트 (109)는 약 5 m/s 이하, 약 1 m/s 이하, 또는 약 0.5 m/s 이하로 방향 (110)으로 전진한다. 스크린 (151)은 상기 임의의 최소값 및 최대값 사이의 범위의 속도로 병진할 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0036] 본원 실시태양에 의한 소정의 프로세스에 있어서, 방향 (191)의 혼합물 (101) 압출 속도에 대하여 벨트 (109) 병진 속도가 조절되어 적절한 처리를 가능하게 한다. 예를 들면, 벨트 (109) 병진 속도는 압출 속도와 실질적으로 동일하여 적합한 시트 (111) 형성이 보장된다.

[0037] 혼합물 (101)이 다이 개구 (105)를 통과하여 압출된 후, 혼합물 (101)은 다이 (103) 표면에 부착된 칼날 (107) 아래로 벨트 (109)를 따라 전진된다. 칼날 (107)은 시트 (111) 형성을 가능하게 한다. 시트 (111)는 특정 치수, 예를 들면 길이 (l), 폭 (w), 및 두께 (t)를 가진다. 실시태양에 의하면, 시트 (111)는 병진 벨트 (109) 방향으로 연장되는 길이를 가지고, 이는 폭보다 더 크고, 시트 (111) 폭은 벨트 (109) 길이 및 시트 길이에 수직 방향으로 연장되는 치수이다. 시트 (111)는 두께 (184)를 가지고, 길이 및 폭은 시트 (111) 두께 (184)보다 크다. 하나의 실시태양에 따르면, 시트 (111)는 길이 (l), 폭 (w), 및 높이 (h)를 가지고, 이때 길이  $\geq$  폭  $\geq$  높이이다. 또한, 시트 (111)의 길이: 높이의 2차 중형비는 적어도 약 10, 예컨대 적어도 약 100, 적어도 약 1000, 또는 적어도 약 1000이다.

[0038] 특히, 시트 (111) 두께 (184)는 벨트 (109) 표면에서 수직 연장되는 치수이다. 실시태양에 의하면, 시트 (111)는 특정 치수의 두께 (184)를 가지도록 형성되고, 두께는 시트 (111)의 다중 측정치들의 평균 두께다. 예를 들면, 시트 (111) 두께 (184)는 적어도 약 0.1 mm, 예컨대 적어도 약 0.5 mm이다. 다른 실시예들에서, 시트 (111) 두께 (184)는 더 높고, 예컨대 적어도 약 0.8 mm, 적어도 약 1 mm, 적어도 약 1.2 mm, 적어도 약 1.6 mm, 또는 적어도 약 2 mm이다. 또한, 비-제한적 일 실시태양에서, 시트 (111) 두께 (184)는 약 10 mm 이하, 약 5 mm 이하, 또는 약 2 mm 이하이다. 시트 (111)는 상기 임의의 최소값 및 최대값 사이의 범위의 평균 두께를 가질 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0039] 다이 (103)로부터 혼합물 (101)을 압출한 후, 시트 (111)는 벨트 (109) 표면을 따라 방향 (112)으로 전진한다. 벨트 (109)를 따라 시트 (111)를 병진시키면 전구체 형상화 연마입자들 형성 공정이 더욱 용이하다. 예를 들면, 시트 (111)는 형상화 구역 (113)에서 형상화 공정이 수행된다. 특정한 경우, 형상화 공정은 시트 (111) 표면, 예를 들면, 시트 (111) 상부 주면 (117)에 대한 형상화를 포함한다. 다른 실시태양들에서, 기타 시트 주면들에 대한 예를 들면, 저면 또는 측면들에 대한 형상화를 포함할 수 있다. 소정의 프로세스에 있어서, 형상화는 하나 이상의 공정들, 예컨대, 엠보싱, 압연, 절단, 조각, 패턴화, 신장, 비틀림, 및 이들의 조합을 통해 시트의 외곽선 (contour)을 변경시키는 것을 포함한다.

[0040] 하나의 특정 실시태양에서, 형상화 공정은 시트 (111)의 상부 주면 (117)의 형상 (119)을 성형하는 것을 포함한다. 상세하게는, 형상화 구조체 (115)는 시트 (111) 상부 주면 (117)과 접촉하여 형상 (119) 또는 형상들 패턴

을 상부 주면 (117)에 형성시킨다. 형상화 구조체 (115)는 다양한 형태를 취할 수 있고, 예를 들면, 표면에 다양한 형상들을 가지는 물러를 포함하고, 형상화 구조체 (115) 및 상부 주면 (117) 간의 접촉 시에 이러한 형상들이 시트 (111) 상부 주면 (117)으로 전달된다.

- [0041] 또한, 대안적 형상화 구조체들 및 시트 형상화 방법들이 적용될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 예를 들면, 벨트 (109) 표면이 표면 처리되고 표면 처리된 형상들이 시트 (111), 및 최종-성형 형상화 연마입자들에 부여될 수 있다. 또한, 다양한 장치들이 사용되어 형상 또는 형상들 패턴이 시트 (111) 측면들에 부여될 수 있다.
- [0042] 실시태양에 의하면, 형상화 연마입자 형성 공정은 벨트 (109)를 따라 시트 (111)가 형성 구역 (121)을 통과하도록 전진하는 것을 더욱 포함한다. 실시태양에 의하면, 형상화 연마입자 형성 공정은 시트 (111)를 절단하여 전구체 형상화 연마입자들 (123)을 형성하는 것을 포함한다. 예를 들면, 소정의 실시예들에서, 형성 공정은 시트 (111) 일부에 대한 천공화를 더욱 포함한다. 다른 실시예들에서, 형성 공정은 시트 (111) 패턴화에 의한 패턴화 시트 형성 및 패턴화 시트로부터 형상들의 추출을 포함한다.
- [0043] 특정 형성 공정은 절단, 압축, 천공, 분쇄, 압연, 비틀림, 굽힘, 건조, 및 이들의 조합을 포함한다. 일 실시태양에서, 형성공정은 시트 (111) 절단을 포함한다. 시트 (111) 절단은 기체, 액체, 또는 고체 형태일 수 있는 적어도 하나의 기계체를 사용한다. 절단공정은 절단, 압축, 천공, 분쇄, 압연, 비틀림, 굽힘, 및 건조의 적어도 하나의 또는 조합을 포함한다. 또한, 절단은 시트 (111) 일부에 대한 시트 (111) 높이 전체를 연장하지 않는 천공화 또는 부분 개구 생성을 포함한다는 것을 이해하여야 한다. 예를 들면, 절단은 물 분사 절단 프로세스를 포함할 수 있다. 다른 실시태양에서, 시트 (111) 절단은 하나 또는 다수의 블레이드, 와이어, 디스크, 및 이들의 조합을 포함한 기계체의 사용을 포함한다. 블레이드들은 서로에 대하여 다양한 구성으로 배향되어 바람직한 절단을 달성한다. 예를 들면, 갭 구조와 같이 블레이드들은 서로 평행하게 배열된다. 달리, 기계체는 서로 연결되거나 서로 독립적으로 일조의 나선형 블레이드들을 포함한다.
- [0044] 달리, 형상화 연마입자들 형성공정은 시트 (111)를 개별 전구체 형상화 연마입자들로 절단하기 위하여 복사선을 이용한다. 예를 들면, 복사선 이용은 시트 (111)로부터 개별 형상화 연마입자들을 새기거나 달리 절단하는 레이저 이용을 포함한다.
- [0045] 적어도 하나의 블레이드가 시트 (111)를 통과하여 이동되면서 절단할 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 특정한 경우 블레이드를 이용한 절단공정에서 제1 방향, 및 제1 방향과 다른 제2 방향을 포함하여 다중 방향으로 블레이드가 시트 (111)를 통과하도록 이동한다. 상세하게는, 소정의 절단공정에서 다수의 블레이드들은 다중 방향으로 시트 (111)를 가로지르고 통과하도록 이동되어 전구체 형상화 연마입자들 (123)을 형성한다.
- [0046] 소정의 실시예들에서, 절단 방법은 시트 (111)에 형성된 개구 또는 천공을 유지하는 것을 포함한다. 시트 (111) 절단이 기계체에 의해 이루어진 후 개구 (415)가 유지되면 형상화 연마입자들 및 형상화 연마입자들의 형상들 및 형상화 연마입자들 배치의 형상들 형성에 적합하다. 개구 유지는 개구를 형성하는 시트 (111)의 적어도 하나의 표면을 적어도 부분 건조하는 것을 포함한다. 적어도 부분 건조 공정은 개구에 건조물질을 지향하는 것을 포함한다. 건조물질은 액체, 고체, 또는 심지어는 기체를 포함한다. 또한, 개구 유지 공정은 건조물질, 예컨대 기체를, 개구에 선택적으로 지향하고 개구 (415)와 실질적으로 이격되는 기타 시트 (111) 표면들에 기체 충들을 제한하는 것을 포함한다.
- [0047] 소정의 실시예들에서, 절단공정은 시트가 충분히 건조되기 전에 수행된다. 예를 들면, 절단은 시트 (111) 초기 형성 과정에서의 원래 액체 함량과 대비하여 시트 (111)에서 약 20% 이하의 액체가 휘발 되기 전에 수행된다. 다른 실시태양들에서, 절단 전 후 허용 가능한 휘발 함량은 더 적고, 예컨대, 시트 원래 액체 함량의 약 15% 이하, 약 12% 이하, 약 10% 이하, 약 8% 이하, 또는 약 4% 이하이다.
- [0048] 본원의 실시태양에서 기재된 바와 같이, 절단공정은 형성공정과 동시에 수행된다. 또한, 절단공정은 형성공정에 연속하여 수행된다. 휘발에 따라 달라지는 용제 공정의 경우와 같이 절단공정은 반드시 시트 조성의 변경을 포함할 필요는 없다.
- [0049] 하나의 실시태양에 따르면, 절단공정은 형성공정을 유리하게 하는 특정 조건들에서 수행된다. 예를 들면, 절단공정은 제어된 습도, 제어된 온도, 제어된 기압, 제어된 기류, 제어된 분위기 기체 조성, 및 이들의 조합 중 적어도 하나를 포함하는 제어된 절단 조건들에서 수행된다. 이러한 조건들을 제어함으로써 시트 건조 및 특정 형상들을 가지는 형상화 연마입자들 형성을 용이하게 한다. 특정 실시태양에 의하면, 절단공정은 제한적이지 않지만 습도, 온도, 기압, 기류, 분위기 기체 조성, 및 이들의 조합을 포함하는 하나 이상의 소정의 분위기 조건들의 감시 및 조절을 포함한다.

- [0050] 적어도 하나의 실시태양에 있어서, 절단공정에 적용되는 분위기 온도 (즉, 절단 온도)는 기타 공정에 적용되는 분위기 온도와 관련하여 조절될 수 있다. 예를 들면, 절단 온도는 시트 형성 과정 (예를 들면, 압출)에 적용되는 온도와 실질적으로 상이한 온도에서 수행된다. 달리, 시트 형성과정에서 적용되는 온도는 절단 온도와 실질적으로 동일할 수 있다. 또한, 다른 실시태양에서, 기계체는 절단 과정 중에서 시트 (111) 온도보다 더욱 고온일 수 있다. 대안적 조건에서, 기계체는 시트 (111) 온도 미만일 수 있다.
- [0051] 또 다른 양태에서, 절단공정은 절단 후 시트 (111)에 형성된 개구에 절단 후 시트에 있는 개구를 충분히 유지할 수 있는 적어도 하나의 개구 조제를 제공하는 것을 포함한다. 일부 적합한 개구 조제 제공방법은 적층, 도포, 분사, 인쇄, 압연, 전달, 및 이들의 조합을 포함한다. 하나의 특정 실시태양에서, 기계체는 적어도 하나의 개구 조제로 코팅되고, 개구 조제는 기계체 표면에서 개구를 형성하는 시트 표면으로 전달된다. 개구 조제는 무기재료, 유기재료, 고분자, 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 재료를 포함한다. 일 실시태양에서, 개구 조제는 발포제, 계면활성제, 및 이들의 조합일 수 있다.
- [0052] 도 2는 형성 구역 (121)에서 절단에 사용되는 특정 장치를 도시한 것이다. 도시된 바와 같이, 절단공정은 서로 평행한 다수의 블레이드들 (202, 203, 204, 205, 206)을 가지는 절단 장치 (201)를 이용한다. 절단 장치 (201)는 다중 방향으로 시트 (111)를 통과하여 전구체 형상화 연마입자들 (123)을 형성한다. 예를 들면, 도 2에 도시된 바와 같이, 먼저 절단 장치 (201)는 시트 (111) 길이 (1)에 대하여 유각인 방향 (207)로 병진된다. 이후, 절단 장치 (201)는 제1 방향 (207)과 다르게 제1 방향 (207)에 대하여 유각인 제2 방향 (209)으로 병진된다. 마지막으로, 절단 장치 (201)는 제1 방향 (207) 또는 제2 방향 (209)과 상이한 제3 방향 (208)으로 시트 (111)를 가로질러 통과하여 전구체 형상화 연마입자들을 형성한다. 단일 절단 장치 (201)가 다중 방향으로 이동하는 것으로 기재되지만, 개별 및 별개 절단 방향들에 대하여 별개 절단 장치들이 적용될 수 있다는 것을 이해하여야 한다.
- [0053] 절단공정은 단일 절단공정으로 상이한 유형의 형상화 연마입자들을 생성한다. 상이한 유형의 형상화 연마입자들은 본원 실시태양들의 동일한 프로세스들로 형성된다. 상이한 유형의 형상화 연마입자들은 제1의 2차원 형상을 가지는 제1 유형의 형상화 연마입자 및 상이한 2차원 형상을 가지는 제2 유형의 형상화 연마입자를 포함한다. 또한, 상이한 유형의 형상화 연마입자들은 서로 크기가 다르다. 예를 들면, 상이한 유형의 형상화 연마입자들은 서로 상이한 부피를 가진다. 상이한 유형의 형상화 연마입자들을 형성할 수 있는 단일 공정은 소정의 유형의 연마물품을 생산하는데 특히 적합하다
- [0054] 도시된 바와 같이, 절단 장치 (201)로 시트 (111)를 절단하면, 시트 (111)에서 다수의 전구체 형상화 연마입자들이 형성된다. 특정한 경우, 도 2에 도시된 바와 같이, 제1 유형의 전구체 형상화 연마입자들 (240)이 시트 (111)에서 형성된다. 전구체 형상화 연마입자들 (240)은 시트 (111)의 길이 (1) 및 폭 (w)으로 정의되는 평면에서 관찰할 때 대략 삼각형의 2차원 형상을 가진다.
- [0055] 또한, 절단공정은 시트 (111) 가장자리에 및 근접한 다른 유형의 전구체 형상화 연마입자들 (243)을 형성한다. 전구체 형상화 연마입자들 (243)은 시트 (111)의 길이 (1) 및 폭 (w)에 의해 정의되는 평면에서 관찰할 때 2차원 삼각형을 가진다. 그러나, 전구체 형상화 연마입자들 (243)은 전구체 형상화 연마입자들 (240)보다 크기가 더 작다. 특정한 경우, 전구체 형상화 연마입자들 (243)은 전구체 형상화 연마입자들 (240) 부피의 약 95% 이하의 부피를 가진다. 부피는 동일한 유형의 적어도 20개의 형상화 연마입자들의 부피 측정 계산의 평균치이다. 다른 실시예들에서, 전구체 형상화 연마입자들 (243)은 전구체 형상화 연마입자들 (240) 부피의 약 92% 이하, 약 90% 이하, 약 85% 이하, 예컨대 약 80% 이하, 약 75% 이하, 약 60% 이하, 또는 약 50% 이하의 부피를 가진다. 또한, 비-제한적 일 실시태양에서, 전구체 형상화 연마입자들 (243)의 부피는 전구체 형상화 연마입자들 (240) 부피의 적어도 약 10%, 예컨대 적어도 약 20%, 적어도 약 30%, 또는 적어도 약 40% 이다. 전구체 형상화 연마입자들 (243) 및 전구체 형상화 연마입자들 (240) 간의 부피 차이는 상기 임의의 최소 비율 및 최대 비율 사이에 있을 수 있다는 것을 이해하여야 한다.
- [0056] 시트 (111)로부터 전구체 형상화 연마입자들 (240, 243)을 형성하기 위하여 사용되는 동일한 절단공정에서 다른 유형의 전구체 형상화 연마입자들 (242)이 형성된다. 특히, 전구체 형상화 연마입자들 (242)은 시트 (111)의 폭 (w) 및 길이 (1)에 의해 정의되는 평면에서 관찰할 때 2차원 사각 형상을 가진다. 특정 실시태양에 의하면, 전구체 형상화 연마입자들 (242)은 평행사변형의 2차원 형상을 가진다. 전구체 형상화 연마입자들 (242)은 본원 기타 실시태양들에 기재된 기타 전구체 형상화 연마입자들과 비교하여 상이한 부피를 가질 수 있다는 것을 이해하여야 한다.
- [0057] 절단공정은 동일한 시트 (111)에서 전구체 형상화 연마입자들 (240, 242, 243)와는 다른 유형의 형상화 연마입

자 (244)를 형성한다. 특히, 전구체 형상화 연마입자들 (244)은 전구체 형상화 연마입자들 (240, 242, 243)와 비교하여 상이한 2차원 다각형을 가진다. 도 2의 실시태양에 도시된 바와 같이, 전구체 형상화 연마입자들 (244)은 사각 형상, 더욱 상세하게는, 시트 (111)의 폭 (w) 및 길이 (l)에 의해 정의되는 평면에서 관찰할 때 사다리꼴 형상을 가진다. 전구체 형상화 연마입자들 (244)은 본원 기타 실시태양들에 기재된 기타 전구체 형상화 연마입자들과 비교하여 상이한 부피를 가질 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0058] 도 3은 실시태양에 의한 절단공정 후의 시트 (111)일부를 도시한 것이다. 특히, 시트 (111)는 제1 방향 (308)으로 절단되고, 연속하여 제1 방향 (308)에 대하여 유각인 제2 방향 (307)으로 절단된다. 절단공정은 시트 (111)의 길이 및 폭에 의해 정의되는 평면에서 관찰할 때 대략 사각형의 전구체 형상화 연마입자들 (321)을 생성한다. 또한, 절단공정에 따라, 전구체 형상화 연마입자들 (321) 생성에 사용되는 동일한 절단공정에서 상이한 유형의 전구체 형상화 연마입자들 (322)이 생성된다. 특히, 전구체 형상화 연마입자들 (322)은 전구체 형상화 연마입자들 (321)과 비교하여 2차원 형상, 크기, 및 이들의 조합에 있어서 상이하다. 예를 들면, 전구체 형상화 연마입자들 (322)은 전구체 형상화 연마입자들 (321)과 비교할 때 더 큰 부피를 가진다.

[0059] 다시 도 1을 참고하면, 전구체 형상화 연마입자들 (123) 형성 후, 입자들은 후-성형 구역 (125)을 통과한다. 예를 들면, 가열, 경화, 진동, 함침, 도핑, 및 이들의 조합을 포함한 다양한 공정들이 후-성형 구역 (125)에서 수행될 수 있다.

[0060] 일 실시태양에서, 후-성형 구역 (125)은 가열 공정을 포함하고, 전구체 형상화 연마입자들 (123)은 건조된다. 건조공정은 휘발성 물질, 예컨대 물을 포함한 특정 함량의 물질을 제거한다. 실시태양에 의하면, 건조공정은 약 300°C 이하, 예컨대 약 280°C 이하 또는 약 250°C 이하의 건조 온도에서 수행된다. 또한, 비-제한적 일 실시태양에서, 건조공정은 적어도 약 50°C의 건조 온도에서 수행된다. 건조 온도는 상기 임의의 최소온도 및 최대온도들 사이의 범위에 있을 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0061] 또한, 전구체 형상화 연마입자들 (123)은 후-성형 구역을 특정 속도, 예컨대 적어도 약 0.2 feet/min 및 약 8 feet/min 이하로 통과한다.

[0062] 또한, 건조공정은 특정 주기 동안 수행된다. 예를 들면, 건조공정은 약 6 시간 이하로 진행된다.

[0063] 전구체 형상화 연마입자들 (123)이 후-성형 구역 (125)을 통과한 후, 입자들은 벨트 (109)에서 제거된다. 추가 공정을 위하여 전구체 형상화 연마입자들 (123)은 통 (127)에 회수된다.

[0064] 실시태양에 의하면, 형성공정 형상화 연마입자들은 소결 공정을 더욱 포함한다. 소정의 공정들에서, 소결 공정은 벨트 (109)에서 전구체 형상화 연마입자들 (123)을 회수한 후 진행된다. 달리, 소결 공정은 전구체 형상화 연마입자들 (123)이 벨트에 있는 동안 진행된다. 전구체 형상화 연마입자들 (123)을 소결함으로써 일반적으로 미처리 상태인 입자들을 치밀화한다. 특정 실시예에서, 소결 공정으로 고온 상의 세라믹 재료를 형성한다. 예를 들면, 일 실시태양에서, 전구체 형상화 연마입자들 (123)이 소결되어 고온 상의 알루미늄, 예컨대 알과 알루미늄이 형성된다. 하나의 실시예에서, 형상화 연마입자는 입자 총 중량에 대하여 적어도 약 90 wt%의 알과 알루미늄을 포함한다. 다른 실시예들에서, 알과 알루미늄 함량은 더 높고 형상화 연마입자는 실질적으로 알과 알루미늄으로 이루어진다.

[0065] 소정의 구역들과 연관되는 소정의 공정 배열을 가지도록 시스템 (100)이 도시되지만, 이러한 공정들은 상이한 순서로 진행될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 또한, 소정의 공정들은 벨트 (109)가 통과하는 소정의 구역들과 연관되어 기술되지만, 반드시 공정이 도시된 바와 같은 이송 조합 방식으로 구현될 필요는 없다. 본원의 임의의 공정들은 시스템 (100)과 분리되어 진행될 수 있다.

[0066] 도 4A는 다른 실시태양에 의한 복합 전구체 형상화 연마입자들 형성에 사용되는 시스템 개략도이다. 특정한 경우, 시스템 (400)은 일반적으로 복합 전구체 형상화 연마입자들 형성을 위한 스크린 인쇄 공정으로 칭한다. 실시태양에 의하면, 시스템 (400)은 방향 (453)으로 이동되고 다이 (403) 아래를 통과할 때 다이 압출 재료를 수용하도록 구성되는 개구들(452) 을 가지는 스크린 (451)을 포함한다. 도시된 바와 같이, 시스템 (400)은 방향 (410)으로 이동되고 도포 구역 (465) 내에서 다이 (403) 아래를 통과하는 벨트 (409)를 포함한다. 시스템 (400)은 복합 전구체 형상화 연마입자들을 형성하는 상이한 혼합물들을 스크린 (451) 개구들 (452)에 전달하기 위한 다중 저장소들을 가지는 다이 (403)를 포함한다. 특히, 인쇄 공정에서, 재료는 다이 (403)로부터 스크린 개구 (452)를 통해 벨트 (409)로 압출된다.

[0067] 실시태양에 의하면, 다이 (403)는 제1 혼합물 (401)을 담고 있는 저장소 (411)를 포함한다. 도시된 바와 같이, 혼합물 (401)은 힘 (또는 압력)이 가해져 다이 개구 (407)를 통과하여 방향 (491)으로 압출된다. 제1 혼합물

(401)은 본원 실시태양들에 기재된 임의의 혼합물들의 임의의 특성들을 가질 수 있다. 특정 실시예에서, 저장소 (411)의 부피는 제1 벽 (431) 및 제2 벽 (432) 사이로 정의된다.

[0068] 도시된 바와 같이, 다이 (403)는 제2 혼합물 (402)을 담고 벽 (432) 및 벽 (433) 사이로 부피가 정의되는 제2 저장소 (412)를 포함한다. 특정한 경우, 힘 (또는 압력)을 제2 혼합물 (402)에 인가함으로써 제2 혼합물 (402)은 저장소 (412)로부터 다이 개구 (408)을 통해 방향 (492)으로 압출된다. 제2 혼합물 (402)은 본원 실시태양들에 기재된 임의의 혼합물들의 임의의 특성들을 가진다. 특히, 제2 혼합물 (402)은 제1 혼합물 (401)과 상이하거나 동일하다.

[0069] 도시된 바와 같이, 다이 (403)는 벽 (433) 및 벽 (434) 사이로 부피가 정의되는 저장소 (413)를 포함한다. 실시태양에 의하면, 힘 (또는 압력)을 제3 혼합물 (405)에 인가함으로써 제3 혼합물 (405)은 다이 개구 (419)를 통해 방향 (493)으로 압출된다. 제3 혼합물 (405)은 본원 실시태양들에 기재된 임의의 혼합물들의 임의의 특성들을 가진다. 특히, 제3 혼합물 (405)은 제1 혼합물 (401)과 상이하거나 동일하다. 제3 혼합물 (405)은 제2 혼합물 (402)과 상이하거나 동일하다.

[0070] 운전 중, 다이는 제1 혼합물 (401)이 제1 다이 개구 (407)를 통해 스크린 (451)으로 압출되도록 구성된다. 특정한 경우, 적어도 일부의 제1 혼합물 (401)은 스크린 (451) 개구들 (452)을 통해 압출, 더욱 상세하게는, 스크린 (451) 개구들 (452)을 통과하여 벨트 (409)로 압출된다. 또한, 운전 중, 제2 혼합물 (402)은 스크린 (451) 저장소 (412)로부터 압출된다. 특정한 경우, 다이 개구 (408)에서 스크린 (451)으로 압출되는 적어도 제2 재료 (402) 일부는 스크린 내의 개구들 (452)을 채운다. 특히, 제1 재료 (401) 및 제2 재료 (402) 각각이 동시에 다이 개구들 (407, 408) 각각을 통과하도록 진행된다.

[0071] 또한, 운전 중, 제3 재료 (405)는 저장소 (413)로부터 다이 개구 (493)를 통해 스크린 (451)으로 압출된다. 특정한 경우, 제3 재료 (405)는 다이 개구 (493)를 통과하여 스크린 (451)으로 압출되어, 개구들 (452)은 적어도 부분적으로 제3 재료 (405)로 충전된다.

[0072] 이해되는 바와 같이, 적어도 제1 혼합물 (401) 및 제2 혼합물 (402)이 동시에 스크린 (451) 개구들 (452)로 압출되도록 시스템이 활용된다. 또한, 길이방향으로 서로 떨어진 개별 저장소들 (411, 412, 413)을 가지는 것으로 다이 (403)가 도시되지만, 저장소들 및 다이 개구들 간의 다른 배열들이 고려될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 예를 들면, 대안적 실시태양에서 제1 다이 개구 (407) 및 제2 다이 개구 (408)는 서로 동축 배열된다. 또한, 제3 다이 개구, 예컨대 다이 개구 (419)는 또한 제1 다이 개구 (407) 및 제2 다이 개구 (408)에 대하여 동축 배열된다.

[0073] 도 4B를 참조하면, 스크린 (451) 일부가 도시된다. 도시된 바와 같이, 스크린 (451)은 개구 (452), 더욱 상세하게는, 스크린 (451)을 관통하는 다수의 개구들 (452)을 포함한다. 실시태양에 의하면, 개구들 (452)은 스크린 길이 (l) 및 폭 (w)으로 정의되는 평면에서 관찰할 때 다각형, 타원형, 숫자, 그리스 알파벳 문자, 라틴 알파벳 문자, 러시아 알파벳 문자, 다각형들의 조합인 복합 형상(complex shape), 또는 이의 조합을 포함한 다양한 2차원 형상을 가진다. 특정한 경우, 개구들 (452)은 2차원 다각형들 예컨대, 삼각, 직사각, 사각, 오각, 육각, 칠각, 팔각, 구각, 십각, 임의의 이들의 조합을 가진다.

[0074] 혼합물들 (401, 402, 403)이 각자의 다이 개구들 (407, 408, 419) 및 스크린 (451) 개구들 (452)로 압출된 후, 전구체 형상화 연마입자들 (423)은 스크린 (451) 아래에 놓인 벨트 (409)에 인쇄된다. 특정 실시태양에 의하면, 전구체 형상화 연마입자들 (423)은 개구들 (452) 형상을 실질적으로 복제한 형상, 및 적어도 스크린 길이 및 폭에 의해 정의되는 평면에서 관찰할 때 개구들 (452) 형상을 실질적으로 복제한 2차원 형상을 가진다. 특히, 혼합물들 (401, 402, 403)은 개구들 (452)에서 조합되고 개구들 (452) 내에서 혼합물들 (401, 402, 403) 평균 체류시간이 약 2 분미만, 약 1 분미만, 약 40 초미만, 또는 약 20 초미만이라도 스크린을 신속하게 통과한다. 비제한적 일 실시태양에서, 인쇄 과정에서 혼합물들 (401, 402, 403)은 스크린 개구들 (452)을 통과할 때 실질적으로 변경되지 않고, 더욱 상세하게는, 스크린 (451) 개구들 (452)에서 휘발 물질의 손실 또는 건조 현상이 발생하지 않는다.

[0075] 운전 중, 스크린 (451)은 방향 (453)으로 이동하고 벨트 (409)는 방향 (423)과 실질적으로 유사한 방향 (410)으로 이동되어 연속 인쇄 운전을 가능하게 한다. 이에 따라, 전구체 형상화 연마입자들 (423)은 벨트 (409)에 인쇄되고 벨트 (409)를 따라 이동되면서 추가 공정이 수행된다. 추가 공정은 본원 실시태양들에 기재된 공정을 포함하고, 예를 들면, 형상화, 도펀트 재료 인가, 건조, 소결, 및 기타 등을 포함한다. 실제로, 도시된 바와 같이, 전구체 형상화 연마입자들 (423)은 형상화 구역 (113)을 통과하고, 여기에서 전구체 형상화 연마입자들

(423)의 적어도 하나의 외면이 본원 실시태양들에 기재된 바와 같이 형상화된다. 전구체 형상화 연마입자들 (423)은 도포 구역 (application zone, 131)을 통과하고, 여기에서 도펀트 재료가 입자들의 적어도 하나의 외면에 적용된다. 또한, 전구체 형상화 연마입자들 (423)은 벨트 (409)에 실려 후-성형 구역 (425)을 통과하고, 여기에서 다양한 공정들, 예를 들면, 본원 실시태양들에 기재된 바와 같이 전구체 형상화 연마입자들 (423)에 건조공정이 수행된다.

[0076] 소정의 상기 실시태양들은 스크린을 이용한 스크린 인쇄 공정을 기술하지만, 이러한 스크린 인쇄 공정은 다중 스크린들을 이용할 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 예를 들면, 복합 형상화 연마입자들 형성을 위한 하나의 스크린 인쇄 공정은 제1 스크린을 사용하여, 제1 혼합물이 완전히 또는 부분적으로 채워지고, 제1 스크린과는 다른 제2 스크린을 제공하고, 제2 스크린 개구들에 제2 혼합물이 제공된다. 제2 스크린은 제1 스크린 위에 또는 제1 스크린에서 형성된 전구체 형상화 연마입자들 위에 놓인다. 제2 혼합물은 제1 혼합물의 전구체 형상화 연마입자들 위에 제공되어 복합 전구체 형상화 연마입자들이 형성된다. 제1 스크린 및 제2 스크린은, 필수적이지는 않지만, 상이한 크기 개구들, 상이한 2차원 형상들의 개구들, 및 이들의 조합을 가질 수 있다.

[0077] 또한, 소정의 실시예들에서, 제1 스크린 및 제2 스크린은 복합 스크린으로서 동일 시간에 사용되어 제1 및 제2 혼합물들을 성형한다. 또한, 제1 스크린 및 제2 스크린은 별개 공정에서 사용된다. 예를 들면, 제1 혼합물은 제1 시간에 제1 스크린에 제공되고 제2 혼합물은 제2 시간에 제2 스크린으로 제공된다. 상기된 바와 같이 제1 시간 및 제2 시간은 서로 동시적일 수 있고, 예컨대 제1 스크린 및 제2 스크린은 동일한 시간에 적용되어 제1 및 제2 혼합물들을 성형한다. 또한, 제1 시간 및 제2 시간은 상이할 수 있고, 이에 따라 제1 혼합물은 먼저 제1 스크린 개구들에 제공되고, 제1 스크린 개구들에 제1 혼합물이 성형된 후, 제2 혼합물이 제1 혼합물 위에 제공된다. 제1 스크린 개구들 및 제2 스크린 개구들이 정렬되도록 제2 스크린은 제1 스크린에 배향되어 제1 스크린 개구들에 있는 제1 혼합물에 제2 혼합물을 적절하게 전달한다. 또한, 대안적 실시태양에서, 제1 스크린 개구들에서 제1 혼합물이 우선 제거되어 제1 혼합물의 전구체 형상화 연마입자들을 생성한다. 이후, 제1 혼합물의 전구체 형상화 연마입자들을 제2 스크린 개구들에 대하여 배향시키고, 제2 혼합물을 제2 스크린 개구들 및 제1 혼합물의 전구체 형상화 연마입자들에 부가하여 제1 혼합물 및 제2 혼합물을 포함하는 복합 전구체 형상화 연마입자들을 성형한다.

[0078] 도 5는 실시태양에 의한 복합 전구체 형상화 연마입자들 성형시스템의 일부를 도시한 것이다. 특히 다이 (503)는 서로 동축 배열의 일련의 다이 개구들을 포함한다. 예를 들면, 다이 (503)는 제2 저장소 (512)를 둘러싸는 제1 저장소 (511)를 포함한다. 일 실시태양에서, 저장소 (511)는 환형 다이 개구 (507)에 의해 형성된다. 도시된 바와 같이, 저장소 (512)는 벽들 (532, 533)에 의해 형성되고, 제2 혼합물 (402)이 담기고 방향 (593)으로 다이 개구 (508)를 통해 압출된다. 다이 개구 (508)는 제1 저장소 (511)의 환형 다이 개구 (507) 중심에 배치된다. 다이 개구들 (507, 508)의 상호 배열을 통해 본원 실시태양들에서 기재될 특정 유형의 복합 전구체 형상화 연마입자가 형성된다. 특히, 다이 (503)는 몸체 내에서 상이한 재료들이 특정하게 배열되는 복합 형상화 연마입자들을 형성하기 위하여 상이한 혼합물들을 상이한 배열로 전달하기 위하여 사용되는 다이 개구들 (507, 508)의 대안적 구성을 나타낸다.

[0079] 본원 실시태양들의 공정은 최종-성형 형상화 연마입자들에서 도펀트들을 형성하기 위하여 하나 이상의 도펀트 전구체들을 사용한다. 도펀트 전구체는 하나 이상의 공정에 의해 변경되어 도펀트 전구체와는 다른 형태 또는 조성을 가지는 해당 도펀트를 형성할 수 있는 제1 형태 (morphology) 및/또는 조성을 가지는 재료이다. 또한, 도펀트 전구체에 대한 특정 제공 방식으로 최종-성형 형상화 연마입자에서 해당 도펀트의 특정 위치 및 농도를 결정할 수 있다.

[0080] 소정의 양태들에서, 하나 이상의 도펀트 전구체들이 하나 이상의 혼합물들에 통합된다. 도펀트 전구체들의 일부 적합한 실시예들은 제한적이지 않지만, 고분자를 포함한 화합물 또는 복합체 형태인 유기재료를 포함한다. 또한, 일부 기타 적합한 도펀트 전구체들은 산화물, 탄화물, 질화물, 붕화물, 산탄화물, 산질화물, 염 화합물, 및 이들의 조합과 같은 화합물을 포함한 무기재료를 포함한다.

[0081] 일 실시태양에서, 본원 실시태양들의 혼합물들 중 하나는 혼합물 내에서 개별 상 (phase)의 재료일 수 있는 도펀트 전구체를 포함한다. 예를 들면, 도펀트 전구체는 제한적이지 않지만, 콜로이드 혼합물을 포함한 미립자 재료 형태일 수 있다.

[0082] 도펀트 전구체 미립자 재료는 예를 들면, 형상화 연마입자의 평균 결정 크기보다 작은 평균 크기를 가지는 형상화 연마입자 내의 도펀트 재료를 형성하도록 구성되는 평균 입자크기를 포함한 소정의 평균 입자 크기를 가진다. 하나의 특정 실시태양에서, 도펀트 전구체 미립자 소재의 평균 입자크기는 약 200 마이크로 이하, 예컨대

약 150 마이크로 이하, 약 100 마이크로 이하, 약 80 마이크로 이하, 약 50 마이크로 이하, 약 20 마이크로 이하, 또는 약 10 마이크로 이하이다. 또한, 기타 비-제한적 실시태양에서, 도펀트 전구체 미립자 소재의 평균 입자크기는 적어도 약 1 nm, 예컨대 적어도 약 10 nm, 적어도 약 100 nm, 또는 적어도 약 500 nm이다. 도펀트 전구체 미립자 소재의 평균 입자크기는 상기 임의의 최소값 및 최대값 사이의 범위일 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0083] 달리, 도펀트 전구체는, 예컨대 고용체 형태의 혼합물을 가지는 용액일 수 있다. 염 형태의 일부 도펀트 전구체들이 혼합물에 첨가되고 구분 상이 아닌 혼합물 상을 가지는 고용체를 형성한다.

[0084] 다수의 도펀트 전구체들은 임의의 조합으로 사용될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 또한, 2 이상의 도펀트 전구체들이 본원 실시태양들의 하나 이상의 혼합물들에 대하여 사용될 수 있다. 특정한 경우, 상이한 혼합물들은 동일한 도펀트 전구체의 상이한 함량을 포함한다. 또한, 상이한 혼합물들은 상이한 도펀트 전구체들을 포함한다.

[0085] 본원 실시태양의 형상화 연마입자는 형상화 연마입자의 임의의 측에서 최장 치수인 길이 (l), 형상화 연마입자의 중점을 통과하는 형상화 연마입자의 최장 치수인 폭 (w), 및 길이 및 폭과 직교 방향으로 연장되는 형상화 연마입자 최단 치수인 두께 (t)로 정의되는 물체를 가진다. 특정 실시예들에서, 길이는 폭과 같거나 이상이다. 또한, 폭은 두께와 같거나 이상이다.

[0086] 또한, 형상화 연마입자들 물체는 특정한 2차원 형상들을 가진다. 예를 들면, 물체는 길이 및 폭으로 정의되는 평면에서 관찰할 때 다각형, 타원형, 숫자, 그리스 알파벳 문자, 라틴 알파벳 문자, 러시아 알파벳 문자, 다각형들의 조합인 복합 형상, 또는 이의 조합을 가지는 2차원 형상을 가진다. 특정 다각형들은 삼각, 직사각, 사각, 오각, 육각, 칠각, 팔각, 구각, 십각, 임의의 이들의 조합을 가진다.

[0087] 형상화 연마입자의 물체는 예를 들면, 산화물, 질화물, 탄화물, 붕화물, 산탄화물, 산질화물, 및 이들의 조합을 포함한 세라믹 재료로 이루어진다. 특정한 경우, 물체는 알루미늄을 포함한다. 더욱 상세하게는, 물체는 실질적으로 알파 알루미늄으로 이루어진다.

[0088] 도 6A는 실시태양에 의한 복합 형상화 연마입자의 사시도이다. 도시된 바와 같이, 복합 형상화 연마입자 (600)는 상부 주면 (602) 및 상부 주면 (602)과 대향하는 기저 주면 (603)을 포함하는 물체 (601)를 가진다. 상부 주면 (602) 및 기저 주면 (603)은 측면들 (606, 605, 604)에 의해 서로 분리된다. 도시된 바와 같이, 형상화 연마입자 (600)의 물체 (601)는 물체 (601)의 길이 및 폭에 의해 정의되는 상부 주면 (602)의 평면에서 관찰할 때 삼각형 2차원 형상을 가진다. 상세하게는, 물체 (601)는 길이 (l), 물체 (601) 중점 (691)을 통과하여 연장되는 폭 (w), 및 두께 (t)를 가진다. 실시태양에 의하면, 물체 (601)는 길이:폭의 비율로 정의되는 1차 종횡비를 가진다. 소정의 실시예들에서, 물체 (601)의 1차 종횡비는 적어도 약 1.2:1, 예컨대 적어도 약 1.5:1, 적어도 약 2:1, 적어도 약 3:1, 또는 적어도 약 4:1이다. 또한, 1차 종횡비는 약 100:1 이하이다. 물체 (601)의 1차 종횡비는 상기 임의의 최소 및 최대 비율들 사이의 범위에 있을 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0089] 또한, 물체 (601)는 길이:두께의 비율로 정의되는 2차 종횡비를 가진다. 소정의 실시예들에서, 물체 (601)의 2차 종횡비는 적어도 약 1.2:1, 예컨대 적어도 약 1.5:1, 적어도 약 2:1, 적어도 약 3:1, 적어도 약 4:1, 적어도 약 5:1, 또는 적어도 약 10:1이다. 또한, 비-제한적인 적어도 하나의 실시태양에서, 물체 (601)의 2차 종횡비는 약 100:1 이하이다. 2차 종횡비는 상기 임의의 최소 및 최대 비율들 사이의 범위에 있을 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0090] 또한, 물체 (601)는 폭:두께의 비율로 정의되는 3차 종횡비를 가진다. 소정의 실시예들에서, 물체 (601)의 3차 종횡비는 적어도 약 1.2:1, 예컨대 적어도 약 1.5:1, 적어도 약 2:1, 적어도 약 3:1, 적어도 약 4:1, 적어도 약 5:1, 또는 적어도 약 10:1이다. 또한, 비-제한적인 적어도 하나의 실시태양에서, 물체 (601)의 3차 종횡비는 약 100:1 이하이다. 3차 종횡비는 상기 임의의 최소 및 최대 비율들 사이의 범위에 있을 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0091] 본원 실시태양들의 형상화 연마입자들은 물체 길이에 의해 측정되는 특정 크기를 가진다. 예를 들면, 형상화 연마입자들의 중앙 입자크기는 약 5 mm 이하이다. 달리, 중앙 입자 크기는 더 작고, 예컨대 약 4 mm 이하, 약 3 mm 이하, 약 2 mm 이하, 또는 약 1.5 mm 이하이다. 또 다른 양태에서, 형상화 연마입자들의 중앙 입자크기는 적어도 약 10 마이크로, 적어도 약 100 마이크로, 적어도 약 200 마이크로, 적어도 약 400 마이크로, 적어도 약 600 마이크로, 또는 적어도 약 800 마이크로이다. 형상화 연마입자들의 중앙 입자크기는 임의의 상기 최소값 및 최대값 사이의 범위에 있을 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0092] 본원 실시태양들의 형상화 연마입자들은, 특히 알파 알루미늄 결정에 대하여 특정 결정 크기를 가진다. 예를 들

면, 형상화 연마입자들의 평균 결정 크기는 약 500 나노미터 이하, 예컨대 약 250 나노미터 이하, 또는 약 100 나노미터 이하, 약 50 나노미터 이하, 약 20 나노미터 이하, 또는 약 1 나노미터 이하이다. 다른 양태에서, 평균 결정 크기는 적어도 약 0.01 나노미터, 예컨대 적어도 약 0.05 나노미터, 적어도 약 0.08 나노미터, 또는 적어도 약 0.1 나노미터이다. 형상화 연마입자들의 평균 결정 크기는 임의의 상기 최소값 및 최대값 사이의 범위에 있을 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0093] 소정의 실시예들에서, 본원 실시태양들의 복합 형상화 연마입자들은 각각의 몸체의 상이한 영역들에서 상이한 재료들을 포함한다. 상세하게는, 소정의 실시예들에서, 복합 형상화 연마입자들은 몸체 내의 상이한 영역들에서 다양한 농도의 도펀트를 포함한다. 예를 들면, 도 6A의 복합 형상화 연마입자에 있어서, 몸체 (601)는 층상 구조체로 구성된다. 상세하게는, 몸체는 제1 층 (621), 제1 층 (621) 아래 제2 층 (622), 및 제2 층 (622) 아래 제3 층 (623)을 포함한다. 특정한 경우, 제1 층 (621)은 상부 주면 (602)의 상당 부분을 형성하도록, 더욱 상세하게는 실질적으로 상부 주면의 전체 표면을 형성하도록 구성된다. 또한, 제3 층 (623)은 예를 들면, 기저 주면 (603)을 포함하여 몸체의 상당 부분을 형성하도록 구성된다. 특정한 경우, 제3 층 (623)이 실질적으로 몸체 (601) 기저 주면 (603)의 전체 면적을 형성하도록 몸체 (601)가 구성된다.

[0094] 특정한 경우, 도시된 바와 같이, 몸체 (601)는 측면들 (604, 605, 606)이 제1 층 (621), 제2 층 (622), 및 제3 층 (623)의 조합으로 형성된다. 각각의 층 (621, 622, 623)은 서로 조성이 다르다. 특정한 경우, 제1 층 (621) 조성은 제2 층 (622) 조성보다 적어도 하나의 원소 (element)에 있어서 차별된다. 특정 실시예들에서, 제1 층 (621) 조성은 제2 층 (622) 조성보다 특정 도펀트 재료 존재에 여부가 다르다.

[0095] 임의의 층 (621, 622, 623)에서 사용에 적합한 도펀트 재료는 알칼리 금속원소, 알칼리 토금속원소, 희토류 원소, 하프늄, 지르코늄, 니오븀, 탄탈, 몰리브덴, 바나듐, 및 이들의 조합을 포함하는 원소 또는 화합물을 포함한다. 하나의 특정 실시태양에서, 도펀트 재료는 원소 또는 리튬, 나트륨, 칼륨, 마그네슘, 칼슘, 스트론튬, 바륨, 스칸듐, 이트륨, 란타넘, 세슘, 프라세오디뮴, 니오븀, 하프늄, 지르코늄, 탄탈, 몰리브덴, 바나듐, 크롬, 코발트, 철, 게르마늄, 망간, 니켈, 티타늄, 아연, 및 이들의 조합과 같은 원소를 포함한 화합물이다.

[0096] 부분적으로 층을 형성하는 해당 혼합물에 제공되는 도펀트, 또는 인접 층에 있는 도펀트의 함량에 기초하여 임의의 하나의 층 (621, 622, 623)이 특정 함량의 도펀트를 가지도록 몸체 (601)가 형성된다. 특정한 경우, 몸체 (601) 임의의 층들에 있는 도펀트 함량은 층에 존재하는 총 도펀트 함량에 대하여 적어도 약 0.2 wt%, 예컨대 적어도 약 0.6 wt%, 적어도 약 1 wt%, 적어도 약 1.4 wt%, 적어도 약 1.8 wt%, 적어도 약 2 wt%, 적어도 약 2.5 wt%, 적어도 약 3 wt%, 적어도 약 3.5 wt%, 적어도 약 4 wt%, 또는 적어도 약 5 wt%이다. 또한, 비-제한적인 하나의 실시태양에 의하면, 임의의 층들 (621, 622, 623)에 있는 도펀트 재료 총 함량은 층 총 중량에 대하여 약 30 wt% 이하, 예컨대 약 26 wt% 이하, 약 24 wt% 이하, 약 20 wt% 이하, 약 18 wt% 이하, 또는 약 16 wt% 이하이다. 임의의 하나의 층의 도펀트 함량은 상기 임의의 최소 비율 및 최대 비율 사이에 있을 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0097] 다른 실시태양에서, 식  $[(C1-C2)/C1] \times 100\%$ 로 정의되는 임의의 층들 간의 도펀트 재료 농도 차이는 적어도 5%이고, 식 중 C1은 도펀트 재료의 더 높은 농도의 층이고 C2는 더 낮은 도펀트 재료 농도의 층이다. 다른 실시예들에서, 농도 차이는 더 크고, 예컨대 적어도 약 10%, 적어도 약 20%, 적어도 약 30%, 적어도 약 40%, 적어도 약 50%, 적어도 약 60%, 적어도 약 70%, 적어도 약 80%, 또는 적어도 약 90%. 또한, 다른 실시예들에서, 차이는 약 100% 이하, 예컨대 약 99% 이하, 약 95% 이하, 약 85% 이하, 약 75% 이하, 약 65% 이하, 약 55% 이하, 약 45% 이하, 약 35% 이하, 약 25% 이하, 약 15% 이하, 또는 약 10% 이하이다. 임의의 층들 간 도펀트 농도 차이는 상기 임의의 최소 비율 및 최대 비율 사이에 있을 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0098] 소정의 실시예들에서, 몸체 (601)는 몸체 (601)의 기하학적 중심 (691)을 포함하는 중앙 영역을 가진다. 중앙 영역은 몸체 (601)의 다른 부분들, 예컨대 외면들, 예컨대 상부 주면 (602) 또는 기저 주면 (603)에 비하여 특히 낮은 함량의 도펀트 재료를 가진다. 소정의 실시예들에서, 몸체 (601)의 중앙 영역은 실질적으로 도펀트 재료가 부재이다. 특정 실시태양에 의하면, 몸체 (601) 중앙 영역이 제1 도펀트 농도 ( $D_{1c}$ )를 가지고, 몸체 (601)의 기하학적 중심 (691)에서 이격되는 몸체의 주변 영역이 제2 도펀트 농도 ( $D_{2c}$ )를 가지도록 몸체 (601)가 형성된다. 소정의 실시예들에서, 몸체 (601)의 중앙 영역은 층 형태이고 몸체 (601)의 상부 주면 (602) 및 기저 주면 (603)과 이격된다. 또한, 중앙 영역은 하나의 측면들, 예컨대 측면 (604, 605, 606) 중 적어도 일부와 교차한다. 도 6A의 특정 실시태양에서, 중앙 영역은 층 (622)에 의해 한정될 수 있다. 이에 따라, 중앙 영역은 상부 주면 (602) 및 기저 주면 (603)과 떨어져 있다. 또한, 중앙 영역은 층 (621)에 의해 한정되는 주변 영역 및 층 (623)에 의해 한정되는 주변 영역 사이에 배치된다. 즉, 중앙 영역은 적어도 부분적으로 주변 영역 (621) 아래



에 놓이고 부분적으로 층 (623)에 의해 한정되는 주변 영역 상부에 놓인다.

- [0099] 적어도 하나의 실시태양에서, 주변 영역은 몸체 (601) 주변 예컨대 상부 주변 (602), 기저 주변 (603), 또는 측면 (604, 605, 606)과 교차한다. 특정한 경우, 주변 영역은 몸체 (601) 외면들 중 하나 또는 조합과 교차할 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 복합 형상화 연마입자 (600)에 의하면, 주변 영역은 층 (621) 또는 층 (623)에 의해 한정될 수 있다. 이에 따라, 몸체 (601)의 주변 영역은 몸체 (601)의 상부 주변 (602), 및 측면 (604, 605, 606)과 교차하는 층 (621)을 포함한다. 또한, 몸체 (601)는 층 (623)에 의해 한정되고 몸체 (601)의 기저 주변 (603) 및 측면 (604, 605, 606)과 교차하는 제2 주변 영역을 가진다.
- [0100] 다른 실시태양에 따르면, 중앙 영역은 몸체 내 주변 영역의 제2 도펀트 농도와는 상이한 제1 도펀트 농도를 가지도록 형성된다. 소정의 실시예들에서, 제1 도펀트 농도는 제2 도펀트 농도보다 크다. 또 다른 실시예들에서, 제2 도펀트 농도는 제1 도펀트 농도보다 크다. 적어도 하나의 실시태양에 따르면, 몸체는 제2 도펀트 농도와 상이한 제1 도펀트 농도를 가지고 따라서 도펀트 농도 차이를 형성한다. 소정의 실시예들에서, 도펀트 농도 차이는 연마체 총중량에 대하여 도펀트 재료 wt% 차이로 측정될 때 적어도 약 0.2 wt%이다. 기타 실시예들에서, 도펀트 농도 차이는 더 크고, 예컨대 적어도 약 0.4 wt%, 적어도 약 0.6 wt%, 적어도 약 1 wt%, 적어도 약 1.4 wt%, 또는 적어도 약 1.8 wt%이다. 또한, 도펀트 농도 차이는 약 30 wt% 이하, 예컨대 약 20 wt% 이하, 약 15 wt% 이하, 예컨대 약 12 wt% 이하, 약 11 wt% 이하, 약 10 wt% 이하, 약 8 wt% 이하, 또는 약 6 wt% 이하이다. 도펀트 농도 차이는 상기 임의의 최소 비율 및 최대 비율 사이에 있을 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 또한 임의의 영역에서, 예컨대 주변 영역 또는 중앙 영역에서 총 함량의 도펀트는 임의의 상기 최소율 및 최대율 사이의 범위일 수 있다는 것을 이해하여야 한다.
- [0101] 도 6B는 실시태양에 의한 복합 형상화 연마입자의 사시도이다. 도시된 바와 같이, 복합 형상화 연마입자 (650)는 상부 주변 (652) 및 상부 주변 (652)과 대향하는 기저 주변 (653)을 포함한 몸체 (651)를 가진다. 상부 주변 (652) 및 기저 주변 (653)은 측면들 (654, 655, 656)에 의해 서로 분리된다. 형상화 연마입자 (650)의 몸체 (651)는 몸체 (651)의 길이 및 폭에 의해 정의되는 상부 주변 (652)의 평면에서 관찰할 때 삼각형 2차원 형상을 가진다. 상세하게는, 몸체 (651)는 본원 실시태양에 기재된 바와 같이 중횡비, 중앙 입자크기, 및 결정 크기를 가지는 형상들을 포함한다.
- [0102] 소정의 실시예들에서, 본원 실시태양들의 복합 형상화 연마입자들은 각각의 몸체 내의 상이한 영역들에서 상이한 재료들을 포함한다. 상세하게는, 소정의 실시예들에서, 복합 형상화 연마입자들은 몸체 내의 상이한 영역들에서 다양한 농도의 도펀트로 구성된다. 임의의 본원 실시태양들에서, 농도는 도펀트 재료의 중량% 또는 부피%로 언급된다. 중량% 또는 부피%는 전체 몸체, 특정 영역, 또는 층의 중량 또는 부피를 기준으로 한다.
- [0103] 예를 들면, 도 6B의 복합 형상화 연마입자에 있어서, 몸체 (651)는 층상 구조체로 구성된다. 몸체는 제1 층 (657) 및 제1 층 (657) 아래의 제2 층 (658)을 포함한다. 특정한 경우, 제1 층 (657)은 기저 주변 (653)의 상당 부분을 형성하도록, 더욱 상세하게는, 실질적으로 기저 주변 (653) 전체 외면을 형성하도록 형성된다. 또한, 일 실시태양에서, 제2 층 (658)은 몸체 (651) 상당 부분 예를 들면, 상부 주변 (652)을 형성하도록 형성된다. 특정한 경우, 몸체 (651)는 제2 층 (658)이 몸체 (651) 상부 주변 (652) 면적의 적어도 일부를 형성하도록 구성된다. 하나의 특정 실시태양에서, 제1 층 (657)은 제2 층 (658)과 직접 접촉된다.
- [0104] 제1 층 (657)은 몸체 (651)의 전체 길이 및 폭에 대하여 연장되고 몸체 (651) 외면들의 실질적 부분을 형성하는 실질적으로 평면 구조체를 가진다. 또한, 제1 층 (658)은 몸체 (651)의 전체 길이 및 폭에 대하여 연장되고 몸체 (651) 외면들의 실질적 부분을 형성하는 실질적으로 평면 구조체를 가진다.
- [0105] 특정한 경우, 도시된 바와 같이, 측면들 (654, 655, 656)이 제1 층 (657) 및 제2 층 (658)의 조합으로 형성되도록 몸체 (651)가 구성된다. 도시된 바와 같이, 몸체 (651)는 제1 층 (657)이 제1 두께 (t1)를 가지고 제2 층 (658)이 제2 두께 (t2)를 가지도록 형성된다. 특정 실시태양에서, 제1 두께 및 제2 두께는 실질적으로 동일하다. 기타 실시예들에서, 제1 두께 및 제2 두께는 실질적으로 상이하다. 예를 들면, 제1 두께 및 제2 두께는 서로 적어도 약 5%, 적어도 약 10%, 적어도 약 20%, 또는 적어도 약 30% 상이하다. 또한, 비-제한적 일 실시태양에서, 제1 두께 및 제2 두께는 서로 약 90% 이하, 예컨대 약 80% 이하, 약 70% 이하, 약 50% 이하로 상이하다. 제1 두께 및 제2 두께 간의 두께 차이는 임의의 상기 최소율 및 최대율 사이의 범위일 수 있다는 것을 이해하여야 한다.
- [0106] 하나의 실시태양에 따르면, 제1 두께는 몸체 평균 두께의 적어도 약 5%이다. 다른 실시예들에서, 제1 두께는 더 두껍고, 예컨대 적어도 약 10%, 적어도 약 20%, 적어도 약 30%, 적어도 약 40%, 또는 적어도 약 50%이다. 비-제

합적 일 실시태양에서, 제1 두께는 몸체 평균 두께의 약 99% 이하, 예컨대 약 90% 이하, 약 80% 이하, 약 70% 이하, 약 60% 이하, 약 50% 이하, 약 40% 이하, 또는 약 30% 이하이다. 제1 두께는 상기 임의의 최소 비율 및 최대 비율 사이에 있을 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 또한, 제2 두께는 몸체 평균 두께에 대하여 제1 두께와 동일한 속성들을 가진다. 또한, 기타 추가 층들, 예컨대 중간 층은, 동일한 특징부들을 가질 수 있다.

[0107] 각각의 층 (657, 658)은 조성에서 서로 다르다는 것을 이해하여야 한다. 특정한 경우, 제1 층 (657) 조성은 제2 층 (658) 조성과 적어도 하나의 원소만큼 다르다. 특정 실시예들에서, 제1 층 (657) 조성은 제2 층 (658) 조성과 적어도 하나의 도펀트 재료 또는 다수의 도펀트 재료들에 있어서 다르다.

[0108] 임의의 층들 (657, 658)에서 사용에 적합한 도펀트 재료는 원소 또는 화합물 예컨대 알칼리 금속원소, 알칼리 토금속원소, 희토류 원소, 하프늄, 지르코늄, 니오븀, 탄탈, 몰리브덴, 바나듐, 또는 이들의 조합을 포함한다. 하나의 특정 실시태양에서, 도펀트 재료는 원소 또는 원소 예컨대 리튬, 나트륨, 칼륨, 마그네슘, 칼슘, 스트론튬, 바륨, 스칸듐, 이트륨, 란탄, 세슘, 프라세오디뮴, 니오븀, 하프늄, 지르코늄, 탄탈, 몰리브덴, 바나듐, 크롬, 코발트, 철, 게르마늄, 망간, 니켈, 티타늄, 아연, 및 이들의 조합을 포함한 화합물을 포함한다.

[0109] 임의의 하나의 층들 (657, 658)이 서로에 대하여 상이한 함량의 도펀트를 가지도록 몸체 (651)가 형성된다. 소정의 실시예들에서, 제1 층 (657)은 몸체 (601)의 기하학적 중심 (602)을 포함한 몸체 (651) 중앙 영역을 가진다. 다른 실시태양들에서, 제2 층 (658)은 몸체 (651) 주변 영역을 포함한다. 하나의 실시태양에 따르면, 제1 층 (657)은 제1 도펀트 농도 ( $D_{1c}$ )를 가지고 제2 층은 제2 도펀트 농도 ( $D_{2c}$ )를 가진다. 기타 실시태양에 따르면, 제1 층 (657)은 몸체 내의 제2 층 (658) 제2 도펀트 농도와는 상이한 제1 도펀트 농도를 가진다. 소정의 실시예들에서, 제1 도펀트 농도는 제2 도펀트 농도보다 높다. 또 다른 예시적 몸체들에서, 제2 도펀트 농도는 제1 도펀트 농도보다 높다. 적어도 하나의 실시태양에 의하면, 몸체 (651)는 제2 도펀트 농도와 상이한 제1 도펀트 농도를 가지고 따라서 도펀트 농도 차이 ( $\Delta D_c$ )를 형성한다.

[0110] 특정한 경우, 몸체 (651) 두 층들 (657, 658) 간의 도펀트 농도 차이 ( $\Delta D_c$ )는 몸체 (651) 내 존재하는 도펀트 층 함량에 대하여 적어도 약 0.2 wt%, 예컨대 적어도 약 0.6 wt%, 적어도 약 1 wt%, 적어도 약 1.4 wt%, 적어도 약 1.8 wt%, 적어도 약 2 wt%, 적어도 약 2.5 wt%, 적어도 약 3 wt%, 적어도 약 3.5 wt%, 적어도 약 4 wt%, 또는 적어도 약 5 wt%이다. 또한, 비-제한적인 하나의 실시태양에 의하면, 임의의 하나의 층 (657, 658) 간 도펀트 재료 함량 총 차이는 연마체 총중량에 대하여 약 30 wt% 이하, 약 26 wt% 이하, 약 24 wt% 이하, 약 20 wt% 이하, 약 18 wt% 이하, 또는 약 16 wt% 이하이다. 임의의 하나의 층 사이 도펀트 재료 함량 차이는 상기 임의의 최소 비율 및 최대 비율 사이에 있을 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 본원에 기재된 바와 같이, 상기 중량은 몸체 중량 기준으로 언급되지만, 동일한 백분율이 상응하는 층들의 중량을 기준할 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 예를 들면, 제1 층 (657)이 도펀트 층 총 중량에 대하여 5 wt%를 가지고 제2 층 (658)이 층 총 중량에 대하여 2 wt%의 동일한 도펀트를 가지면, 두 층들 사이 중량 차이는 3 wt%로 계산될 수 있다.

[0111] 다른 실시태양에서, 식  $[(C1-C2)/C1] \times 100\%$ 으로 계산되는 층들 (657, 658) 사이 도펀트 재료 농도 차이는 적어도 5%이고, 식 중 C1은 더 높은 농도의 도펀트 재료 층이고 C2는 더 낮은 도펀트 재료 농도의 층이다. 다른 실시예들에서, 농도 차이는 더 크고, 예컨대 적어도 약 10%, 적어도 약 20%, 적어도 약 30%, 적어도 약 40%, 적어도 약 50%, 적어도 약 60%, 적어도 약 70%, 적어도 약 80%, 또는 적어도 약 90%이다. 또한, 다른 실시예들에서, 차이는 약 100% 이하, 예컨대 약 99% 이하, 약 85% 이하, 약 75% 이하, 약 65% 이하, 약 55% 이하, 약 45% 이하, 약 35% 이하, 약 25% 이하, 약 15% 이하, 또는 약 10% 이하이다. 임의의 층들 사이 도펀트 농도 차이는 상기 임의의 최소 비율 및 최대 비율 사이에 있을 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0112] 하나의 실시태양에 따르면, 제2 층 (658)은 지르코늄을 포함한 제2 도펀트를 포함한다. 상세하게는, 제2 도펀트는 지르코니아를 포함하고, 더욱 상세하게는, 실질적으로 지르코니아로 이루어진다. 소정의 실시태양들에서, 제2 층 (658)은 제1 층 (657)의 지르코니아 함량보다 더 많은 함량의 지르코니아를 포함한다. 다른 실시태양에서, 제1 층 (657) 및 제2 층 (658) 간의 지르코니아 도펀트 농도 차이는 적어도 약 0.2 wt%, 예컨대 적어도 약 0.5 wt%, 적어도 약 1 wt%, 적어도 약 1.4 wt%, 적어도 약 1.8 wt%, 또는 적어도 약 2 wt%이다. 또한, 비-제한적인 하나의 실시태양에 의하면, 임의의 하나의 층 (657, 658) 사이 도펀트 재료 함량의 총 차이는 연마체 총중량에 대하여 약 50 wt% 이하, 예컨대 약 30 wt% 이하, 약 25 wt% 이하, 약 20 wt% 이하, 약 15 wt% 이하, 또는 약 12 wt% 이하이다. 제1 층 (657) 및 제2 층 (658) 간의 지르코니아 도펀트 재료 함량 차이는 상기 임의의 최소 비율 및 최대 비율 사이에 있을 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0113] 하나의 특정 양태에 의하면, 제1 층 (657)은 제2 층 (658)의 제2 도펀트와는 상이한 제1 도펀트를 포함하고, 더

육 상세하게는, 제1 층 (657)은 제2 층 (658)에 존재하는 제2 도펀트 재료가 실질적으로 부재이다. 유사하게, 소정의 실시예들에서, 제2 층 (658)은 제1 층 (657)의 제1 도펀트와 상이한 제2 도펀트를 포함하고, 더욱 상세하게는, 제2 층 (658)은 제1 층 (657)에 존재하는 제1 도펀트 재료가 실질적으로 부재이다.

- [0114] 또한, 다른 실시태양들에서, 도펀트는 공정 중에 하나의 인접 층에서 다른 층으로 확산된다. 상세하게는, 제어된 공정을 통해서 층들 간의 도펀트 확산을 제어할 수 있고, 초기에 단일 층에 존재하는 도펀트 재료는 하나 이상의 인접 층들로 전달되도록 제어되어 특정 도펀트들을 가지는 적합한 복합 형상화 연마입자가 형성되거나, 계단 함수 확산 경계들을 보인다.
- [0115] 몸체 (651)는 대략 삼각형 2차원 형상의 제1 층 (657) 및 제1 층 (657)에 적층되고 실질적으로 유사한 삼각형 2차원 형상을 가지는 제2 층 (658)을 포함하는 것으로 도시되지만, 본원 실시태양들의 복합 몸체들은 다중 층들을 포함할 수 있고, 각각의 층은 서로에 대하여 상이한 2차원 형상들을 가질 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 예를 들면, 도 20A에 도시된 바와 같이, 형상화 연마입자는 몸체 (2001)를 가지도록 구성되고, 몸체는 몸체 (2001) 길이 및 폭에 의해 정의되는 평면에서 관찰할 때 제1의 2차원 형상을 가지는 제1 층 (2002) 및 제2의 2차원 형상을 가지고 제1 층 (2002)에 적층되는 제2 층 (2003)을 포함한다. 상세하게는, 도시된 바와 같이, 제1 층 (2002)은 대략 다각 2차원 형상을 가지고 제2 층 (2003)은 대략 타원형 또는 원형 2차원 형상을 가진다.
- [0116] 도 20B는 제1의 2차원 형상을 가지는 제1 층 (2005) 및 제2의 2차원 형상을 가지는 제2 층 (2006)을 포함하는 형상화 연마입자 (2004)을 가지는 기타 실시태양을 도시한 것이다. 도 20A 및 20B는 예시적인 것이고, 본원 실시태양들의 형상화 연마입자들은 제한적이지 않지만 다각형, 타원형, 숫자, 그리스 알파벳 문자, 라틴 알파벳 문자, 러시아 알파벳 문자, 다각형들의 조합인 복합 형상, 또는 이의 조합, 모서리가 잘린 형상들, 및 이들의 조합을 포함한 여러 상이한 2차원 형상들을 포함한 다수의 층들을 포함할 수 있다는 것을 이해하여야 하고, 몸체는 길이 및 폭에 의해 정의되는 평면에서 관찰할 때 다각형으로 구성되고, 몸체는 삼각, 직사각, 사각, 오각, 육각, 칠각, 팔각, 구각, 십각, 임의의 이들의 조합의 군에서 선택되는 다각형으로 구성된다. 상기는 모서리가 잘린 형상들을 포함하고, 이는 모서리의 적어도 일부가 손실되거나 형상 변경된 것이고, 이는 소정의 처리 기술에 의한 결과이다.
- [0117] 또한, 도 20A 및 20B에서 명백한 바와 같이, 형상화 연마입자들은 층들의 조합을 포함하고, 각각의 층은 서로 상이한 2차원 형상들을 가지고 층들의 임의의 하나의 치수에 대하여 상이한 치수적 형상들을 가질 수 있다. 이러한 형상화 연마입자들로 인하여 연마물품에서 입자들 전개가 개선되고 연마물품 성능 또는 사용이 개선된다. 예를 들면, 제1 층 (2002)의 2차원 형상에서의 평균 길이 (또는 직경)는 제2 층 (2003)의 2차원 형상에서의 평균 길이 (또는 직경)와 상당히 다르다. 또한 제1 층 (2002)의 2차원 형상에서의 평균 폭은 제2 층 (2003)의 2차원 형상에서의 평균 폭과는 상당히 다르다. 또한 제1 층 (2002)의 2차원 형상에서의 평균 두께는 제2 층 (2003)의 2차원 형상에서의 평균 두께와 상당히 다르다.
- [0118] 도 20A 및 20B에서 더욱 도시된 바와 같이, 각각의 층은 서로 상이한 면적 또는 부피를 가진다. 예를 들면, 제1 층 (2002) 2차원 형상의 평균 면적 (예를 들면, 주 (major) 외면의 평균 표면적)은 제2 층 (2003) 2차원 형상의 평균 면적과 상당히 다르다. 또한, 제1 층 (2002) 2차원 형상의 평균 부피는 제2 층 (2003) 2차원 형상의 평균 부피와 상당히 다르다. 예를 들면, 제1 층 (2002)의 부피는 제2 층 (2003) 부피보다 상당히 커서, 제1 층 (2002)은 제2 층 (2003)보다 몸체 (2001) 총 부피의 더 많은 부분을 차지한다. 또한, 대안적 실시태양들에서, 제1 층 (2002)의 부피는 제2 층 (2003) 부피보다 더 작다.
- [0119] 다시 도 6B를 참조하면, 몸체는 제1 층 (657) 및 제2 층 (658) 사이에 확산 계면 (interface, 659)을 포함한다. 일 실시태양에서, 확산 계면 (659)은 제1 층 (657) 및 제2 층 (658)의 경계를 형성한다. 또한, 확산 계면 (659)은 제1 층 (657) 및 제2 층 (658)을 분리한다. 하나의 실시태양에 따르면, 몸체 (651)는 제1 층 (657) 및 제2 층 (658) 사이 확산 경계를 형성하는 확산 계면 (659)을 가지고, 확산 계면 (659) 제1 층 (예를 들면, 제1 층 (657) 내부)에서의 적어도 하나의 도펀트 농도는 확산 계면 (659)의 대향 측 (예를 들면, 제2 층 (658) 내부)에서의 동일한 도펀트의 농도와는 상당히 다르다. 확산 계면 (659)은 제1 층 (657) 및 제2 층 (658) 사이 하나 이상의 도펀트 농도 차이를 특징하는 경계를 형성할 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 소정의 실시예들에서, 확산 계면 (659)은 제1 층 (657) 및 제2 층 (658) 간 적어도 하나의 도펀트의 농도에 있어서 계단 함수 차이를 형성하고, 예를 들면, 제1 층 (657) 제2 도펀트 농도와 비교하여 제2 층 (568) 제2 도펀트 농도의 계단 함수 차이를 형성한다.
- [0120] 확산 계면 (659)은 제1 층 (657) 및 제2 층 (658) 사이 전체 면적에 걸쳐 연장된다. 소정의 실시예들에서, 확산 계면 (659)은 몸체 (651) 전체 길이에 걸쳐 연장된다. 또한, 확산 계면 (659)은 몸체 (651) 전체 폭에

연장된다. 확산 계면 (659)은 평면 외곽선 또는 달리, 만곡, 아치, 또는 불규칙한 외곽선을 가질 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 확산 계면 (659)의 형태 및 방향은 확산 계면을 형성하는 해당 층들 또는 부분들의 형상 및 배향에 부분적으로 의존한다.

[0121] 다른 양태에 따르면, 다중 부분들, 예컨대 제1 층 (657) 및 제2 층 (658)을 가지는 형상화 연마입자는 하나의 부분 (또는 층)이 제2, 인접 부분에 대하여 압축되고, 및 제2 부분은 해당 및 인접 부분에 대하여 인장 상태가 되도록 형성될 수 있다. 예를 들면, 도 6B의 형상화 연마입자에서, 제1 층 (657)은 제2 층 (658)에 대하여 압축되고 및 제2 층 (658)은 제1 층 (657)에 대하여 인장 상태를 유지한다. 달리, 제2 층 (658)은 제1 층 (657)에 대하여 압축될 수 있다.

[0122] 형상화 연마입자 몸체의 하나 이상의 부분들 (예를 들면, 층들 (657, 658))에 대한 상대적인 압축 및 인장 상태는 서로에 대한 형상, 치수, 및 조성 중 적어도 하나를 선택함으로써 제어될 수 있다. 특정한 경우, 형상화 연마입자 몸체는 제1 부 및 제2 부 간의 응력 (또는 변형) 차이가 적어도 약 5%, 예컨대 적어도 약 10%, 적어도 약 20%, 적어도 약 30%, 적어도 약 40%, 적어도 약 50%, 적어도 약 60%, 적어도 약 70%, 적어도 약 80% 또는 적어도 약 90%이 되도록 형성된다. 또한, 다른 실시예에서, 제1 부 및 제2 부 간의 응력 (또는 변형) 차이는 약 90% 이하, 예컨대 약 80% 이하, 약 70% 이하, 약 60% 이하, 예컨대 약 50% 이하, 약 40% 이하, 약 30% 이하, 예컨대 약 20% 이하, 약 10% 이하, 또는 약 5% 이하이다. 몸체의 제1 부 및 제2 부 간의 응력 (또는 변형) 차이는 상기 임의의 최소 비율 및 최대 비율 사이에 있을 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0123] 본원에 기재된 바와 같이, 몸체 (651)는 추가 부분들 또는 층들을 포함할 수 있다. 예를 들면, 몸체 (651)는 제1 층 (657) 및 제2 층 (658) 사이 적어도 하나의 중간 층을 포함한다. 중간 층은 제1 층 (657)과 실질적으로 동일한 조성을 가진다. 또한, 중간 층은 제2 층 (658)과 실질적으로 동일한 조성을 가진다. 달리, 중간 층은 제1 층 조성보다 비교할 때 실질적으로 상이한 조성을 가지고, 도펀트 재료에 있어서 적어도 하나의 차이를 포함한다. 유사하게, 중간 층은 제2 층 조성보다 비교할 때 실질적으로 상이한 조성을 가지고, 도펀트 재료에 있어서 적어도 하나의 차이를 포함한다.

[0124] 중간 층은 제1 층 (657) 및 제2 층 (658) 사이에 배치되고 상기 확산 계면과 더불어 추가적인 확산 계면을 형성한다. 따라서, 몸체는 제1 층 및 중간 층 사이에 제1 확산 계면 (예를 들면, 제1 중간 확산 계면) 및 중간 층 및 제2 층 (658) 사이 제2 확산 계면 (예를 들면, 제2 중간 확산 계면)을 가진다. 모든 확산 계면들은 본원 실시태양들에 따라 기재된 확산 계면들의 특성들을 가진다.

[0125] 도 7은 실시태양에 의한 형상화 연마입자의 사시도이다. 복합체 형상화 연마입자 (700)는 상부 주면 (702), 측면들 (704, 705, 706)에 의해 상부 주면 (702)과 분리되는 기저 주면 (703)을 가지는 몸체 (701)를 포함한다. 복합 형상화 연마입자 (700)는 대안적 복합 재료 층들의 배열을 나타내고, 특히 몸체 (701) 내의 상이한 층들의 코어-셸 배열을 나타낸다. 하나의 실시태양에 따르면, 몸체 (701)는 측면들 (704, 705, 706)을 포함한 몸체 외부 측면들을 교차하는 제1 층 (721)을 포함한다. 특정한 경우, 제1 층 (721)은 외부 측면들 (704, 705, 706)을 교차하고 형성한다. 도시된 바와 같이, 제1 층 (721)은 적어도 상부 주면 (702) 및 기저 주면 (703) 일부를 형성한다. 실제로, 도시된 바와 같이, 제1 층 (721)은 대략 환형 형상을 가지고, 제2 층 (723) 및 제3 층 (724)은 제1 층 (721) 내부에 배치된다.

[0126] 도시된 바와 같이, 몸체는 층 (721)에 의해 한정되는 주변 영역이 다른 영역, 예컨대 복합 형상화 연마입자의 중앙 영역을 한정하는 다른 층의 적어도 일부를 포위하도록 형성된다. 또한, 몸체 (701)는 제1 층 (721) 내부에 배치되는 제2 층 (723)을 포함한다. 제2 층 (723) 일부는 상부 주면 (702)과 교차한다. 또한, 제2 층 (723) 일부는 기저 주면 (703)과 교차한다. 실제로, 제2 층 (723) 일부는 상부 주면 (702) 및 기저 주면 (703)의 일부와 교차하고 이를 형성한다. 특히, 제2 층 (723)은 몸체 외면, 예컨대 외부 측면들 (704, 705, 706)의 적어도 일부와 이격된다. 실시태양에 의하면, 제2 층은 제1 층 (721) 조성과는 다른 조성을 가지는 중앙 영역을 한정할 수 있다. 특정한 경우, 제2 층 (723)은 기타 본원 실시태양들에 기재된 바와 같이 제1 층 (721)의 도펀트 농도와는 다른 도펀트 농도를 가지는 몸체 (701) 중앙 영역을 한정할 수 있다. 또한, 제2 층 (723)은 제1 층 (721) 및 제3 층 (724) 사이 중간 층을 한정할 수 있다.

[0127] 도시된 바와 같이, 복합 형상화 연마입자 (700)는 제2 층 (723) 및 제1 층 (721) 내부에 배치되는 제3 층 (724)을 가지는 몸체를 포함한다. 제3 층 (724)은 중앙 영역을 나타내고 몸체 (701)의 부피 중심을 나타내는 몸체의 기하학적 중심(704)을 포함한다. 실시태양에 의하면, 제3 층 (724)은 예를 들면 외부 측면들 (704, 705, 706)을 포함한 몸체의 하나 이상의 외면들에서 이격되는 중앙 영역을 나타낸다. 또한, 제3 층 (724)은 상부 주면 (702) 및 저면 (703) 일부와 교차하고 이를 형성하는 몸체 (701) 중앙 영역을 나타낸다. 그러나 제3 층 (724)

4)은 반드시 몸체 (701) 외면들의 임의의 일부를 형성하고 교차할 필요는 없고 임의의 외면들과 떨어져 전적으로 내부에 유지될 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0128] 실시태양에 의하면, 몸체는 주변 영역 부피비(volume portion)와 비교하여 몸체 총 부피에 대한 특정 부피비(부피 %)로 구성되는 중앙 영역을 포함한다. 예를 들면, 몸체 (701)는 주변 영역 부피비와 비교하여 몸체 총 부피 중 더 작은 부피비로 구성되는 중앙 영역을 포함한다. 또한, 대안적 실시태양들에서, 몸체 (701)는 중앙 영역이 주변 영역 부피비와 비교하여 몸체 총 부피의 더 많은 부피비를 가지도록 구성된다.

[0129] 도 8은 실시태양에 의한 복합 형상화 연마입자의 사시도이다. 도시된 바와 같이, 복합 형상화 연마입자 (800)는 상부 주면 (802) 및 측면들 (804, 805, 806)에 의해 상부 주면 (802)과 분리되는 기저 주면 (803)을 가지는 몸체 (801)를 포함한다. 상기 실시태양들은 대략 대칭적 형상들을 가지는 주변 영역들 및 중앙 영역들을 보이지만, 본원 실시태양들의 대안적 복합 연마입자들은 비-대칭 형상들을 가지는 주변 영역들 및 중앙 영역들이 적용된다. 예를 들면, 도 8에 도시된 바와 같이, 몸체는 상부 주면 (802), 기저 주면 (803), 및 측면들 (804, 805, 806)을 포함한 다양한 외면들의 일부와 교차하고 이를 형성하는 제2 층 부분들 (823)의 무작위 배열을 포함한다. 또한, 몸체 (801)는 몸체 (801)의 기하학적 중심 (891)을 가지는 제1 층 (821)을 포함한다.

[0130] 또한, 제1 층 (821)은 예를 들면, 상부 주면 (802), 기저 주면 (803), 및 측면들 (804, 805, 806)을 포함한 몸체 (801) 외면들의 다양한 부분들과 교차하고 이를 형성한다. 특정한 경우, 제1 층 (821)은 대부분의 몸체 (801)를 관통 연장하는 연속 상 또는 매트릭스를 한정할 수 있고, 제2 층 일부들은 서로 떨어진 분산 및 개별 영역들로 존재한다. 이에 따라, 하나의 특정 실시태양에서, 제1 층 (821)은 몸체의 중앙 영역을 나타낸다. 또한, 소정의 실시예들에서, 제2 층 부분들 (823)은 몸체(801)의 주변 영역들을 한정할 수 있다.

[0131] 실시태양에 의하면, 몸체 (801) 중앙 영역을 형성하는 제1 층 (821)은 비-대칭 형상을 가진다. 몸체 (801) 길이 및 폭 또는 달리, 몸체 (801) 폭 및 두께에 의해 정의되는 평면에서 비-대칭 형상으로 관찰된다. 또한, 몸체 (801)는 주변 영역들을 형성하는 제2 층들 부분들 (823)을 포함하고, 주변 영역들은 비-대칭 형상들을 가진다. 특정한 경우, 제2 층 부분들 (823)에 의해 형성되는 주변 영역들은 몸체 (801) 길이 및 폭에 의해 정의되는 평면 또는 몸체 (801) 폭 및 두께에 의해 정의되는 평면에서 관찰할 때 비-대칭적 형상들을 가진다.

[0132] 도 9는 실시태양에 의한 형상화 연마입자의 부분 단면도이다. 특히, 형상화 연마입자는 몸체 (901)를 포함하고, 이는 저면 (904), 저면 (904)에 대향되는 상부 주면 (902), 및 저면 (904) 및 상부 주면 (902)을 연결하는 측면 (903)을 가진다. 도시된 바와 같이, 몸체 (901)는 측면 (903)에 대향되고 저면 (904) 및 상부 주면 (902)을 연결하는 측면 (905)을 포함한다. 특정 실시태양에 의하면, 몸체 (901)는 곡선의 상부 주면 (902)을 가진다. 특히, 일부 실시예들에서, 상부 주면 (902)는 볼록 외곡선을 가지므로 중점에서의 몸체 (901) 두께( $t_m$ )는 하나의 측면들 (903, 905)에서의 두께 ( $t_s$ )보다 크다. 일부 실시태양들에서, 저면 (902)은 상부 주면 (902)과 비교하여 실질적으로 평탄하다.

[0133] 도 10은 실시태양에 의한 대안적 형상화 연마입자의 단면도이다. 특히, 형상화 연마입자는 몸체 (1001)를 포함하고, 이는 저면 (1004), 저면 (1004)에 대향되는 상부 주면 (1002), 및 서로 대향되고 저면 (1004) 및 상부 주면 (1002)을 연결하는 측면들 (1003, 1005)을 가진다. 도시된 바와 같이, 몸체 (1001)는 특히 특유한 외곡선을 가지고, 상부 주면 (1002)은 볼록 외곡선을 가지며, 저면 (1004) 역시 볼록 외곡선을 가지므로 중점에서의 두께 ( $t_m$ )는 표면들 (1001, 1005)에 의해 정의되는 가장자리들에서의 몸체 (1001) 두께 ( $t_e$ )보다 상당히 크다.

[0134] 도 11은 실시태양에 의한 대안적 형상화 연마입자의 단면도이다. 특히, 형상화 몸체 (1101)를 포함하고, 이는 저면 (1104), 저면 (1104)에 대향되는 상부 주면 (1102), 및 서로 대향되고 저면 (1104) 및 상부 주면 (1102)을 분리하는 측면들 (1103, 1105)을 가진다. 도시된 바와 같이, 몸체 (1101)는 특유한 외곡선을 가지고, 상부 주면 (1102)은 오목 외곡선을 가지고 저면 (1104)은 실질적으로 평면 외곡선을 가지므로 중점에서의 두께 ( $t_m$ )는 표면들 (1101, 1105)에 의해 정의되는 가장자리들에서의 몸체 (1101) 두께 ( $t_e$ ) 보다 상당히 작다.

[0135] 도 12는 실시태양에 의한 대안적 형상화 연마입자의 단면도이다. 특히, 형상화 연마입자는 몸체 (1201)를 가지고, 이는 저면 (1204), 저면 (1204)에 대향되는 상부 주면 (1202), 및 서로 대향되고 저면 (1204) 및 상부 주면 (1202)을 분리하는 측면들 (1203, 1205)을 가진다. 도시된 바와 같이, 몸체 (1201)는 특유한 외곡선을 가지고, 상부 주면 (1202)은 오목 외곡선을 가지며 저면 (1204)은 오목 외곡선을 가지므로 중점에서의 두께 ( $t_m$ )는 가장자리들에서의 몸체 (1201) 두께 ( $t_e$ ) 보다 상당히 작다.

- [0136] 실시태양에 의하면, 본원 실시태양들의 형상화 연마입자들은 적어도 두 개의 외면들이 서로 상당히 다른 2차원 형상들을 가지도록 형성된다. 상세하게는, 형상화 연마입자들은 상부 주면의 2차원 형상과는 상당히 다른 2차원 형상을 가지는 기저 주면을 포함한다. 더욱 특정한 실시태양들에서, 2차원 형상들은 본원 실시태양들에 기재된 임의의 하나의 2차원 형상들일 수 있다. 예를 들면, 저면은 제1 다각형일 수 있고 상부 주면은 상이한 다각형일 수 있다.
- [0137] 도 13은 실시태양에 의한 형상화 연마입자의 사시도이다. 형상화 연마입자 (1300)는 몸체 (1301)를 가지고, 이는 저면 (1304) 및 저면 (1304)과 측면들 (1305, 1306, 1307)에 의해 분리되는 상면 (1303)을 가진다. 도 13에 도시된 바와 같이, 저면 (1304)은 대략 삼각형이지만, 상면 (1303)은 타원 형상을 가진다.
- [0138] 도 14A는 실시태양에 의한 형상화 연마입자의 사시도이다. 특히, 몸체 (1401)는 제1 장측 (1402), 제2 장측 (1403), 및 제3 장측 (1404)을 가진다. 또한, 몸체 (1401)는 제1 장측 (1402) 및 제2 장측 (1403)과 연결되는 제1 단측 (1405)을 포함한다. 몸체 (1401)는 제1 장측 (1402) 및 제3 장측 (1404)과 연결되는 제2 단측 (1406)을 더욱 포함한다. 형상화 연마입자 몸체 (1401)는 길이 및 폭에 의해 정의되는 평면에서 관찰할 때 대략 다각 형상을 가지는 것으로 간주되고, 특정한 경우, 몸체 (1401)는 모서리가 잘린 삼각형으로 형성되고, 이때 제1 단측 (1405) 및 제2 단측 (1406)은 평탄 표면들을 형성하고 달리 모서리, 예컨대 모서리 (1422)가 존재할 수 있다. 특히, 이러한 모서리가 잘린 형상들은 본원의 방법으로 형성되는 배치 중 상당 부분의 형상화 연마입자들을 나타낸다.
- [0139] 도시된 바와 같이, 몸체 (1401)는 몸체 (1401)의 상부 주면 (1430)에서 관찰할 때 제1 장측 (1402) 및 제1 단측 (1405) 사이에 형성되는 제1 각 (1407)을 가진다. 실시태양에 의하면, 제1 각 (1407)은 약 90° 보다 크다. 특정 실시예들에서, 제1 각 (1407)은 적어도 약 92°, 적어도 약 95°, 적어도 약 100°, 또는 적어도 약 105° 이다. 또한, 제1 각은, 비-제한적 일 실시태양에서, 약 160° 이하이다.
- [0140] 몸체는 몸체 (1401)의 상부 주면 (1430)에서 관찰할 때 제1 단측 (1405) 및 제2 장측 (1403) 사이에 형성되는 제2 각 (1408)을 더욱 포함한다. 실시태양에 의하면, 제2 각 (1408)은 제1 각 (1407)과 동일하다. 또한, 다른 실시태양에서, 제2 각 (1408)은 제1 각 (1407)과 상이하다. 일 실시예에 따르면, 제2 각 (1408)은 둔각이다. 달리, 제2 각 (1408)은 약 90° 보다 크고, 더욱 상세하게는, 적어도 약 92°, 적어도 약 95°, 적어도 약 100°, 또는 적어도 약 105° 이다. 또한, 제2 각 (1408)은, 비-제한적 일 실시태양에서, 약 160° 이하이다.
- [0141] 도시된 바와 같이, 형상화 연마입자 몸체 (1401)는 몸체 (1401)의 상부 주면 (1430)에서 관찰할 때 제2 단측 (1406) 및 제1 장측 (1402) 사이의 각으로 형성되는 제3 각 (1409)을 포함한다. 제3 각 (1409)은 제1 각 (1407) 또는 제2 각 (1408)과 동일하다. 달리, 제3 각 (1409)은 제1 각 (1407) 및 제2 각 (1408)과 상이하다.
- [0142] 몸체 (1401)는 제2 단 표면 (1406) 및 제3 장 표면 (1404) 사이에 각으로서 형성되는 제4 각 (1410)을 더욱 포함한다. 제4 각 (1410)은 제1 각 (1407), 제2 각 (1408), 또는 제3 각 (1409)과 상이하다. 특정한 경우, 제4 각 (1410)은 제1 각 (1407)보다 작고, 제2 각 (1408) 보다 작고, 또는 제3 각 (1409) 보다 작다. 적어도 하나의 특정 실시태양에서, 제4 각 (1410)은 실질적으로 직교한다 (90°). 또 다른 실시예들에서, 제4 각 (1410)은 90° 보다 크다.
- [0143] 몸체 (1401)는 몸체 (1401)의 상부 주면 (1430)에서 하향 평면 관찰할 때 제3 장측 (1404) 및 제2 장측 (1403) 사이 제5 각 (1411)을 더욱 포함한다. 특히, 제5 각 (1411)은 제1 각 (1407), 제2 각 (1408), 제3 각 (1409), 또는 제4 각 (1410)과 상이하다. 특정한 경우, 제5 각 (1411)은 제1 각 (1407) 보다 작고, 제2 각 (1408) 보다 작고, 제3 각 (1409) 보다 작고, 또는 제4 각 (1410) 보다 작다. 제5 각 (1411)은 삼각형 모서리 (1422)를 형성하고, 따라서 약 90° 미만, 더욱 상세하게는 약 70° 미만이다. 몸체 (1401)가 제1 단측 및 제2 단측 (1406)을 가지는 것으로 도시되지만, 몸체는 제2 장측 및 제3 장측 (1404)을 분할하는 제3 단측을 포함할 수 있다는 것을 이해하여야 한다.
- [0144] 실시태양에 의하면, 제1 단측 (1405)은 제1 장측 (1402) 폭의 약 60% 이하인 폭 (1481)을 가진다. 다른 실시태양들에서, 제1 장측 (1402) 대비 제1 단측 (1405) 폭은 더 작고, 예컨대 약 50% 이하, 또는 약 40% 이하, 약 30% 이하, 약 20% 이하, 또는 약 15% 이하이다. 또한, 단측 (1405)은 제1 장측 (1402) 폭의 적어도 약 2%, 예컨대 적어도 약 5%, 적어도 약 10%, 적어도 약 15%, 또는 적어도 약 20%이다. 제1 단측 (1405) 폭은 상기 임의의 최소 비율 및 최대 비율 사이에 있을 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 또한, 제2 단측 (1406) 길이는 제1 장측 (1402)에 대한 동일한 제1 단측 (1405) 특성들을 가진다는 것을 이해하여야 한다. 또한, 제2 단측 (1406) 길이는 제1 단측 (1405) 길이와 다를 수 있다.

- [0145] 실시태양에 의하면, 제1 장축 (1402)은 제2 장축 (1403) 길이 (12)와 실질적으로 동일한 길이 (11)를 가진다. 또한, 제1 장축 (1402) 길이 (11)는 제2 장축 (1403) 길이 (12)와 상당히 다르다. 또한, 제1 장축 (1402) 길이 (11)는 제3 장축 (1404) 길이 (13)와 실질적으로 동일하다. 달리, 제1 장축 (1402) 길이 (11)는 제3 장축 (1404) 길이 (13)와 상당히 다르다. 또한, 제2 장축 (1403) 길이 (12)는 제3 장축 (1404) 길이 (13)와 실질적으로 동일하다. 달리, 제2 장축 (1403) 길이 (12)는 제3 장축 (1404) 길이 (13)와 상당히 다르다.
- [0146] 도 14B는 도 14A의 형상화 연마입자 일부에 대한 단면도이다. 특히, 단면은 몸체 (1401)의 하나의 모서리 (1421)에 있는 점 및 몸체 (1401)의 중점 (1441)에 의해 정의되는 축 (1450)에서 취한 것이다. 특정 실시태양에 의하면, 몸체 (1401)는 모서리 (1421)에서 측정된 몸체 두께와 비교할 때 형상화 연마입자 중점 (1441)에서 더 높은 두께를 가진다. 소정의 실시예들에서, 형상화 연마입자들의 모서리/중점 두께 차이는 적어도 1.1이고, 모서리/중점 두께 차이 ( $c/m\Delta h$ )는 몸체의 적어도 하나의 모서리 두께에서 중점 두께를 나누어 측정된다. 소정의 실시태양들에서, 모서리/중점 두께 차이는 더 크고, 예컨대 적어도 약 1.2, 적어도 약 1.4이고, 적어도 약 1.6, 적어도 약 1.8, 적어도 약 2, 적어도 약 2.2, 적어도 약 2.4, 적어도 약 3, 또는 적어도 약 4이다. 또한, 비-제한적 일 실시태양에서, 모서리/중점 두께 차이 ( $c/m\Delta h$ )는 약 20 이하, 예컨대 약 18 이하, 약 15 이하, 약 12 이하, 약 10 이하, 약 8 이하, 약 6 이하, 또는 약 4 이하이다. 본원의 형상화 연마입자들 몸체의 모서리/중점 두께 차이 ( $c/m\Delta h$ )는 상기 임의의 최소값 및 최대값 사이의 범위일 수 있다는 것을 이해하여야 한다.
- [0147] 상기 특성들은 형상화 연마입자들 배치에 기인하는 것이라는 것을 이해하여야 한다. 배치는 적어도 약 20개의 이산 형상화 연마입자들을 무작위로 선택한 샘플을 포함한다. 샘플의 개별 형상화 연마입자 각각을 측정하여 배치를 대표하는 샘플의 평균 중점 두께 및 모서리 두께 치수를 결정한다.
- [0148] 도 14C는 도 14A의 형상화 연마입자 일부에 대한 단면도이다. 상세하게는, 도 7C는 중점 (1441) 및 몸체 (1401) 축 (1403) 중점 (1442)을 관통하는 축으로 정의되는 축 (1460)을 따라 취한 형상화 연마입자 단면도이다. 하나의 실시태양에 따르면, 몸체 (1401)는 몸체 (1401) 중점 (1441)에서의 두께가 몸체 (1401)중점 가장자리 (1442)에서의 두께보다 더 높다. 특히, 형상화 연마입자들의 가장자리/중점 두께 차이 ( $e/m\Delta t$ )는 적어도 1.1이고, 가장자리/중점 두께 차이는 두 모서리들 사이 중점에서 측면 가장자리의 몸체 두께를 중점 (1341)에서의 두께로 나눈 측정값이다. 다른 실시태양들에서, 가장자리/중점 두께 차이 ( $e/m\Delta t$ )는 더 크고, 예컨대 적어도 약 1.2, 적어도 약 1.4이고, 적어도 약 1.6, 적어도 약 1.8, 적어도 약 2, 적어도 약 2.2, 적어도 약 2.4, 적어도 약 3, 또는 적어도 약 4이다. 또한, 비-제한적 일 실시태양에서, 가장자리/중점 두께 차이 ( $e/m\Delta t$ )는 약 20 이하, 예컨대 약 18 이하, 약 15 이하, 약 12 이하, 약 10 이하, 약 8 이하, 약 6 이하, 또는 약 4 이하이다. 형상화 연마입자들 몸체의 가장자리/중점 두께 차이 ( $e/m\Delta t$ )는 상기 임의의 최소값 및 최대값 사이의 범위일 수 있다는 것을 이해하여야 한다.
- [0149] 상기 특성들은 형상화 연마입자들 배치에 기인하는 것이라는 것을 이해하여야 한다. 배치는 적어도 약 20개의 이산 형상화 연마입자들을 무작위로 선택한 샘플을 포함한다. 샘플의 개별 형상화 연마입자 각각을 측정하여 배치를 대표하는 샘플의 평균 중점 두께 및 모서리 두께 치수를 결정한다.
- [0150] 도 15는 다른 실시태양에 의한 형상화 연마입자를 도시한 것이다. 도시된 바와 같이, 형상화 연마입자 (1500)는 본원 실시태양에 따라 형성되는 몸체 (1501)를 포함한다. 특히, 형상화 연마입자는 천공 공정으로 압출된 시트로부터 형성된다. 몸체 (1501)는 길이축 (1504)을 따라 연장되는 중앙부 (1502)를 포함한다. 제1 방사암 (1506)은 중앙부 (1502)로부터 중앙부 (1502) 길이를 따라 외향 연장된다. 제2 방사암 (1508)은 중앙부 (1502)로부터 중앙부 (1502) 길이를 따라 외향 연장된다. 제3 방사암 (1510)은 중앙부 (1502)로부터 중앙부 (1502) 길이를 따라 외향 연장된다. 또한, 제4 방사암 (1512)은 중앙부 (1502)로부터 중앙부 (1502) 길이를 따라 외향 연장된다. 방사암들 (1506, 1008, 1010, 1012)은 형상화 연마입자 (1500) 중앙부 (1502) 주위로 동일하게 이격된다.
- [0151] 도 15에 도시된 바와 같이, 제1 방사암 (1506)은 대략 화살 형상 원위단 (1520)을 포함한다. 제2 방사암 (1508)은 대략 화살 형상 원위단 (1522)을 포함한다. 제3 방사암 (1510)은 대략 화살 형상 원위단 (1524)을 포함한다. 또한, 제4 방사암 (1512)은 대략 화살 형상 원위단 (1526)을 포함한다.
- [0152] 또한 도 15는 형상화 연마입자 (1500)가 제1 방사암 (1506) 및 제2 방사암 (1508) 사이 제1 공극 (1530)을 가지는 것으로 도시된다. 제2 공극 (1532)은 제2 방사암 (1508) 및 제3 방사암 (1510) 사이에 형성된다. 제3 공극 (1534)은 제3 방사암 (1510) 및 제4 방사암 (1512) 사이에 형성된다. 또한, 제4 공극 (1536)은 제4 방사암 (1512) 및 제1 방사암 (1506) 사이에 형성된다.
- [0153] 도 16 및 17은 다른 실시태양에 의한 형상화 연마입자를 도시한 것이다. 도시된 바와 같이, 형상화 연마입자

(1600)는 대략 정육면체-유사 형상을 가지는 몸체 (1601)를 포함한다. 형상화 연마입자는 기타 다면체 형상들을 가질 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 몸체 (1601)는 제1 단면 (end face) (1602) 및 제2 단면 (1604), 제1 단면 1102 및 제2 단면 (1604) 사이에 연장되는 제1 측방면 (1606), 제1 단면(1602) 및 제2 단면 (1604) 사이에 연장되는 제2 측방면 (1608)을 가진다. 또한, 몸체 (1601)는 제1 단면 (1602) 및 제2 단면 (1604) 사이에 연장되는 제3 측방면 (1610), 및 제1 단면 (1602) 및 제2 단면 (1604) 사이에 연장되는 제4 측방면 (1612)을 포함한다.

[0154] 도시된 바와 같이, 제1 단면 (1602) 및 제2 단면 (1604)은 서로 평행하고 측방면들 (1606, 1108, 1110, 1112)에 의해 분리되어, 몸체는 정육면체-유사 구조체를 형성한다. 그러나, 특정 양태에서, 제1 단면 (1602)은 비틀림 각 (1614)을 가지도록 제2 단면 (1604)에 대하여 회전된다. 특정한 경우, 형상화 연마입자 (1600)는 시트 절단 공정, 더욱 상세하게는 최종-성형 형상화 연마입자에 비틀림 각을 부여하도록 특정 방식으로 시트를 회전 또는 비트는 절단 공정을 포함한 본원에 기재된 공정으로 형성된다. 소정의 실시예들에서, 몸체 (1601)는 하나 이상의 축들을 따라 비틀리고 특정 유형의 비틀림 각들을 형성한다. 예를 들면, 도 17에서 도시된 바와 같이 몸체 (1601) 폭을 따라 연장되는 측방축 (1681) 및 몸체 (1601) 두께를 따라 연장되는 수직축 (1682)에 의해 정의되는 평면과 평행한 단면 (1602)에서 몸체 (1601) 길이를 정의하는 길이축 (1680)에서 몸체 상하로 하향 관찰된다.

[0155] 하나의 실시태양에 따르면, 몸체 (1601)는 단면들 (1602, 1104)이 서로에 대하여 회전되도록 길이축 주위로 몸체 (1601) 비틀림을 정의하는 길이방향 비틀림 각 (1614)을 가진다. 도 17에 도시된 바와 같이 비틀림 각 (1614)은 제1 가장자리 (1622) 및 제2 가장자리 (1624) 접선들 사이의 각으로 측정되고, 제1 가장자리 (1622) 및 제2 가장자리 (1624)는 길이방향으로 연장되는 두 측방면들 (1610, 1112) 사이 공통 가장자리 (1626)에 의해 연결되고 공유된다. 측방축, 수직축, 및 이들의 조합에 대한 비틀림 각들을 가지도록 기타 형상화 연마입자들이 형성될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 임의의 이러한 비틀림 각들은 본원 실시태양들에 기재된 바와 같은 값을 가질 수 있다.

[0156] 특정 양태에서, 비틀림 각 (1614)은 적어도 약 1° 이다. 다른 실시예들에서, 비틀림 각 (1614)은 더 크고, 예컨대 적어도 약 2° , 적어도 약 5° , 적어도 약 8° , 적어도 약 10° , 적어도 약 12° , 적어도 약 15° , 적어도 약 18° , 적어도 약 20° , 적어도 약 25° , 적어도 약 30° , 적어도 약 40° , 적어도 약 50° , 적어도 약 60° , 적어도 약 70° , 적어도 약 80° , 또는 적어도 약 90° 이다. 또한, 소정의 실시태양들에 의하면, 비틀림 각 (1614)은 약 360° 이하, 예컨대 약 330° 이하, 예컨대 약 300° 이하, 약 270° 이하, 약 230° 이하, 약 200° 이하, 또는 약 180° 이하이다. 소정의 형상화 연마입자들의 비틀림 각은 상기 임의의 최소각 및 최대각 사이의 범위에 있을 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0157] 도 18은 실시태양에 의한 연마 미립자 소재를 포함한 코팅 연마물질의 단면도이다. 도시된 바와 같이, 코팅 연마재 (1800)는 기재 (1801) 및 기재 (1801) 표면에 적층되는 메이크 코트 (1803)를 포함한다. 코팅 연마재 (1800)는 연마 미립자 소재 (1806)를 더욱 포함한다. 연마 미립자 소재는 제1 유형의 연마 미립자 소재 (1805), 반드시 형상화 연마입자들을 필요는 없는 무작위 형상을 가지는 부형 (diluent) 연마입자들 형태의 제2 유형의 연마 미립자 소재 (1806)를 포함한다. 코팅 연마재 (1800)는 연마 미립자 소재 (1806) 및 메이크 코트 (1803)에 적층되고 결합되는 사이즈 코트 (1804)를 더욱 포함한다.

[0158] 하나의 실시태양에 따르면, 기재 (1801)는 유기재료, 무기재료, 및 이들의 조합을 포함한다. 소정의 실시예들에서, 기재 (1801)는 직물재료를 포함한다. 그러나, 기재 (1801)는 부직재일 수 있다. 특히 적합한 기재는 유기재료, 예컨대 고분자, 및 특히, 폴리에스테르, 폴리우레탄, 폴리프로필렌, 폴리이미드 예컨대 DuPont의 KAPTON, 종이를 포함한다. 일부 적합한 무기재료는 금속, 합금, 및 특히, 구리, 알루미늄, 강의 포일, 및 이들의 조합을 포함한다.

[0159] 메이크 코트 (1803)는 단일 공정으로 기재 (1801) 표면에 도포되거나, 또는 달리, 연마 미립자 소재 (1806)은 메이크 코트 (1803)에 조합되고 혼합물로서 기재 (1801) 표면에 도포된다. 적합한 메이크 코트 (1803) 재료는 유기재료, 특히 고분자, 예를 들면, 폴리에스테르, 에폭시 수지들, 폴리우레탄, 폴리이미드, 폴리아크릴레이트, 폴리메타크릴레이트, 폴리염화비닐, 폴리에틸렌, 폴리실록산, 실리콘, 아세트산 셀룰로오스, 니트로셀룰로오스, 천연고무, 전분, 셀락, 및 이들의 혼합물을 포함한다. 일 실시태양에서, 메이크 코트 (1803)는 폴리에스테르 수지를 포함한다. 이후 코팅된 기재는 가열되어 수지 및 연마 미립자 소재를 기재에 경화시킨다. 일반적으로, 경화 공정에서 코팅된 기재 (1801)는 약 100 °C 내지 약 250 °C 미만으로 가열된다.

[0160] 연마 미립자 소재 (1806)는 본원의 실시태양에 의한 형상화 연마입자들을 포함한다. 특정 실시예에서, 연마 미



립자 소재 (1806)은 상이한 유형의 형상화 연마입자들을 포함한다. 상이한 유형의 형상화 연마입자들은 조성, 2차원 형상, 3차원 형상, 크기, 및 이들의 조합에 있어서 서로 상이하다. 도시된 바와 같이, 코팅 연마재 (1800)는 대략 삼각형의 2차원 형상을 가지는 형상화 연마입자 (1805)를 포함한다.

- [0161] 다른 유형의 연마입자들 (1807)은 형상화 연마입자들 (1805)와는 다른 부형 입자들이다. 예를 들면, 부형 입자들은 형상화 연마입자들 (1805)과 조성, 2차원 형상, 3차원 형상, 크기, 및 이들의 조합에 있어서 상이하다. 예를 들면, 연마입자들 (1807)은 무작위 형상들을 가지는 종래, 분쇄 연마 그릿을 나타낸다. 연마입자들 (1807)의 중앙 입자크기는 형상화 연마입자들 (1805)의 중앙 입자크기보다 작다.
- [0162] 연마 미립자 소재 (1806)가 함유된 메이크 코트 (1803)가 충분히 형성된 후, 사이즈 코트 (1804)가 적층되고 연마 미립자 소재 (1805)를 제자리에 결합시킨다. 사이즈 코트 (1804)는 실질적으로 고분자로 이루어진 유기재료를 포함하고, 특히, 폴리에스테르, 에폭시 수지, 폴리우레탄, 폴리아미드, 폴리아크릴레이트, 폴리메타크릴레이트, 폴리염화비닐, 폴리에틸렌, 폴리실록산, 실리콘, 아세트산 셀룰로오스, 니트로셀룰로오스, 천연고무, 전분, 셀락, 및 이들의 혼합물을 이용할 수 있다.
- [0163] 도 19는 실시태양에 의한 연마 미립자 소재를 포함하는 결합 연마물품을 도시한 것이다. 도시된 바와 같이, 결합 연마재 (1900)는 결합재 (1901), 결합재에 함유되는 연마 미립자 소재 (1902), 및 결합재 (1901) 내의 공극 (1908)을 포함한다. 특정한 경우, 결합재 (1901)는 유기재료, 무기재료, 및 이들의 조합을 포함한다. 적합한 유기재료는 고분자, 에컨대 에폭시, 수지들, 열경화성 소재, 열가소성 소재, 폴리아미드, 폴리아미드, 및 이들의 조합을 포함한다. 소정의 적합한 무기재료는 금속, 합금, 유리상 재료, 결정상 재료, 세라믹스, 및 이들의 조합을 포함한다.
- [0164] 일부 실시예들에서, 결합 연마재 (1900)의 연마 미립자 소재 (1902)는 형상화 연마입자들 (1903)을 포함한다. 특정 실시예들에서, 형상화 연마입자들 (1903)은 본원 실시태양들에 기재된 바와 같이 조성, 2차원 형상, 3차원 형상, 크기, 및 이들의 조합에 있어서 서로 다른 상이한 유형의 입자들일 수 있다. 대안으로, 결합 연마물품은 단일 유형의 형상화 연마입자를 포함할 수 있다.
- [0165] 결합 연마재 (1900)는 부형 연마입자들을 나타내는 연마 미립자 소재 (1907)를 포함하고, 이들은 형상화 연마입자들 (1903)과 조성, 2차원 형상, 3차원 형상, 크기, 및 이들의 조합에 있어서 상이하다.
- [0166] 결합 연마재 (1900) 공극 (1908)은 개방 공극, 폐쇄 공극, 및 이들의 조합일 수 있다. 공극 (1908)은 결합 연마재 (1900) 몸체 총 부피 기준으로 주 함량(vol%)으로 존재할 수 있다. 달리, 공극 (1908)은 결합 연마재 (1900) 몸체 총 부피 기준으로 부 함량(vol%)으로 존재할 수 있다. 결합재 (1901)는 결합 연마재 (1900) 몸체 총 부피 기준으로 주 함량(vol%)으로 존재할 수 있다. 달리, 결합재 (1901)는 결합 연마재 (1900) 몸체 총 부피 기준으로 부 함량(vol%)으로 존재할 수 있다. 또한, 연마 미립자 소재 (1902)는 결합 연마재 (1900) 몸체 총 부피 기준으로 주 함량(vol%)으로 존재할 수 있다. 달리, 연마 미립자 소재 (1902)는 결합 연마재 (1900) 몸체 총 부피 기준으로 부 함량(vol%)으로 존재할 수 있다.
- [0167] 도 21은 실시태양에 의한 형상화 연마입자를 도시한 것이다. 도시된 바와 같이, 형상화 연마입자 (2100)는 몸체 (2101)를 가지고, 이는 제1 층 (2102) 및 제1 층 (2102)에 적층되는 제2 층 (2103)을 포함한다. 실시태양에 의하면, 몸체 (2101)는 서로에 대하여 계단 구조로 배열되는 층들 (2102, 2103)을 가진다. 계단 구조는 형상화 연마입자 몸체의 2 이상의 부분들 (예를 들면, 층들) 간의 방위차 정도로 특정된다. 방위차는 하나 이상의 공정 인자들에 의해 제어되거나 예정되고 연마물품으로의 연마입자들 전개 및 연마물품 성능을 개선한다.
- [0168] 계단 구조는 제1 층 (2102)의 제1 가장자리 (2105) 및 제2 층 (2106)의 제2 가장자리 (2106) 사이 최대 측방 거리 (2107)로 정의되는 측방 이동 (2104)에 의해 한정된다. 특히, 몸체 (2101)는 제2 층 (2103) 일부가 제1 층 (2102)에 걸려 있는 계단 구조 (2108)를 보이지만, 그러나 측방 이동 (2104)이 계단 구조 (2108) 측방 거리에 비하여 더 큰 측방 거리 (2107)를 가지므로 이러한 계단 구조는 반드시 몸체 (2101) 측방 이동을 형성하지 않는다. 또한, 도 20B에 기재된 바와 같이, 측방 이동 (2109)은 평면에서 측방 이동 분석이 용이하도록 몸체 (2001) 중점 (2020) 지향 방향으로 제1 층 (2002) 가장자리 및 제2 층 (2003) 가장자리 간의 거리 (2110)로 측정된다. 예를 들면, 측방 이동을 포함한 본원 실시태양들의 임의의 형상들은, 예를 들면, ImageJ 소프트웨어를 포함한 적합한 영상화 소프트웨어를 사용하여 분석될 수 있다.
- [0169] 하나의 실시태양에 따르면, 몸체 (2101)의 측방 거리 (2107)에 의해 정의되는 측방 이동은 몸체 (2101) 길이의 적어도 약 1%이다. 다른 실시태양들에서, 측방 거리 (2107)는 더 크고, 예컨대 몸체 (2101) 길이의 적어도 약 2%, 적어도 약 5%, 적어도 약 8%, 적어도 약 10%, 적어도 약 20%, 적어도 약 25%, 적어도 약 30%, 또는 적어도

약 50%이다. 비-제한적인 또 하나의 실시태양에서, 측방 거리 (2107)는 몸체 (2101) 길이의 약 90% 이하, 예컨대 약 80% 이하, 약 70% 이하, 약 60% 이하, 약 50% 이하, 약 40% 이하, 약 30% 이하, 또는 약 20% 이하이다.

[0170] 본원 실시태양들의 특성들은 형상화 연마입자들의 배치에 기인할 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 형상화 연마입자들의 배치는 필수적이지는 않지만 동일한 형성공정에 의해 제조된 형상화 연마입자들의 그룹일 수 있다. 또 다른 실시예에서, 형상화 연마입자들 배치는 특정 형성방법과는 독립적인 연마물품, 예컨대 고정 연마물품, 더욱 상세하게는 코팅 연마물품의 형상화 연마입자들의 그룹일 수 있다. 예를 들면, 입자들 배치는 상업적 등급 연마제품 형성에 적합한 형상화 연마입자들, 예컨대 적어도 약 20 lbs.의 입자들을 포함한다.

[0171] 또한, 본원 실시태양들의 임의의 특징부들 (예를 들면, 종횡비, 다중 부분들, 다중 층들, 확산 계면들, 두께 차이, 2차원 형상 차이, 기타 등)은 단일 입자, 배치 입자들 시료화 중앙값, 또는 배치 입자들 시료화 분석에 의한 평균값일 수 있다. 명시적으로 언급되지 않는 한, 특성들은 적합한 개수의 배치 입자들의 무작위 시료화를 통한 통계적 유의한 값에 기초하는 중앙값을 언급하는 것으로 간주된다. 특히, 소정의 본원 실시태양들에서, 샘플 크기는 적어도 10, 및 더욱 전형적으로, 적어도 40개의 무작위 선택된 배치 입자들을 포함한다.

[0172] 본원 실시태양들에 기재된 임의의 특징부들은 적어도 형상화 연마입자들 배치 일부에 존재하는 특징부들을 나타낸다. 일부는 총 배치 입자들의 소량 (예를 들면, 50% 미만 및 1% 내지 49% 사이의 임의의 정수), 총 배치 입자들의 주요 함량 (예를 들면, 50% 이상 및 50% 내지 99% 사이의 임의의 정수), 또는 실질적으로 모든 배치 입자들 (예를 들면, 99% 내지 100%)일 수 있다. 배치의 임의의 형상화 연마입자의 하나 이상의 특징부들을 제공함으로써 연마물품에서 입자들 전개가 개선되고 연마물품 성능 또는 사용이 개선된다.

[0173] 미립자 소재 배치 (batch)는 제1 유형의 형상화 연마입자를 포함하는 제1 분량 및 제2 유형의 형상화 연마입자를 포함하는 제2 분량을 포함한다. 배치 내의 제1 분량 및 제2 분량의 함량은 적어도 부분적으로 소정의 공정 인자들에 기초하여 제어된다. 제1 분량 및 제2 분량을 가지는 배치를 제공함으로써 연마물품에서 입자들 전개가 개선되고 연마물품 성능 또는 사용이 개선된다.

[0174] 제1 분량은 다수의 형상화 연마입자들을 포함하고, 각각의 입자는 실질적으로 동일한 형상들 예컨대 동일한 2차원 형상, 실질적으로 유사한 복합 몸체들을 만드는 동일 구조 (예를 들면 동일한 개수 및 배향의 층들)를 가진다. 배치는 다양한 함량의 제1 분량을 포함한다. 예를 들면, 제1 분량은 주요 함량 또는 소량으로 존재할 수 있다. 특정한 경우, 제1 분량은 배치 중 총 분량에 대하여 적어도 약 1%, 예컨대 적어도 약 5%, 적어도 약 10%, 적어도 약 20%, 적어도 약 30%, 적어도 약 40%, 적어도 약 50%, 적어도 약 60%, 적어도 약 70% 존재한다. 또한, 다른 실시태양에서, 배치는 배치 중 총 분량의 약 99% 이하, 예컨대 약 90% 이하, 약 80% 이하, 약 70% 이하, 약 60% 이하, 약 50% 이하, 약 40% 이하, 약 30% 이하, 약 20% 이하, 약 10% 이하, 약 8% 이하, 약 6% 이하, 또는 약 4% 이하의 제1 분량을 포함한다. 배치의 제1 분량 함량은 상기 임의의 최소 비율 및 최대 비율 사이에 있을 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0175] 제2 분량은 다수의 형상화 연마입자들을 포함하고, 제2 분량 중 각각의 형상화 연마입자는 실질적으로 동일한 유형의 2차원 형상을 가진다. 제2 분량은 제1 분량의 다수의 형상화 연마입자들과 비교하여 차별되는 본원 실시태양들의 하나 이상의 형상들을 가질 수 있다. 소정의 실시예들에서, 배치는 제1 분량에 비하여 더욱 소량의 제2 분량을 포함하고, 더욱 상세하게는, 배치 배자들 총 분량에 대하여 소량의 제2 분량을 포함한다. 예를 들면, 배치는 특정 함량의 제2 분량을 포함하고, 예를 들면, 약 40% 이하, 예컨대 약 30% 이하, 약 20% 이하, 약 10% 이하, 약 8% 이하, 약 6% 이하, 또는 약 4% 이하이다. 또한, 적어도 하나의 비-제한적 실시태양에서, 배치는 배치의 총 분량에 대하여 적어도 약 0.5%, 예컨대 적어도 약 1%, 적어도 약 2%, 적어도 약 3%, 적어도 약 4%, 적어도 약 10%, 적어도 약 15%, 또는 적어도 약 20%의 제2 분량을 포함한다. 배치의 제2 분량의 함량은 상기 임의의 최소 비율 및 최대 비율 사이에 있을 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0176] 또한, 대안적 실시태양에서, 배치는 제1 분량에 비하여 더 많은 함량의 제2 분량을 포함하고, 더욱 상세하게는, 배치 입자들의 총 함량에 대하여 주요 함량으로서 제2 분량을 포함한다. 예를 들면, 적어도 하나의 실시태양에서, 배치는 배치의 총 분량에 대하여 적어도 약 55%, 예컨대 적어도 약 60%의 제2 분량을 함유한다.

[0177] 하나의 특정 실시태양에서, 배치는 다수의 형상화 연마입자들을 포함하는 제1 분량을 포함하고, 각각의 입자는 제1 층 및 제1 층에 적층되는 제2 층을 포함하는 몸체를 가진다. 배치는 다수의 형상화 연마입자들을 포함하는 제2 분량을 포함하고, 각각의 입자는 제1 층, 제1 층에 적층되는 제2 층, 및 제1 층 및 제2 층 사이에 개재되는 중간 층을 포함하는 몸체를 가진다. 상기 실시태양은 적어도 제1 및 제2 분량들을 포함하고, 각각의 분량은 다수의 형상화 연마입자들을 포함하고, 상이한 분량의 각각의 입자는 서로 구분되는 적어도 하나의 특징부를 가지

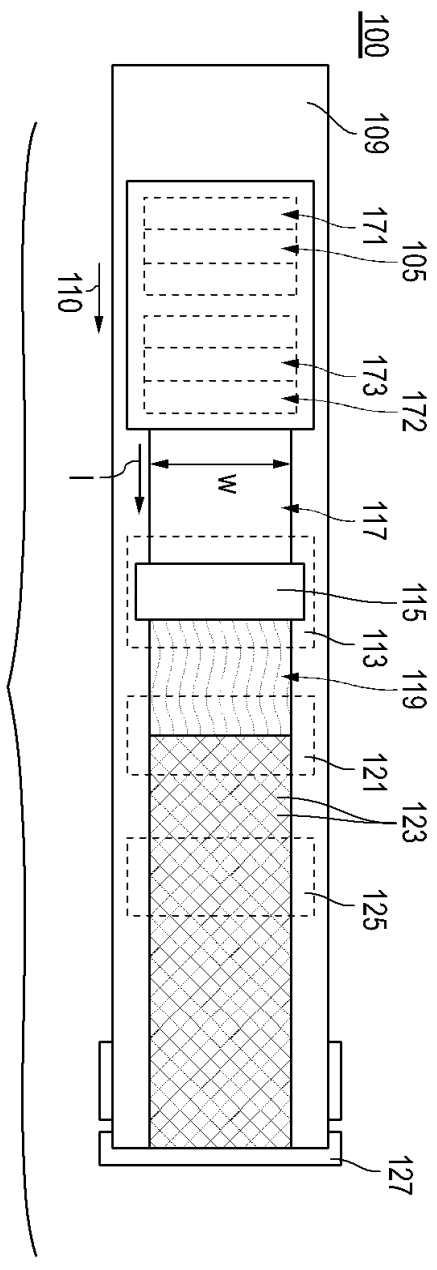
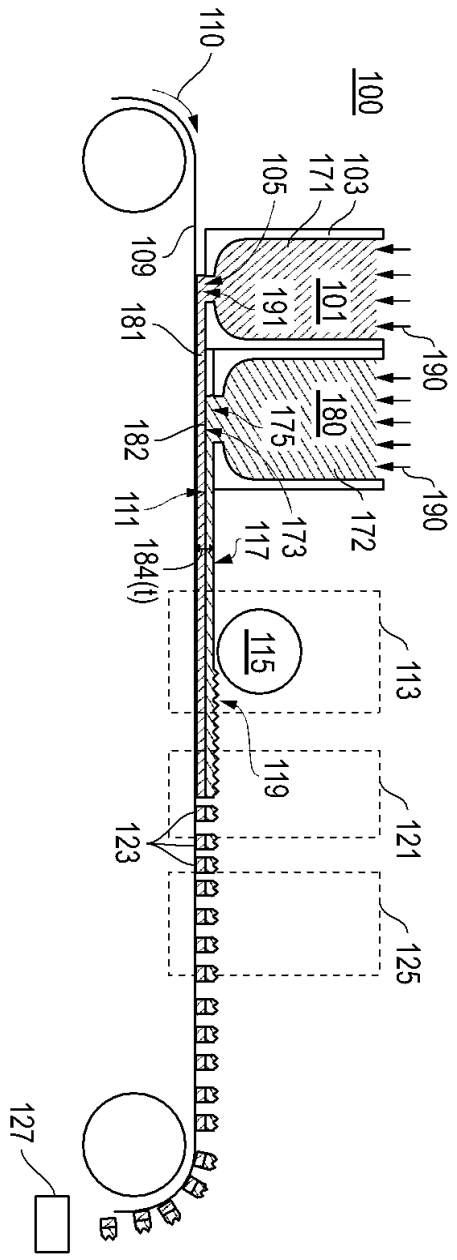
는 다양한 예시적 배치들 중 하나라는 것을 이해하여야 한다.

- [0178] 배치는 다른 분량들 예를 들면 제1 및 제2 분량들 입자들의 형상들과 차별되는 제3 형상을 가지는 다수의 형상화 연마입자들로 구성되는 제2 분량을 포함할 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 배치는 제2 분량 및 제1 분량 대비 다양한 함량의 제3 분량을 포함한다. 제3 분량은 소량 또는 주요 분량으로 존재할 수 있다. 특정한 경우, 제3 분량은 배치의 총 분량에 대하여 약 40% 이하, 예컨대 약 30% 이하, 약 20% 이하, 약 10% 이하, 약 8% 이하, 약 6% 이하, 또는 약 4% 이하 존재한다. 또한, 다른 실시태양들에서 배치는 최소 함량의 제3 분량, 예컨대 적어도 약 1%, 예컨대 적어도 약 5%, 적어도 약 10%, 적어도 약 20%, 적어도 약 30%, 적어도 약 40%, 또는 적어도 약 50%를 포함한다. 배치의 제3 분량의 함량은 상기 임의의 최소 비율 및 최대 비율 사이에 있을 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 또한, 배치는 부형의, 무작위 형상화 연마입자들을 포함할 수 있고, 이들은 본원의 임의의 분량들과 동일 함량으로 존재한다.
- [0179] 실시예
- [0180] Sasol Corporation에서 상업적으로 입수되는 35-46 wt% 베마이트를 포함한 겔 형태의 제1 혼합물을 제조하였다. 상기 혼합물은 물, 및 소량의 질산, 및 유기재료를 더욱 포함한다. 제1 혼합물을 측 길이가 대략 1-2.5 mm인 등변 삼각형-형상화 개구들이 있는 제1 스크린의 개구들로 인쇄하여, 제1 스크린에서 제1 그룹의 전구체 형상화 연마입자들을 형성하였다.
- [0181] 제1 혼합물과 도펀트 전구체의 고체 총 중량에 대하여 대략 1 wt%의 첨가제를 이용하여 겔 형태의 제2 혼합물을 제조하였다. 도펀트 전구체는 Nyacol에서 상업적으로 입수되는 아세테이트 안정화 콜로이드 지르코니아이다. 제2 스크린을 제1 그룹의 전구체 형상화 입자들에 올렸다. 제2 스크린은 측 길이가 대략 1-2.5 mm인 등변 삼각형-형상화 개구들을 가진다. 제2 혼합물을 제2 스크린 개구들 제1 그룹의 전구체 형상화 연마입자들 표면들로 인쇄하였다. 입자들을 건조시킨 후 1300°C 내지 1400°C에서 15 분 내지 1 시간 동안 공기 중 소결하였다.
- [0182] 실시예 1에 따라 입자들이 성형되고 영상 분석을 진행하였다. 도 22는 실시예 1의 실시태양에 따라 형성된 형상화 연마입자의 측면 사진이다. 도시된 바와 같이, 몸체 (2201)는 제1 층 (2202) 및 제1 층 (2202)에 적층되는 제2 층 (2203)을 가진다. 층들 (2202, 2203)은 계단 구조로 배향되고 사진에 도시된 바와 같이 제2 층 (2203) 측 길이로 측정될 때 몸체 길이에 대하여 대략 17%의 측방 이동 거리를 형성한다. 실시예 1에 따라 형성되는 상당 부분의 입자들은 이러한 계단 구조를 보였다.
- [0183] 도 23A 및 23B는 실시예 1에 따라 제조된 형상화 연마입자들의 사진들이다. 도 23A의 형상화 연마입자는 몸체 (2301)를 가지고, 이는 제1 층 (2302) 및 제1 층 (2302)에 적층되는 제2 층 (2303)을 포함한다. 도시된 바와 같이, 몸체 (2301) 두께에 걸쳐 라인 (2300)을 따라 원소 라인 스캔을 수행하여 제2 층 (2303)의 지르코늄-함유 도펀트 재료의 제1 층 (2302)으로의 확산 프로파일을 분석하였다. 특히, 제2 층 (2303)에서, 도면부호 (2304)로 도시되는 도펀트 함량은 도면부호 (2305)로 도시된 제1 층 (2302)에서의 도펀트 함량과는 상당히 다르다. 상세하게는, 제2 층 (2303)에서의 도펀트 함량은 제1 층 (2302)에서의 도펀트 함량보다 상당히 크다.
- [0184] 몸체 (2301)는 제1 층 (2302) 및 제2 층 (2302) 사이 도펀트 농도 계단 함수 차이로 정의되는 확산 계면 (2306)을 포함한다. 일부 도펀트 재료 확산은 제2 층 (2303)에서 제1 층 (2302)으로 진행되지만, 확산 계면은 제1 층 (2302)에서 도면부호 (2305)로 측정되는 지르코늄 함량 대비 제2 층 (2303)에서 도면부호 (2304)에서의 지르코늄 함량 차이를 기초로 명백하다.
- [0185] 도 23B의 형상화 연마입자는 몸체 (2311)를 가지고, 이는 제1 층 (2312) 및 제1 층 (2312)에 적층되는 제2 층 (2313)을 포함한다. 도시된 바와 같이, 몸체 (2311) 두께에 걸쳐 라인 (2310)을 따라 원소 라인 스캔을 수행하여 제2 층 (2313)의 지르코늄-함유 도펀트 재료의 제1 층 (2312)으로의 확산 프로파일을 분석하였다. 특히, 제2 층 (2313)에서, 도면부호 (2314)로 도시되는 도펀트 함량은 도면부호 (2315)로 도시된 제1 층 (2312)에서의 도펀트 함량과는 상당히 다르고, 상세하게는, 도면부호 (2315)로 도시되는 제1 층 (2312)에서의 도펀트 함량보다 상당히 크다. 또한, 몸체 (2311)는 제1 층 (2312) 및 제2 층 (2312) 사이 도펀트 농도 계단 함수 차이로 정의되는 명백한 확산 계면 (2316)을 가진다. 일부 도펀트 재료 확산은 제2 층 (2313)에서 제1 층 (2312)으로 진행되지만, 확산 계면 (2316)은 제1 층 (2312)에서 도면부호 (2315)로 측정되는 지르코늄 함량 대비 제2 층 (2313)에서 도면부호 (2314)에서의 지르코늄 함량 차이를 기초로 명백하다.
- [0186] 본원은 현재 기술과는 차별된다. 업계에서는 형상화 연마입자들이 공정들 예컨대 몰딩 및 스크린 인쇄를 통해 형성될 수 있다는 것을 인지하고 있었지만, 본원 실시태양들의 공정들은 이러한 공정들과는 구별된다. 특히, 본원 실시태양들은 특정 형상들을 가지는 형상화 연마입자의 배치 형성을 용이하도록 공정 특징부들을 조합한다.

또한, 본원 실시태양들의 형상화 연마입자들은, 제한적이지 않지만, 중형비, 조성, 첨가제들, 2차원 형상, 3차원 형상, 계단 구조, 상이한 2차원 형상들, 확산 계면, 상이한 부분들, 층들, 및 영역들에 대한 도펀트 농도 차이, 및 이들의 조합을 포함한 기타 입자들과 구분되는 특정 특징부들의 조합을 포함한다. 실제로, 하나 이상의 이러한 특징부들은 연마물품에서 차별적 전개, 및 또한, 고정 연마제, 예컨대 결합 연마제 또는 코팅 연마제에서의 성능 개선을 가능하게 한다.

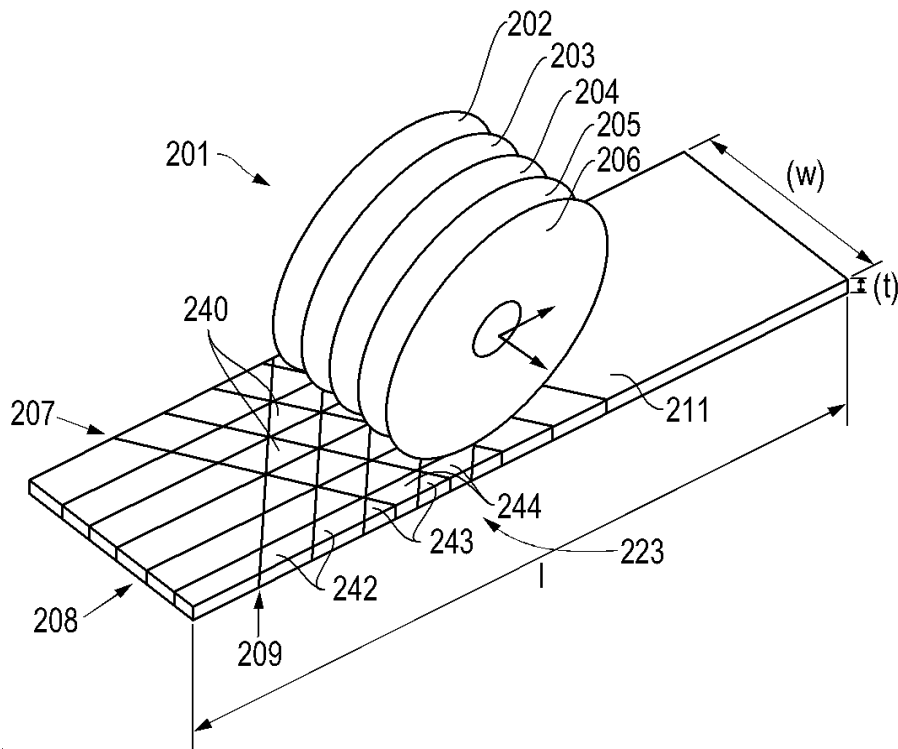
[0187] 개시된 주제는 예시적이고 제한적인 것이 아니며, 첨부된 청구범위는 본 발명의 진정한 범위에 속하는 이러한 모든 변경, 개선 및 기타 실시태양들을 포괄할 의도이다. 따라서, 법이 허용한 최대로, 본 발명의 범위는 청구 범위 및 이의 균등론을 광의로 해석하여 판단되어야 하고 상기 상세한 설명에 제한 또는 한정되어서는 아니된다.

[0188] 특허법에 부합되고 청구범위 및 의미를 해석 또는 한정하는 것이 아니라 이해로 요약서가 제출된다. 또한, 상기된 상세한 설명에서, 다양한 특징부들이 개시의 간소화를 위하여 단일 실시태양에서 집합적으로 함께 설명된다. 청구되는 실시태양들이 각각의 청구항에서 명시적으로 언급되는 것 이상의 특징부들을 필요로 한다는 의도로 이러한 개시가 해석되어서는 아니된다. 오히려, 하기 청구범위에서와 같이, 본 발명의 주제는 개시된 임의의 실시태양의 모든 특징부들보다 적은 것에 관한 것이다. 따라서, 하기 청구범위는 상세한 설명에 통합되고, 각각의 청구항은 그 자체로 청구되는 주제를 별개로 정의하는 것이다.

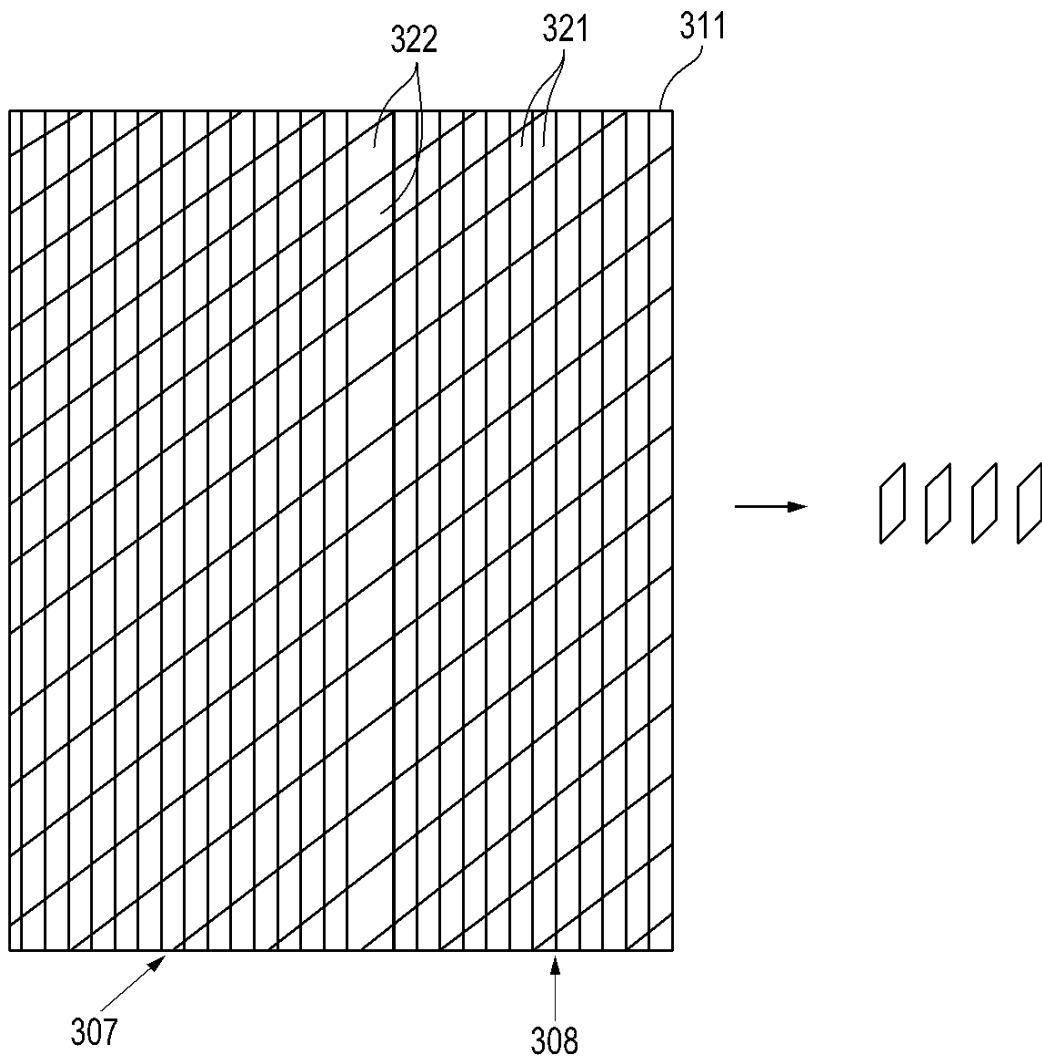


도면  
도면1

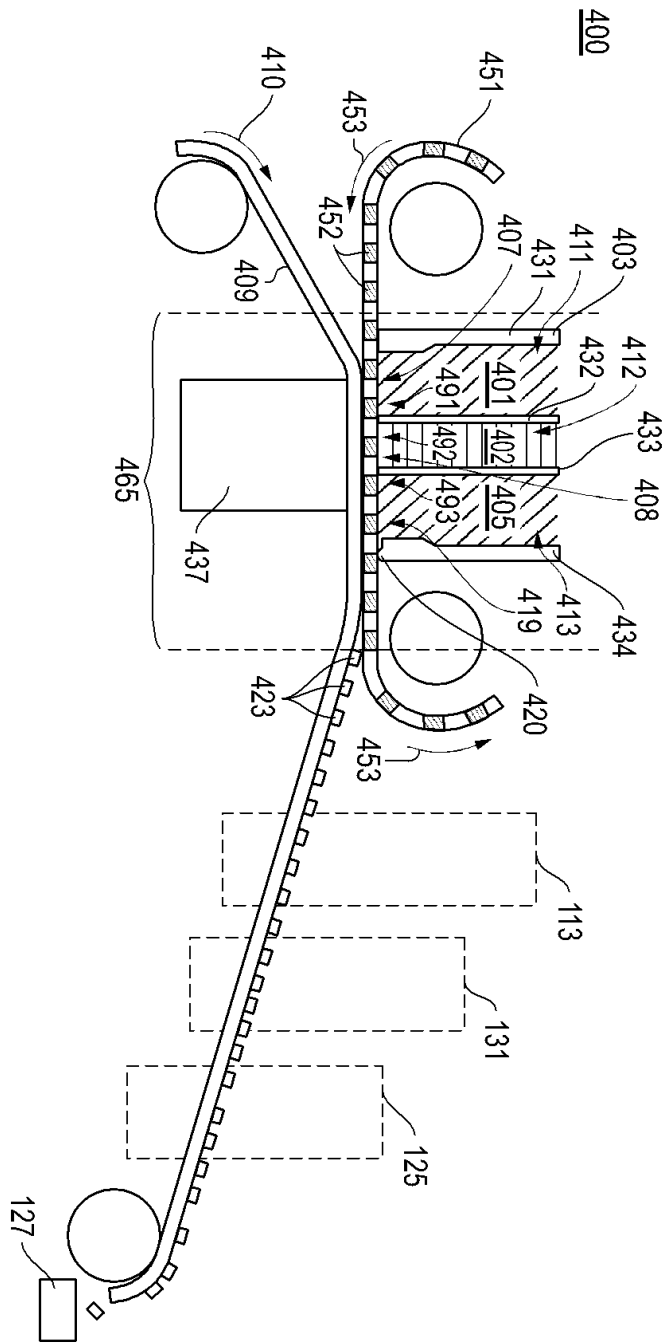
도면2



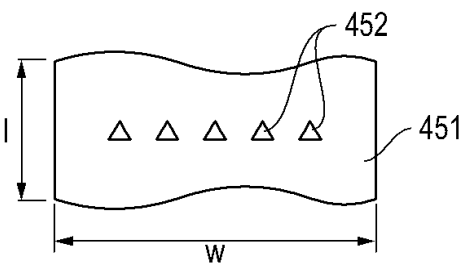
도면3



도면4a

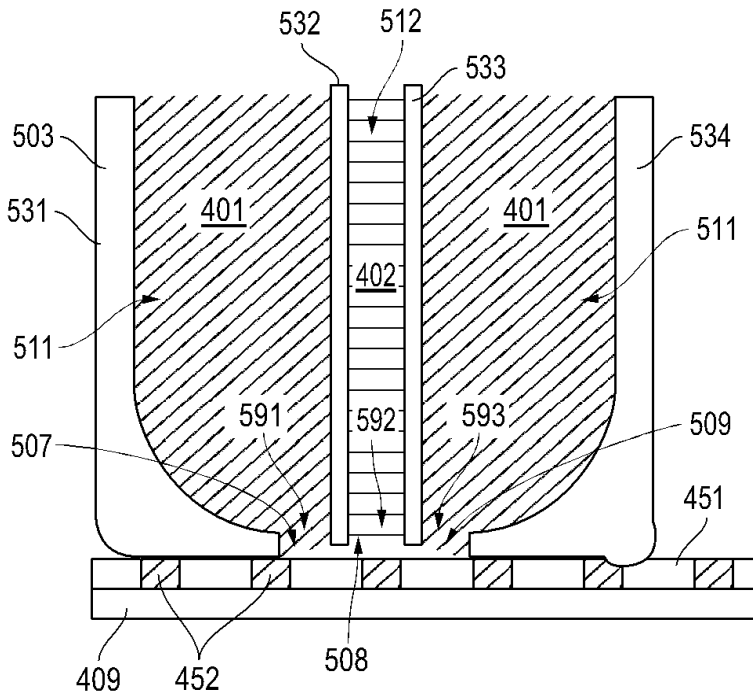


도면4b

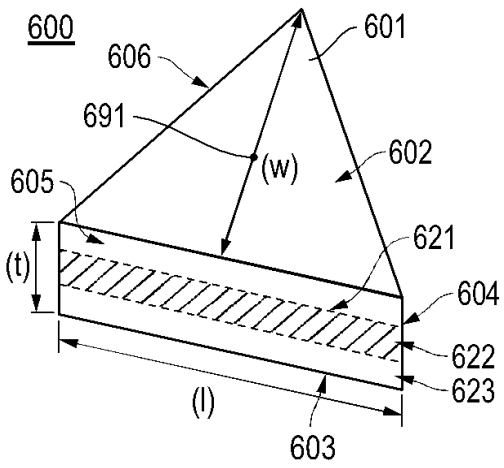




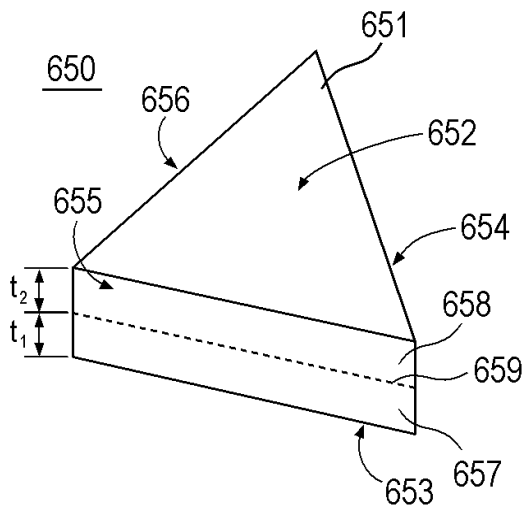
도면5



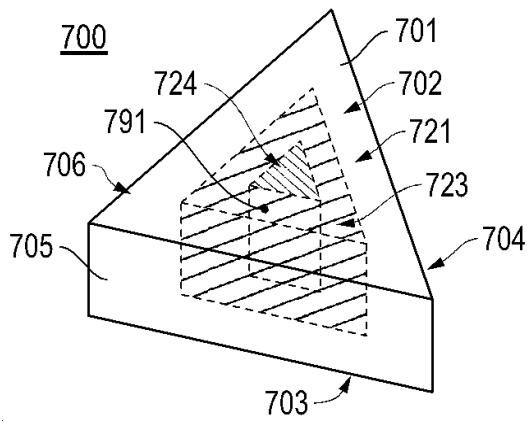
도면6a



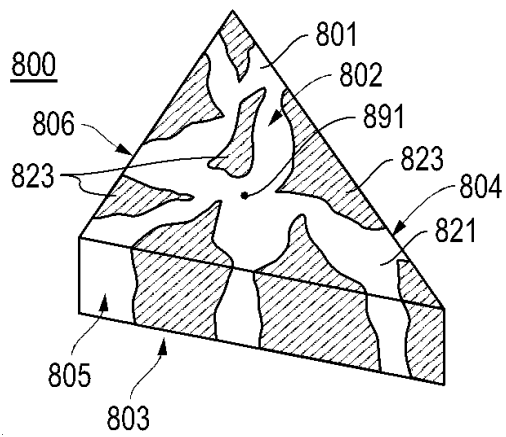
도면6b



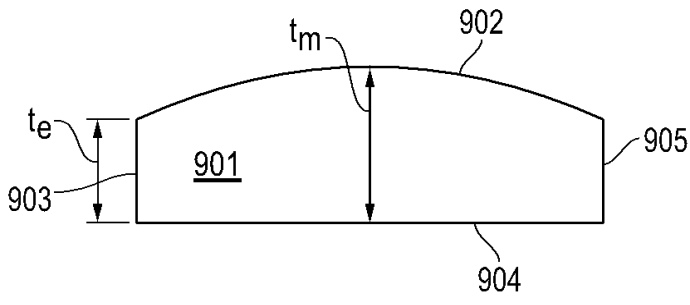
도면7



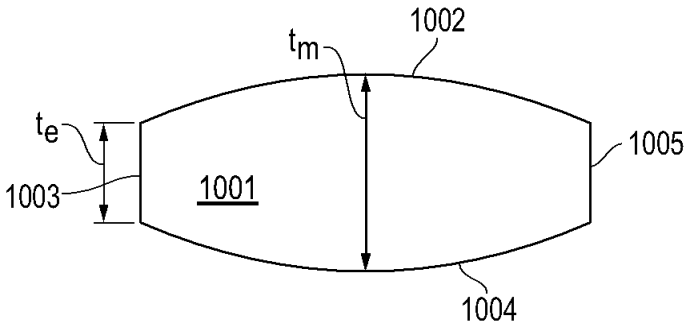
도면8



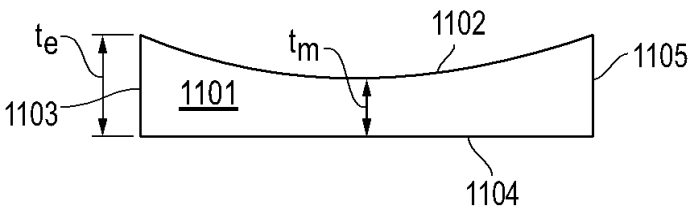
도면9



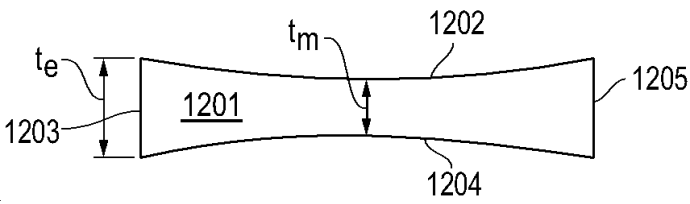
도면10



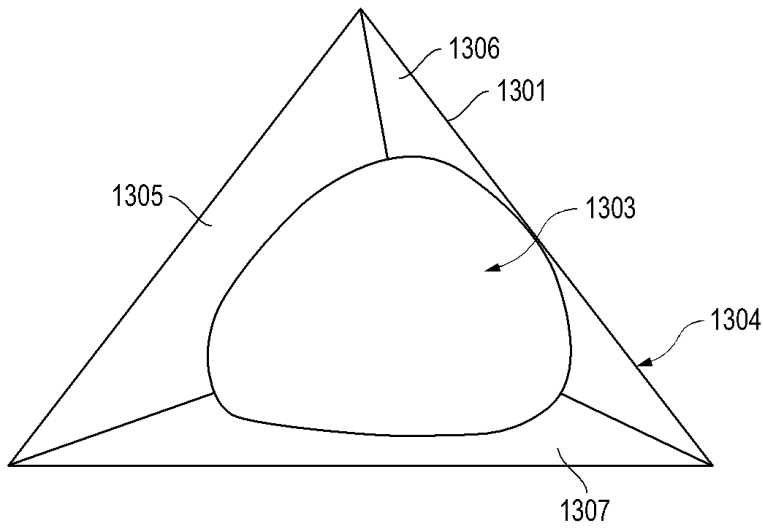
도면11



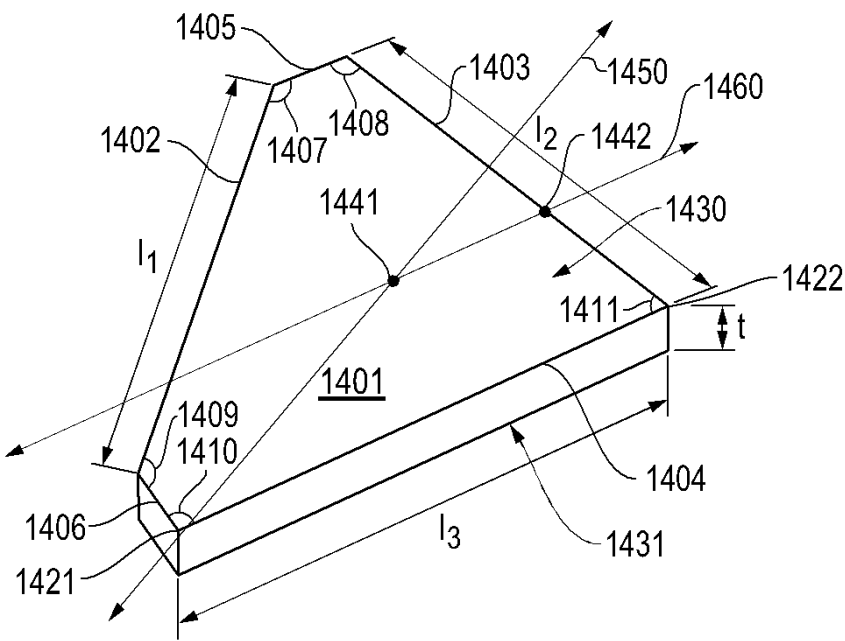
도면12



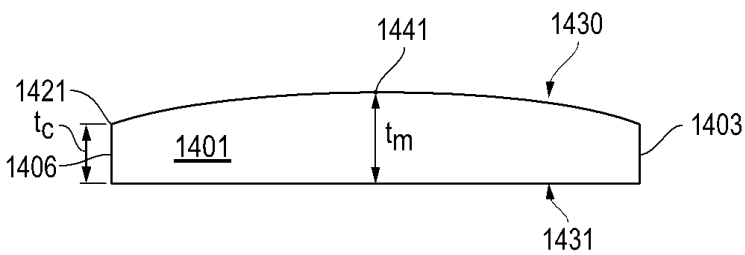
도면13



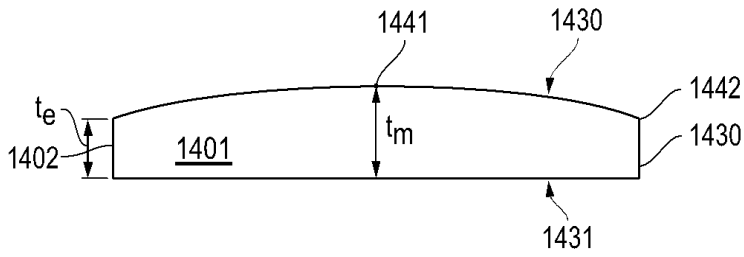
도면14a



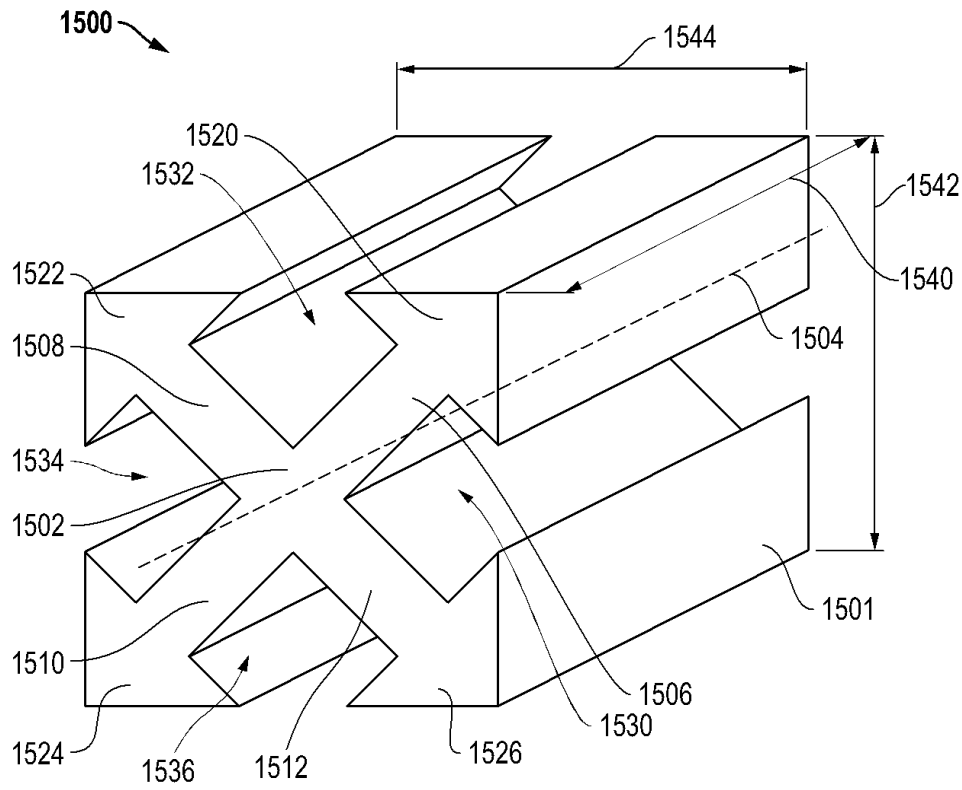
도면14b



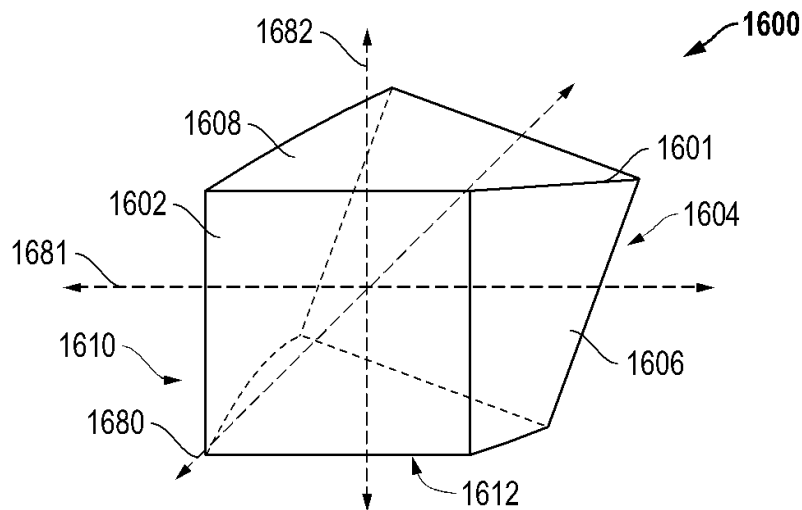
도면14c



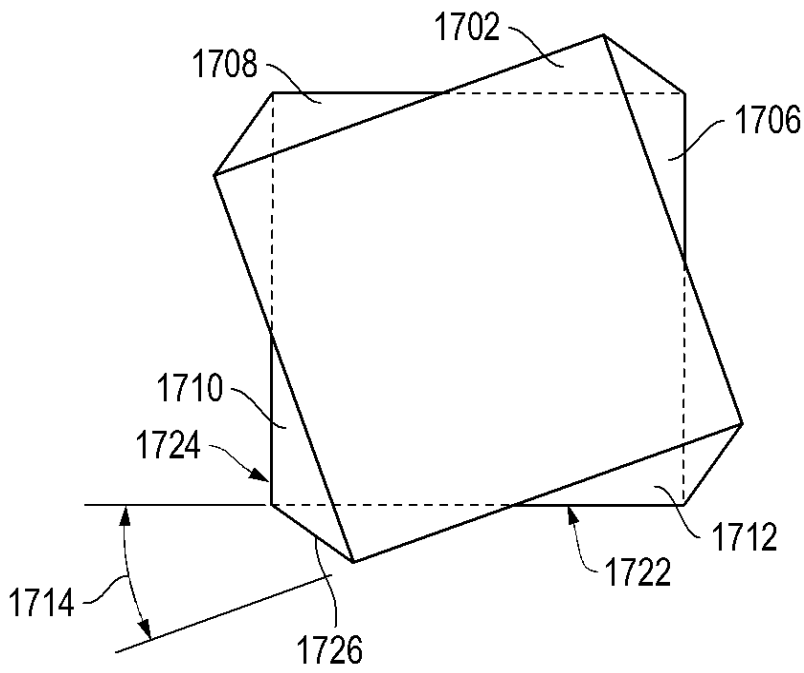
도면15



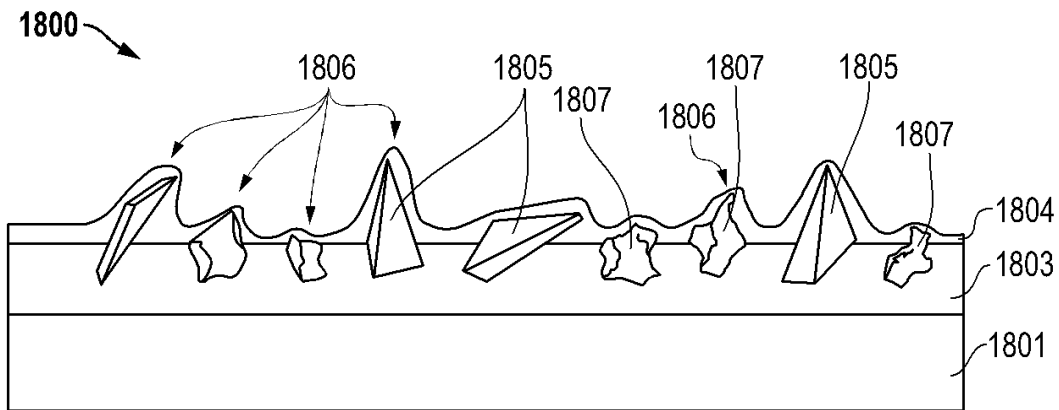
도면16



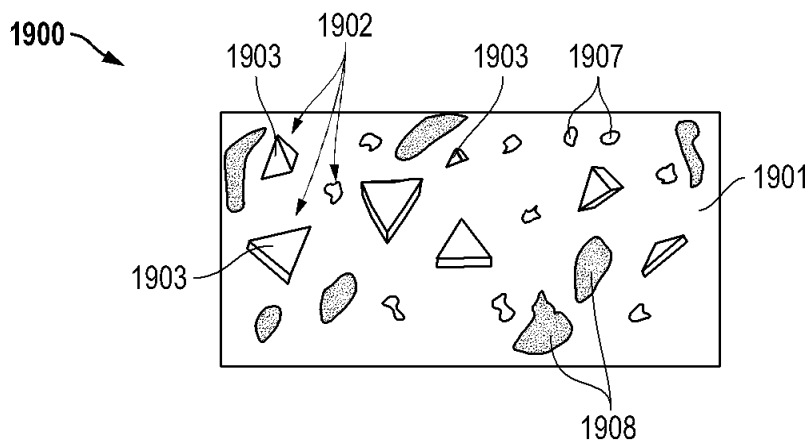
도면17



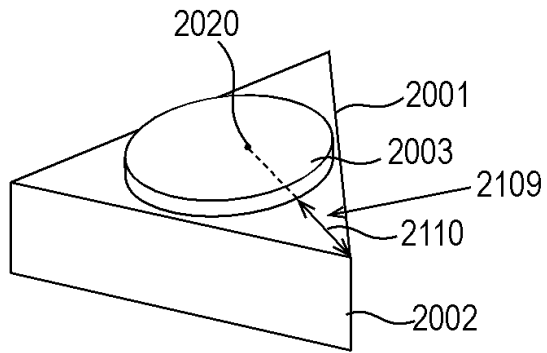
도면18



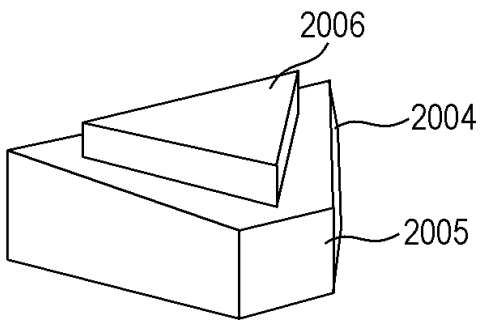
도면19



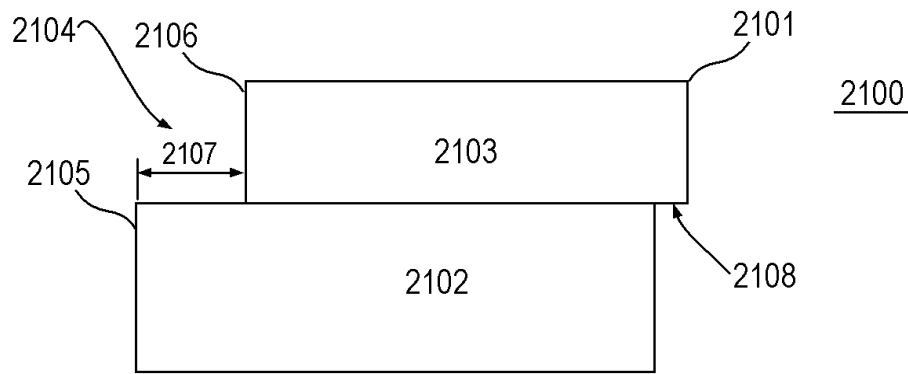
도면20a



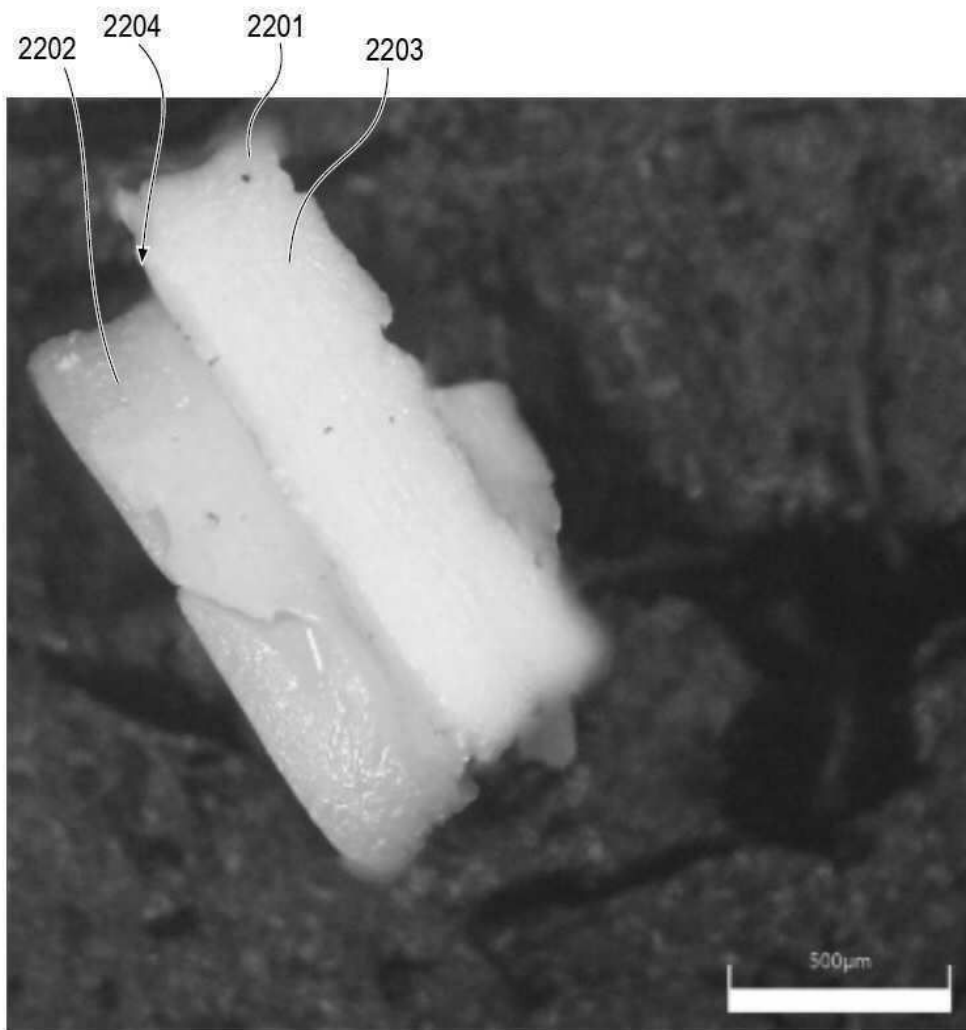
도면20b



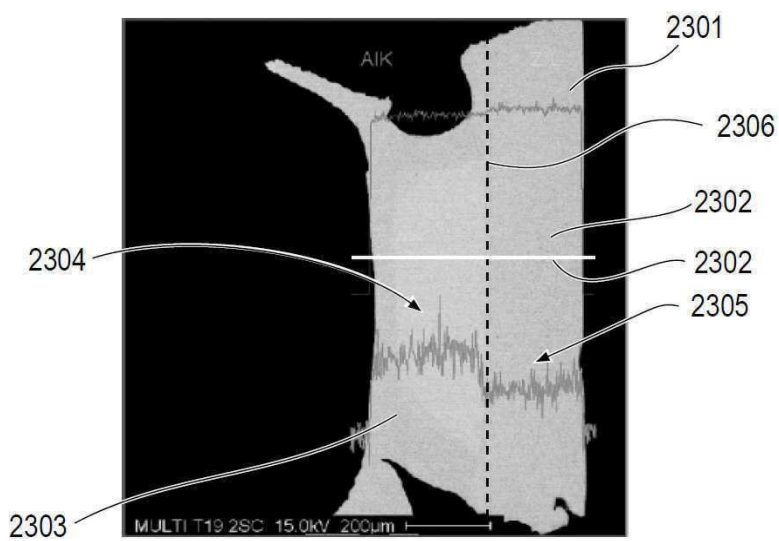
도면21



도면22



도면23a





도면23b

