



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년11월30일
(11) 등록번호 10-1681341
(24) 등록일자 2016년11월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 3/14 (2006.01) B24D 3/00 (2006.01)
C09C 1/68 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7016325
(22) 출원일자(국제) 2009년12월01일
심사청구일자 2014년09월24일
(85) 번역문제출일자 2011년07월14일
(65) 공개번호 10-2011-0099736
(43) 공개일자 2011년09월08일
(86) 국제출원번호 PCT/US2009/066205
(87) 국제공개번호 WO 2010/077519
국제공개일자 2010년07월08일
(30) 우선권주장
12/337,075 2008년12월17일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020060087582 A*
EP0656319 A
US5593467 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

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

전체 청구항 수 : 총 3 항

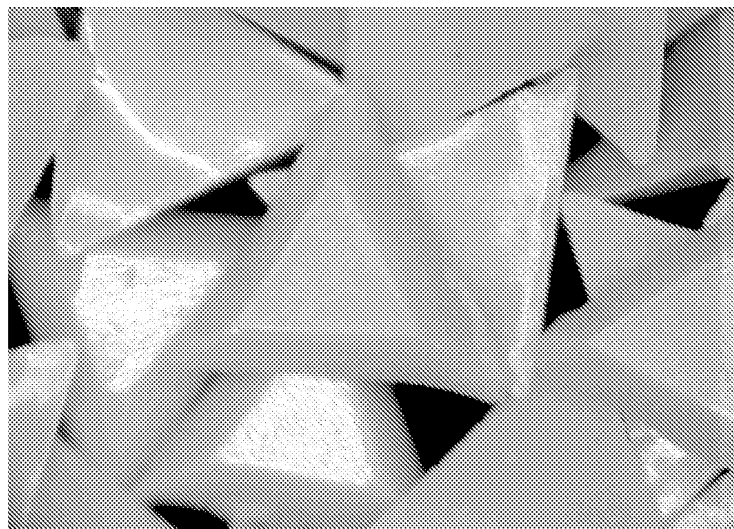
심사관 : 정현아

(54) 발명의 명칭 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자

(57) 요약

연마 입자는 각각 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자를 포함하며, 성형된 연마 입자의 각각은 알과 알루미늄나
를 포함하고 두께 t 만큼 이격된 제1 면 및 제2 면을 갖는다. 성형된 연마 입자는, 제2 면과 경사진 측벽 사이
의 드래프트각 α - 드래프트각 α 는 약 95도 내지 약 130도임 -, 또는 제1 면과 제2 면 사이의 반경 R 을 갖는
경사진 측벽 - 반경 R 은 두께 t 의 약 0.5 내지 약 2배임 - 중 어느 하나를 추가로 포함한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

쿨러 스콧 알

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

보텐 존 티

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

하스 존 디

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

명세서

청구범위

청구항 1

연마 입자로서,

각각 경사진 측벽을 갖는 성형된(shaped) 연마 입자

를 포함하고,

성형된 연마 입자 각각은 알파 알루미나(alpha alumina)를 포함하고 두께 t 만큼 이격된 제1 면 및 제2 면을 갖고,

성형된 연마 입자는,

제2 면과 경사진 측벽 사이의 드래프트각(draft angle) α - 드래프트각 α 는 95도 내지 130도임 -, 또는

제1 면과 제2 면 사이의 반경 R 을 갖는 경사진 측벽 - 반경 R 은 두께 t 의 0.5 내지 2배임 -

중 어느 하나를 추가로 포함하는, 연마 입자.

청구항 2

제1항에 있어서, 제1 면 및 제2 면의 주변부(perimeter)는 삼각형의 형상을 포함하는, 연마 입자.

청구항 3

제2항에 있어서, 드래프트각 α 는 95도 내지 120도인, 연마 입자.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

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

발명의 설명

배 경 기 술

[0001] 연마 입자 및 이 연마 입자로 만들어진 연마 용품은 상품의 제조과정에서 다양한 재료 및 표면을 마모시키거나, 마무리하거나 또는 연삭하는 데 유용하다. 그렇기 때문에, 연마 입자 및/또는 연마 용품의 비용, 성능 또는 수명을 개선시키려 하는 요구가 계속될 것이다.

[0002] 삼각형의 성형된(shaped) 연마 입자 및 이 삼각형의 성형된 연마 입자를 이용한 연마 용품이 버그(Berg)의 미국 특허 제5,201,916호, 로웬호스트(Rowenhorst)의 미국 특허 제5,366,523호, 및 버그의 미국 특허 제5,984,988호에 개시되어 있다. 일 실시 형태에서, 연마 입자의 형상은 정삼각형을 포함하였다. 삼각형의 성형된 연마 입자는 절삭률(cut rate)이 높은 연마 용품을 제조하는 데 유용하다.

발명의 내용

[0003] 성형된 연마 입자는 일반적으로 불규칙하게 파쇄된 연마 입자보다 뛰어난 성능을 가질 수 있다. 연마 용품의 형상을 제어함으로써 연마 입자의 최종 성능을 제어할 수 있다. 본 발명자는 드래프트각(draft angle)이 약 95도 내지 약 130도인 경사진 측면을 갖는 성형된 연마 입자를 제조함으로써 예기치 않은 몇몇 이점이 발생함을 발견하였다.

[0004] 첫째로, 경사진 측면을 갖는 성형된 연마 입자는 측면의 드래프트각에 대응하는 각도로 코팅된 연마 용품의 베이크 코트(make coat) 상에 놓이는 경향이 있다. 코팅된 연마 용품 내에서 성형된 연마 입자가 놓이는 측면이

드래프트각으로 인해 경사지기 때문에, 90도 이외의 드래프트각은 성형된 연마 입자가 코팅된 연마 용품 내의 배킹(backing)에 대해 90도의 배향을 갖는 대신에 기울어지게 하는 것으로 여겨진다. 성형된 연마 입자는 대부분 성형된 연마 입자가 놓이는 경사진 측벽으로 인해 일측으로 경사지거나 기울기 때문에, 성형된 연마 입자는 배킹에 대해 90도 미만의 배향각(orientation angle)을 갖고 이에 의해 절삭물을 향상시킬 수 있다.

[0005] 둘째로, 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자는 성형된 연마 입자의 여러 측면에 관해 상이한 드래프트각을 가질 수 있다. 예를 들어, 정삼각형은 제1 드래프트각의 제1 측벽, 제2 드래프트각의 제2 측벽, 및 제3 드래프트각의 제3 측벽 - 여기서, 제1, 제2 및 제3 드래프트각은 상이함 - 을 가질 수 있다. 3개의 상이한 측벽 각도를 갖는 성형된 연마 입자로부터 제조된 생성되는 코팅된 연마 용품은 3개의 측벽의 각각에서 놓이는 입자의 균일한 분포를 갖는 경향이 있을 것이다. 그렇기 때문에, 코팅된 연마 용품은 배킹으로부터 성형된 연마 입자의 팁에 관해 3개의 상이한 높이를 갖는 경향이 있을 것이다. 가장 큰 드래프트각을 갖고 메이크 코트와 접촉하는 측벽은 가장 낮은 팁 높이를 가질 것이고, 중간 드래프트각을 갖는 측벽은 중간 팁 높이를 가질 것이며, 가장 작은 드래프트각을 갖는 측벽은 가장 높은 팁 높이를 가질 것이다. 그 결과, 코팅된 연마 용품은 배킹에 대해 3개의 상이한 배향각 및 3개의 상이한 팁 높이를 갖는 성형된 연마 입자를 가질 것이다. 그러한 코팅된 연마 용품은 성형된 연마 입자의 더 큰 팁이 마모되는 경향이 있을 때 공작물과 접촉하게 되는 성형된 연마 입자의 사용되지 않은 더 짧은 팁으로 인해 연마 용품이 마모될 때 더 균일한 절삭 성능을 가질 것이라고 여겨진다.

[0006] 따라서, 일 실시 형태에서, 본 발명은 각각 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자를 포함하며, 성형된 연마 입자의 각각은 알파 알루미나를 포함하고 두께 t 만큼 이격된 제1 면 및 제2 면을 갖는 연마 입자이다. 성형된 연마 입자는, 제2 면과 경사진 측벽 사이의 드래프트각 α - 드래프트각 α 는 약 95도 내지 약 130도임-, 또는 제1 면과 제2 면 사이의 반경 R 을 갖는 경사진 측벽 - 반경 R 은 두께 t 의 약 0.5 내지 약 2배임 - 중 어느 하나를 추가로 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0007] 당업자는 본 개시 내용이 예시적인 실시 형태의 설명일 뿐 본 개시 내용의 보다 넓은 태양들을 제한하려는 것은 아니며, 이 예시적인 구성에서 보다 넓은 태양들이 구현된다는 것을 이해하여야 한다.

<도 1a>

도 1a는 성형된 연마 입자의 일 실시 형태의 평면도.

<도 1b>

도 1b는 도 1a의 성형된 연마 입자의 측면도.

<도 1c>

도 1c는 도 1a의 성형된 연마 입자로부터 제조된 코팅된 연마 용품의 측면도.

<도 2>

도 2는 성형된 연마 입자의 현미경 사진.

<도 3>

도 3은 도 2의 성형된 연마 입자로부터 제조된 코팅된 연마 용품의 상부 표면의 현미경 사진.

<도 4a>

도 4a는 성형된 연마 입자의 다른 실시 형태의 평면도.

<도 4b>

도 4b는 도 4a의 성형된 연마 입자의 측면도.

<도 4c>

도 4c는 도 4a의 성형된 연마 입자로부터 제조된 코팅된 연마 용품의 측면도.

<도 5a>

도 5a는 성형된 연마 입자의 다른 실시 형태의 평면도.

<도 5b>

도 5b는 도 5a의 성형된 연마 입자의 측면도.

<도 5c>

도 5c는 도 5a의 성형된 연마 입자로부터 제조된 코팅된 연마 용품의 측면도.

<도 6>

도 6은 상이한 드래프트각을 갖는 성형된 연마 입자에 관한 절삭률 대 시간의 그래프.

<도 7>

도 7은 상이한 드래프트각을 갖는 성형된 연마 입자에 관한 총 절삭량 대 시간의 그래프.

<도 8>

도 8은 미국 특허 제5,366,523호에 따라 제조된 종래 기술의 연마 입자의 현미경 사진.

<도 9>

도 9는 도 8의 종래 기술의 연마 입자의 단면의 현미경 사진.

<도 10>

도 10은 도 8의 종래 기술의 연마 입자의 단면의 현미경 사진.

<도 11>

도 11은 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자의 단면의 현미경 사진.

본 명세서 및 도면에서 참조 부호를 반복하여 사용하는 것은 본 발명의 동일하거나 유사한 특징 또는 요소를 나타내려는 것이다.

정의

본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "포함하다", "갖다", 및 "함유하다"라는 단어의 형태는 법률적으로 동등하며 제한이 없다. 따라서, 열거한 요소, 작용, 단계 또는 한정 이외에도 추가의 열거되지 않은 요소, 작용, 단계 또는 한정이 존재할 수 있다.

본 명세서에 사용되는 바와 같이, "연마 분산액(abrasive dispersion)"이라는 용어는 주형 공동(mold cavity) 내로 도입되는 알과 알루미늄으로 변환될 수 있는 알과 알루미늄 전구체를 의미한다. 이 조성물은 충분한 휘발성 성분이 제거되어 연마 분산액을 응고시킬 때까지 연마 분산액으로 지칭된다.

본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "전구체 성형된 연마 입자(precursor shaped abrasive particle)"라는 용어는, 주형 공동 내에 있을 때 연마 분산액으로부터 충분한 양의 휘발성 성분을 제거하여, 주형 공동으로부터 제거되고 후속의 처리 작업에서 몰딩된 형상을 실질적으로 유지할 수 있는 응고체를 형성함으로써 생성되는 소결되지 않은 입자를 의미한다.

본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "성형된 연마 입자"라는 용어는 연마 입자의 적어도 일부가, 성형된 전구체 연마 입자를 형성하는 데 사용되는 주형 공동으로부터 복제된 소정의 형상을 갖는 세라믹 연마 입자를 의미한다. (예를 들어, 미국 가출원 제61/016965호에 기재된 것과 같은) 연마 파편의 경우를 제외하고는, 성형된 연마 입자는 일반적으로 성형된 연마 입자를 형성하는 데 사용되는 주형 공동을 실질적으로 복제하는 소정의 기하학적 형상을 가질 것이다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이 성형된 연마 입자는 기계적 파쇄 작업에 의해 얻어지는 연마 입자를 배제한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008]

경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자

[0009]

도 1a, 도 1b 및 도 1c를 참조하면, 예시적인 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)가 도시되어 있다. 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)가 제조되는 재료는 알과 알루미늄을 포함한다. 알과 알루미늄 입자는 나중에 본 명세서에서 논의되는 바와 같이 결화되고, 소정 형상으로 몰딩되며, 그 형상을 유지하도록 건

조되고, 하소되며, 이어서 소결되는 산화알루미늄 일수화물의 분산액으로부터 제조될 수 있다. 성형된 연마 입자의 형상은 결합제(binder)를 필요로 함이 없이 유지되어, 이어서 성형된 구조체로 형성되는 결합제 내의 연마 입자를 포함하는 응집물(agglomerate)을 형성한다.

[0010] 일반적으로, 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)는 제1 면(24) 및 제2 면(26)을 갖고 두께 t 를 갖는 얇은 본체를 포함한다. 제1 면(24) 및 제2 면(26)은 적어도 하나의 경사진 측벽(22)에 의해 서로 연결된다. 일 실시 형태에서, 1개 초과인 경사진 측벽(22)이 존재할 수 있으며, 각각의 경사진 측벽(22)에 관한 기울기 또는 각도는 도 1a에 도시된 바와 같이 동일하거나 도 4a에 도시된 바와 같이 상이할 수 있다.

[0011] 일부 실시 형태에서, 제1 면(24)은 실질적으로 평탄하거나, 제2 면(26)은 실질적으로 평탄하거나, 또는 둘 모두의 면이 실질적으로 평탄하다. 대안적으로, 면은 2008년 12월 17일자로 출원되고 대리인 문서 번호가 64716US002이며 발명의 명칭이 "리세스된 표면을 갖는 접시형 연마 입자(Dish-Shaped Abrasive Particles With A Recessed Surface)"인 공개류 중의 미국 출원 제12/336,961호에 더 상세하게 논의되는 바와 같이 오픈하거나 볼록할 수 있다. 추가로, 2008년 12월 17일자로 출원되고 대리인 문서 번호가 64765US002이며 발명의 명칭이 "개구를 갖는 성형된 연마 입자(Shaped Abrasive Particles With An Opening)"인 공개류 중의 미국 출원 제12/337,112호에 더 상세하게 논의되는 바와 같이 면을 관통하는 개구 또는 개구부가 존재할 수 있다.

[0012] 일 실시 형태에서, 제1 면(24) 및 제2 면(26)은 실질적으로 서로 평행하다. 다른 실시 형태에서, 제1 면(24) 및 제2 면(26)은 하나의 면이 다른 면에 대해서 경사지고 각각의 면에 접하는 가상선이 점에서 교차하도록 비평행할 수 있다. 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)의 경사진 측벽(22)은 가변일 수 있으며, 일반적으로 제1 면(24) 및 제2 면(26)의 주변부(29)를 형성한다. 일 실시 형태에서, 제1 면(24) 및 제2 면(26)의 주변부(29)는 기하학적 형상하도록 선택되며, 제1 면(24) 및 제2 면(26)은 하나의 면이 다른 면보다 큰 상태로 크기가 다르지만 동일한 기하학적 형상을 갖도록 선택된다. 일 실시 형태에서, 제1 면(24)의 주변부(29) 및 제2 면(26)의 주변부(29)는 도시된 삼각형 형상이었다.

[0013] 도 1b 및 도 1c를 참조하면, 성형된 연마 입자(20)의 제2 면(26)과 경사진 측벽(22) 사이의 드래프트각 α 는 각 면의 상대 크기를 변화시키기 위해 달라질 수 있다. 본 발명의 다양한 실시 형태에서, 드래프트각 α 는 대략 95도 내지 대략 130도, 또는 약 95도 내지 약 125도, 또는 약 95도 내지 약 120도, 또는 약 95도 내지 약 115도, 또는 약 95도 내지 약 110도, 또는 약 95도 내지 약 105도, 또는 약 95도 내지 약 100도일 수 있다. 실시예에서 알 수 있는 바와 같이, 드래프트각 α 에 관한 특정 범위가 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자로부터 제조된 코팅된 연마 용품의 연삭 성능의 놀라운 증가를 생성하는 것으로 확인되었다.

[0014] 이제 도 1c를 참조하면, 배킹(42)의 제1 주 표면(41)이 연마층에 의해 덮인 코팅된 연마 용품(40)이 도시되어 있다. 연마층은 메이크 코트(44), 및 메이크 코트(44)에 의해 배킹(42)에 부착되는 경사진 측벽(22)을 갖는 복수의 성형된 연마 입자(20)를 포함한다. 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)를 배킹(42)에 추가로 부착 또는 접촉시키기 위해 사이즈 코트(size coat)(46)가 적용된다.

[0015] 보여지는 바와 같이, 대부분의 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)가 일측으로 경사지거나 기울어져 있다. 그 결과, 대부분의 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)가 배킹(42)의 제1 주 표면(41)에 대해 90도 미만의 배향각 β 를 갖게 된다. 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자를 적용하는 정전 코팅 방법은 입자가 처음에 배킹에 적용될 때 처음에 입자를 90도의 배향각 β 로 배향시키는 경향이 있기 때문에 이 결과는 예기치 않은 것이다. 정전장(electrostatic field)은 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자의 위에 위치된 배킹에 입자를 적용할 때 입자를 수직하게 정렬시키는 경향이 있다. 또한, 정전장은 입자를 90도 배향으로 메이크 코트로 가속 및 밀어 넣는 경향이 있다. 웨브가 뒤집힌 후의 소정 시점에서, 사이즈 코트(46)가 적용되기 전에 또는 적용된 후에, 중력 또는 메이크 및/또는 사이즈 코트의 표면 장력 하에 있는 입자는 기울어져 경사진 측벽(22) 상에서 놓이는 경향이 있다. 메이크 코트 및 사이즈 코트가 경화되고 굳어져 임의의 추가의 회전을 방지하기 전에, 성형된 연마 입자가 기울어져 경사진 측벽(22)에 의해 메이크 코트에 부착되기 위해, 코팅된 연마 용품을 제조하는 공정에서 충분한 시간이 존재한다고 여겨진다. 보여지는 바와 같이, 일단 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자가 적용되어 기울어지게 되면, 성형된 연마 입자의 바로 팁(48)이 대체로 동일한 높이 h 를 갖는다.

[0016] 경사 배향을 추가로 최적화하기 위해, 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자가 개방형 코트 연마층 내의 배킹에 적용된다. 폐쇄형 코트 연마층은 메이커(maker)를 통한 단일 패스(single pass)에서 연마 용품의 메이크 코트에 적용될 수 있는 연마 입자 또는 연마 입자의 블렌드(blend)의 최대 중량으로서 정의된다. 개방형 코트는 적용될 수 있는, 즉 코팅된 연마 용품의 메이크 코트에 적용되는 그램 단위의 최대 중량보다 무게가 덜 나가는 연

마 입자 또는 연마 입자의 블렌드의 양이다. 개방형 코트 연마층은 100% 미만의 연마 입자에 의한 메이크 코트의 피복물로 이어져 도 3에서 가장 잘 볼 수 있는 바와 같이 입자들 사이에 개방 영역 및 눈에 보이는 수지층을 남겨둘 것이다. 본 발명의 다양한 실시 형태에서, 연마층 내의 퍼센트 개방 영역은 약 10% 내지 약 90% 또는 약 30% 내지 약 80%일 수 있다.

[0017] 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자가 너무 많이 패키징에 적용되는 경우, 메이크 및 사이즈 코트를 경화시키기 전에 입자가 기울어지거나 경사지게 하기에 불충분한 입자들 사이의 공간이 존재할 것으로 여겨진다. 본 발명의 다양한 실시 형태에서, 개방형 코트 연마층을 갖는 코팅된 연마 용품 내의 50%, 60%, 70%, 80% 또는 90% 초과 of 성형된 연마 입자가 90도 미만의 배향각 β 를 갖고 기울어지거나 경사진다.

[0018] 이론에 의해 구애되고자 함이 없이, 90도 미만의 배향각 β 는 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자의 절삭 성능을 향상시키는 것으로 여겨진다. 놀랍게도, 이 결과는 코팅된 연마 용품 내의 Z축 둘레에서의 성형된 연마 입자의 회전 배향에 무관하게 발생하는 경향이 있다. 도 1c는 모든 입자가 동일한 방향으로 정렬되어 있는 것을 보여주도록 이상화되어 있지만, 실제 코팅된 연마 디스크는 도 3에서 가장 잘 볼 수 있는 바와 같이 랜덤하게 분포되어 회전되는 입자를 가질 것이다. 연마 디스크가 회전중이고 성형된 연마 입자가 랜덤하게 분포되기 때문에, 이웃하는 성형된 연마 입자가 공작물이 성형된 연마 입자의 이면 및 제1 면(24)에 충돌하는 상태로 정확히 180도 회전될 수 있는 동안 일부 성형된 연마 입자는 공작물이 처음에 제2 면(26)에 충돌하는 상태로 90도 미만의 배향각 β 로 공작물 내로 밀어 넣어질 것이다. 입자의 랜덤한 분포 및 디스크의 회전에 의해, 성형된 연마 입자의 절반 미만은 처음에 제1 면(24) 대신에 제2 면(26)에 충돌하는 공작물을 가질 수 있다. 그러나, 한정된 회전의 방향 및 공작물과의 한정된 접촉 지점을 갖는 연마 벨트의 경우, 각각의 성형된 연마 입자가 90도 미만의 배향각 β 로 움직이는 것 그리고 도 1c에 이상화되어 있는 바와 같이 우선 공작물이 제2 면(26) 내로 밀어 넣어지는 것을 보장하기 위해 벨트 상의 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자를 정렬시키는 것이 가능할 수 있다. 본 발명의 다양한 실시 형태에서, 코팅된 연마 용품의 연마층 내의 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자의 적어도 대부분에 관한 배향각 β 는 약 50도 내지 약 85도, 또는 약 55도 내지 약 85도, 또는 약 60도 내지 약 85도, 또는 약 65도 내지 약 85도, 또는 약 70도 내지 약 85도, 또는 약 75도 내지 약 85도, 또는 약 80도 내지 약 85도일 수 있다.

[0019] 이제 도 2 및 도 3을 참조하면, 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)의 현미경 사진이 도시되어 있다. 도 3에서 드래프트각 α 는 대략 120도이고 성형된 연마 입자는 정삼각형을 포함하였다. 각 삼각형의 변은 더 큰 제1 면(24)의 주변부에서 대략 1.6 mm로 측정되었다. 성형된 연마 입자는 두께가 대략 0.38 mm였다. 도 2의 성형된 연마 입자로부터 제조된 생성되는 코팅된 연마 디스크의 표면이 도 3에 도시되어 있다. 보여지는 바와 같이, 대부분의 성형된 연마 입자는 경사진 측벽들 중 하나 상에서 메이크 코트에 놓여 있다. 도 3의 코팅된 연마 용품의 연마층 내의 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자의 대부분에 관한 배향각 β 는 대략 60도이다.

[0020] 도 4a 내지 도 4c를 참조하면, 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)의 제2 실시 형태가 도시되어 있다. 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)가 제조되는 재료는 알과 알루미늄을 포함한다. 알과 알루미늄 입자는 나중에 본 명세서에서 논의되는 바와 같이 겔화되고, 소정 형상으로 몰딩되며, 그 형상을 유지하도록 건조되고, 하소되며, 이어서 소결되는 산화알루미늄 일수화물의 분산액으로부터 제조될 수 있다. 성형된 연마 입자의 형상은 결합제(binder)를 필요로 함이 없이 유지되어, 이어서 성형된 구조체로 형성되는 결합제 내의 연마 입자를 포함하는 응집물(agglomerate)을 형성한다.

[0021] 일반적으로, 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)는 제1 면(24) 및 제2 면(26)을 갖고 두께 t 를 갖는 얇은 본체를 포함한다. 제1 면(24) 및 제2 면(26)은 적어도 제1 드래프트각(52)을 갖는 제1 경사진 측벽(50)에 의해 그리고 제1 드래프트각과 상이한 값이 되도록 선택된 제2 드래프트각(56)을 갖는 제2 경사진 측벽(54)에 의해 서로 연결된다. 도시된 실시 형태에서, 제1 및 제2 면은 또한 다른 2개의 드래프트각 중 어느 하나와 상이한 값인 제3 드래프트각(60)을 갖는 제3 경사진 측벽(58)에 의해 연결된다.

[0022] 도시된 실시 형태에서, 제1, 제2 및 제3 드래프트각은 모두 서로 상이한 값이다. 예를 들어, 제1 드래프트각(52)은 120도일 수 있고, 제2 드래프트각(56)은 110도일 수 있으며, 제3 드래프트각(60)은 100도일 수 있다. 3개의 상이한 드래프트각을 갖는 성형된 연마 입자로부터 제조된, 도 4c에 도시된 바와 같은 생성되는 코팅된 연마 용품(40)은 3개의 상이한 경사진 측벽의 각각에서 놓이는 성형된 연마 입자의 균일한 분포를 갖는 경향이 있을 것이다. 그렇기 때문에, 코팅된 연마 용품은 패키징으로부터 성형된 연마 입자의 틱(48)에 관해 3개의 상이한 높이를 갖는 경향이 있을 것이다. 가장 큰 드래프트각을 갖고 메이크 코트와 접촉하는 제1 경사진 측벽(50)은

가장 낮은 팁 높이 h_1 을 가질 것이며, 중간 드래프트각을 갖는 제2 경사진 측벽(54)은 중간 팁 높이 h_2 를 가질 것이며, 가장 작은 드래프트각을 갖는 제3 경사진 측벽(58)은 가장 높은 팁 높이 h_3 를 가질 것이다. 그 결과, 코팅된 연마 용품은 배킹에 대해 3개의 상이한 배향각 β 및 3개의 상이한 팁 높이를 갖는 성형된 연마 입자를 가질 것이다. 그러한 코팅된 연마 용품은 성형된 연마 입자의 더 큰 팁이 마모되어 무더지는 경향이 있을 때 공작물과 접촉하게 되는 성형된 연마 입자의 사용되지 않은 더 짧은 팁으로 인해 연마 용품이 마모될 때 더 균일한 절삭 성능을 가질 것이라고 여겨진다.

[0023] 일부 실시 형태에서, 제1 면(24)은 실질적으로 평탄하거나, 제2 면(26)은 실질적으로 평탄하거나, 또는 둘 모두의 면이 실질적으로 평탄하다. 대안적으로, 면은 2008년 12월 17일자로 출원되고 대리인 문서 번호가 64716US002이며 발명의 명칭이 "리세스된 표면을 갖는 접시형 연마 입자"인 공개류 중의 미국 출원 제 12/336,961호에 더 상세하게 논의되는 바와 같이 오목하거나 볼록할 수 있다. 추가로, 2008년 12월 17일자로 출원되고 대리인 문서 번호가 64765US002이며 발명의 명칭이 "개구를 갖는 성형된 연마 입자"인 공개류 중의 미국 출원 제 12/337,112호에 더 상세하게 논의되는 바와 같이 면을 관통하는 개구 또는 개구부가 존재할 수 있다.

[0024] 일 실시 형태에서, 제1 면(24) 및 제2 면(26)은 실질적으로 서로 평행하다. 다른 실시 형태에서, 제1 면(24) 및 제2 면(26)은 하나의 면이 다른 면에 대해서 경사지고 각각의 면에 접하는 가상선이 점에서 교차하도록 비평행할 수 있다. 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)의 제1, 제2 및 제3 경사진 측벽은 가변일 수 있으며, 일반적으로 제1 면(24) 및 제2 면(26)의 주변부(29)를 형성한다. 일 실시 형태에서, 제1 면(24) 및 제2 면(26)의 주변부(29)는 기하학적 형상으로도 선택되며, 제1 면(24) 및 제2 면(26)은 하나의 면이 다른 면보다 큰 상태로 크기가 다르지만 동일한 기하학적 형상을 갖도록 선택된다. 일 실시 형태에서, 제1 면(24)의 주변부(29) 및 제2 면(26)의 주변부(29)는 도시된 삼각형 형상이었다.

[0025] 도 4b 및 도 4c를 참조하면, 성형된 연마 입자(20)의 각각의 경사진 측벽과 제2 면(26) 사이의 제1, 제2 및 제3 드래프트각은 드래프트각들 중 적어도 2개가 상이한 값이도록 그리고 바람직하게는 3개 모두가 상이한 값이도록 달라질 수 있다. 본 발명의 다양한 실시 형태에서, 제1 드래프트각, 제2 드래프트각, 및 제3 드래프트각은 약 95도 내지 약 130도, 또는 약 95도 내지 약 125도, 또는 약 95도 내지 약 120도, 또는 약 95도 내지 약 115도, 또는 약 95도 내지 약 110도, 또는 약 95도 내지 약 105도, 또는 약 95도 내지 약 100도일 수 있다.

[0026] 이제 도 4c를 참조하면, 배킹(42)의 제1 주 표면(41)이 연마층에 의해 덮인 코팅된 연마 용품(40)이 도시되어 있다. 연마층은 메이크 코트(44), 및 메이크 코트(44)에 의해 배킹(42)에 부착되는 제1, 제2 또는 제3 경사진 측벽 중 어느 하나를 갖는 복수의 성형된 연마 입자(20)를 포함한다. 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)를 배킹(42)에 추가로 부착 또는 접착시키기 위해 사이즈 코트(46)가 적용된다.

[0027] 보여지는 바와 같이, 대부분의 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)가 일측으로 경사지거나 기울어져 있다. 그 결과, 제1 실시 형태에 관해서 이전에 논의된 바와 같이 대부분의 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)가 배킹(42)의 제1 주 표면(41)에 대해 90도 미만의 배향각 β 를 갖게 된다.

[0028] 경사 배향을 추가로 최적화하기 위해, 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자가 개방형 코트 연마층 내의 배킹에 적용된다. 개방형 코트 연마층은 100% 미만의 연마 입자에 의한 메이크 코트의 피복물로 이어져 도 3에서 가장 잘 볼 수 있는 바와 같이 연마 입자들 사이에 개방 영역 및 눈에 보이는 수지층을 남겨둘 것이다. 본 발명의 다양한 실시 형태에서, 연마층 내의 퍼센트 개방 영역은 약 10% 내지 약 90% 또는 약 30% 내지 약 80%일 수 있다.

[0029] 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자가 너무 많이 배킹에 적용되는 경우, 메이크 및 사이즈 코트를 경화시키기 전에 입자가 기울어지거나 경사지게 하기에 불충분한 입자들 사이의 공간이 존재할 것으로 여겨진다. 본 발명의 다양한 실시 형태에서, 개방형 코트 연마층을 갖는 코팅된 연마 용품 내의 50%, 60%, 70%, 80% 또는 90% 초과 of 성형된 연마 입자가 90도 미만의 배향각 β 를 갖고 기울어지거나 경사진다.

[0030] 이론에 의해 구애되고자 함이 없이, 90도 미만의 배향각 β 는 앞에서 논의된 바와 같이 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자의 절삭 성능을 향상시키는 것으로 여겨진다. 본 발명의 다양한 실시 형태에서, 코팅된 연마 용품의 연마층 내의 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자의 적어도 대부분에 관한 배향각 β 는 약 50도 내지 약 85도, 또는 약 55도 내지 약 85도, 또는 약 60도 내지 약 85도, 또는 약 65도 내지 약 85도, 또는 약 70도 내지 약 85도, 또는 약 75도 내지 약 85도, 또는 약 80도 내지 약 85도일 수 있다.

[0031] 이제 도 5a 및 도 5b를 참조하면, 본 발명의 제3 실시 형태가 도시되어 있다. 이 실시 형태에서, 경사진 측벽(22)은 도 1a 내지 도 1c에 도시된 실시 형태에 관한 드래프트각 α 대신에 반경 R에 의해 한정된다. 반경 R에

의해 한정되는 경사진 측벽(22)은 또한 도 5c에 도시된 바와 같이 코팅된 연마 용품을 형성할 때 성형된 연마 입자(20)를 기울어지거나 경사지게 하는 것으로 확인되었다. 연삭 시험은 각 삼각형의 변이 더 큰 제1 면(24)의 주변부에서 대략 1.6 mm로 측정되는 정삼각형을 포함하고 두께가 대략 0.38 mm인 성형된 연마 입자가 120도의 드래프트각 또는 0.51 mm의 반경 R에서 동일한 절삭 성능을 갖는다는 것을 보여주었다. 본 발명의 다양한 실시 형태에서, 반경 R은 성형된 연마 입자의 두께 t의 약 0.5 내지 약 2배일 수 있다.

[0032] 제2 실시 형태에서와 같이, 반경 R은 성형된 연마 입자가 코팅된 연마 용품 내에서 다양한 각도로 기울어지거나 경사지도록 측벽의 각각에 대해서 달라질 수 있다.

[0033] 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자가 너무 많이 패키징에 적용되는 경우, 메이크 및 사이즈 코트를 경화시키기 전에 입자가 기울어지거나 경사지게 하기에 불충분한 입자들 사이의 공간이 존재할 것으로 여겨진다. 본 발명의 다양한 실시 형태에서, 개방형 코트 연마층을 갖는 코팅된 연마 용품 내의 50%, 60%, 70%, 80% 또는 90% 초과인 성형된 연마 입자가 90도 미만의 배향각 β 를 갖고 기울어지거나 경사진다.

[0034] 제1 실시 형태, 제2 실시 형태, 또는 제3 실시 형태 중 어느 하나의 경우에, 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)는 다양한 3차원 형상을 가질 수 있다. 주변부(29)의 기하학적 형상은 삼각형, 직사각형, 원형, 타원형, 별 형상, 또는 다른 규칙 또는 불규칙 다각형의 형상일 수 있다. 일 실시 형태에서 정삼각형이 사용되며, 다른 실시 형태에서 이등변 삼각형이 사용된다. 본 발명의 목적을 위해, 실질적으로 삼각형의 형상은 또한 변들 중 하나 이상이 아치형일 수 있고 그리고/또는 삼각형의 팁이 아치형일 수 있는 3변형 다각형을 포함한다.

[0035] 추가로, 성형된 연마 입자의 다양한 경사진 측벽이 동일한 드래프트각 또는 상이한 드래프트각을 가질 수 있다. 또한, 측벽들 중 하나가 약 95도 이상의 드래프트각을 갖는 경사진 측벽인 한 90도의 드래프트각이 하나 이상의 측벽에 사용될 수 있다.

[0036] 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자(20)는 다양한 체적 종횡비(volumetric aspect ratio)를 가질 수 있다. 체적 종횡비는 체적의 중심을 통과하는 최대 단면적을, 중심을 통과하는 최소 단면적으로 나눈 비로서 정의된다. 일부 형상의 경우, 최대 또는 최소 단면적은 그 형상의 외부 기하학적 형상에 대해 기울어지거나, 비스듬하거나, 경사진 평면일 수 있다. 예를 들어, 구는 1.000의 체적 종횡비를 갖는 반면 정육면체는 1.414의 체적 종횡비를 가질 것이다. 각 변이 길이 A와 같고 균일한 두께가 A와 같은 정삼각형 형태의 성형된 연마 입자는 1.54의 체적 종횡비를 가질 것이며, 균일한 두께가 0.25A까지 감소되면, 체적 종횡비는 2.64까지 증가된다. 더 큰 체적 종횡비를 갖는 성형된 연마 입자가 향상된 절삭 성능을 갖는 것으로 여겨진다. 본 발명의 다양한 실시 형태에서, 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자에 관한 체적 종횡비는 약 1.15 초과, 또는 약 1.50 초과, 또는 약 2.0 초과, 또는 약 1.15 내지 약 10.0, 또는 약 1.20 내지 약 5.0, 또는 약 1.30 내지 약 3.0일 수 있다.

[0037] 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자는 성형된 연마 입자의 첨단부 또는 코너에서 훨씬 더 작은 곡률 반경을 가질 수 있다. 로웬호스트 등의 미국 특허 제5,366,523호에 개시되고 도 8에 도시된 정삼각형의 성형된 연마 입자는 평균 팁 반경에 대해서 103.6 마이크로미터의 삼각형의 꼭지점에 관한 곡률 반경(꼭지점 주변의 일 변으로부터 다음의 변까지 측정됨)을 가졌다. 곡률 반경은 도립 광학 현미경(inverted light microscope)과 인터페 이싱된 클레멕스 이미지 분석(Clemex Image Analysis) 프로그램 또는 다른 적합한 이미지 분석 소프트웨어와 같은 이미지 분석을 이용하여 제1 또는 제2 면의 폴리싱된 단면으로부터 측정될 수 있다. 각각의 삼각형 정점부에 관한 곡률 반경은 100X 배율로 단면에서 보았을 때 각각의 정점부에서 3개의 점을 한정함으로써 평가될 수 있다. 직선 에지로부터 곡선의 시작으로의 천이가 있는 팁의 곡선의 시작점, 팁의 정점부, 및 만곡된 팁으로부터 다시 직선 에지로의 천이부에 점이 배치된다. 이어서 이미지 분석 소프트웨어가 3개의 점(곡선의 시작점, 중간점 및 끝점)에 의해 한정되는 호(arc)를 그리고 곡률 반경을 계산한다. 적어도 30개의 정점부에 관한 곡률 반경이 측정 및 평균되어 평균 팁 반경을 결정한다. 현재의 방법에 의해 제조되는 성형된 연마 입자는 도 2와 도 8을 비교함으로써 가장 잘 알 수 있는 바와 같이 훨씬 더 정밀하게 제조된다. 그렇기 때문에, 성형된 연마 입자에 관한 평균 팁 반경은 훨씬 더 작다. 본 발명에 따라 제조된 성형된 연마 입자에 관한 평균 팁 반경은 19.2 마이크로미터 미만인 것으로 측정되었다. 본 발명의 다양한 실시 형태에서, 평균 팁 반경은 75 마이크로미터 미만, 또는 50 마이크로미터 미만, 또는 25 마이크로미터 미만일 수 있다. 더 예리한 팁이 더 침습성(aggressive)인 절삭을 촉진하여 사용 동안에 성형된 연마 입자의 파쇄가 개선된다고 여겨진다.

[0038] 더 예리한 팁을 갖는 것에 추가하여, 성형된 연마 입자는 훨씬 더 정밀하게 한정된 측벽을 가질 수 있다. 이제 도 9 및 도 10을 참조하면, 도 8의 종래 기술의 성형된 연마 입자의 면을 통해 수직하게 취해진 폴리싱된 단면

의 현미경 사진이 도시되어 있다. 보여지는 바와 같이, 측벽(상부 표면)은 오목하거나 볼록한 경향이 있으며 균일하게 평탄하지 않다. 단면을 취하는 위치에 따라, 동일한 측벽이 하나의 형상으로부터 다른 형상으로 변할 수 있다. 도 10을 참조하면, 전경에서 측벽은 볼록한 반면 배경에서는 오목하다.

[0039] 도 11을 참조하면, 드래프트각이 98도인 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자의 면을 통해 수직하게 취한 폴리싱된 단면이 도시되어 있다. 제1 면(24)(우측의 수직한 표면)은 위에서 언급된 대리인 문서 번호가 64716US002 인 계류중의 특허 출원에 개시된 바와 같이 오목하다. 오목한 표면은 스쿠프(scoop), 스폰 또는 중공형의 그라운드 치젤(ground chisel) 날과 유사하게, 사용 동안에 더 많은 재료를 제거함으로써 연삭 성능을 향상시키는 것으로 생각된다. 제2 면(26)은 실질적으로 평탄하다(좌측의 수직한 표면). 마지막으로, 측벽(상부 표면)은 균일하게 평탄하다. 균일하게 평탄하다라는 것은 측벽이 하나의 면으로부터 다른 면까지 볼록한 영역 또는 하나의 면으로부터 다른 면까지 오목한 영역을 갖지 않고, 적어도 50%, 또는 적어도 75%, 또는 적어도 85% 또는 그 초과와 측벽 표면이 평탄한 것을 의미한다. 단면에서 보여지는 바와 같이, 측벽이 90도의 각도로 절단되고 폴리싱될 때, 실질적으로 선형의 에지가 나타난다(이곳에서 상부의 측벽 표면이 절단된 단면의 전방 표면과 만남). 균일하게 평탄한 측벽은 전형적으로 측벽의 길이를 따라 실질적으로 모든 단면 평면에서 그 실질적으로 선형의 에지를 가질 것이다. 균일하게 평탄한 측벽은 측벽이 제1 면 및 제2 면과 교차하는 더 잘 한정된(더 예리한) 에지를 제공하며, 이는 또한 연삭 성능을 향상시키는 것으로 생각된다.

[0040] 본 발명에 따라 제조된 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)는 연마 용품에 포함되거나 자유로운 형태로 사용될 수 있다. 연마 입자는 일반적으로 사용 전에 소정의 입자 크기 분포로 분류된다. 그러한 분포는 전형적으로 거친 입자에서 미세한 입자까지 일정 범위의 입자 크기를 갖는다. 연마제 분야에서 이 범위는 때때로 "거친", "대조", 및 "미세" 파편으로 지칭된다. 연마제 산업에서 승인된 분류 표준에 따라서 분류된 연마 입자는 수치 한계 내에서 각 공칭 등급에 대한 입자 크기 분포를 규정한다. 그러한 산업 승인 분류 규정(즉, 연마제 산업에서 규정된 공칭 등급)에는 미국 규격 협회(American National Standards Institute, Inc., ANSI) 표준, 연마 제품의 유럽 생산자 연맹(Federation of European Producers of Abrasive Products, FEPA) 표준, 및 일본 공업 규격(Japanese Industrial Standard, JIS) 표준으로 알려진 것들이 포함된다.

[0041] ANSI 등급 명칭(즉, 규정된 공칭 등급)에는 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 600이 포함된다. FEPA 등급 명칭에는 P8, P12, P16, P24, P36, P40, P50, P60, P80, P100, P120, P150, P180, P220, P320, P400, P500, P600, P800, P1000 및 P1200이 포함된다. JIS 등급 명칭에는 JIS8, JIS12, JIS16, JIS24, JIS36, JIS46, JIS54, JIS60, JIS80, JIS100, JIS150, JIS180, JIS220, JIS240, JIS280, JIS320, JIS360, JIS400, JIS600, JIS800, JIS1000, JIS1500, JIS2500, JIS4000, JIS6000, JIS8000 및 JIS10,000이 포함된다.

[0042] 대안적으로, 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)는 ASTM E-11의 "시험 목적용 쇄그물 및 체에 대한 표준 규격"에 따른 미국 표준 시험용 체를 사용하여 공칭 스크린 등급(nominal screened grade)으로 분류될 수 있다. ASTM E-11은 지정된 입자 크기에 따른 재료의 분류를 위해 프레임에 장착된 직조된 쇄그물 매체를 사용하여 시험용 체를 설계하고 구성하기 위한 요건을 규정하고 있다. 전형적인 명칭은 -18+20으로 나타낼 수 있는데, 이는 성형된 연마 입자(20)가 18번 체에 관한 ASTM E-11 규격을 만족시키는 시험용 체를 통과하고 20번 체에 관한 ASTM E-11 규격을 만족하는 시험용 체에 걸려서 유지된다는 것을 의미한다. 일 실시 형태에서, 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)는 입자의 대부분이 18메시 시험용 체를 통과하고 20, 25, 30, 35, 40, 45 또는 50메시 시험용 체에 걸려서 유지될 수 있게 하는 입자 크기를 갖는다. 본 발명의 다양한 실시 형태에서, 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)는 -18+20, -20+25, -25+30, -30+35, -35+40, -40+45, -45+50, -50+60, -60+70, -70+80, -80+100, -100+120, -120+140, -140+170, -170+200, -200+230, -230+270, -270+325, -325+400, -400+450, -450+500 또는 -500+635를 포함하는 공칭 스크린 등급을 가질 수 있다.

[0043] 일 태양에서, 본 발명은 연마제 산업에서 규정된 공칭 등급 또는 공칭 스크린 등급을 갖는 복수의 성형된 연마 입자 - 여기서, 복수의 연마 입자의 적어도 일부는 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)임 - 를 제공한다. 다른 태양에서, 본 발명은 연마제 산업에서 규정된 공칭 등급 또는 공칭 스크린 등급을 갖는, 경사진 측벽(22)을 갖는 복수의 성형된 연마 입자(20)를 제공하도록 본 발명에 따라 제조된 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)를 등급 분류하는 단계를 포함하는 방법을 제공한다.

[0044] 원하는 경우, 연마제 산업에서 규정된 공칭 등급 또는 공칭 스크린 등급을 갖는, 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)가 다른 공지의 연마 또는 비연마 입자와 혼합될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 복수의 연마

입자의 총 중량에 기초하여, 연마제 산업에서 규정된 공칭 등급 또는 공칭 스크린 등급을 갖는 복수의 연마 입자 중 적어도 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 또는 심지어 100 중량%가 본 발명에 따라 제조된 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)이다.

[0045] 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)와 혼합하기에 적합한 입자는 미국 특허 제4,799,939호 및 제 5,078,753호에 기재되어 있는 것과 같은 종래의 연마 입자, 희석 입자 또는 부식성 응집물을 포함한다. 종래의 연마 입자의 대표적인 예에는 융합 산화 알루미늄, 탄화규소, 가넷(garnet), 융합 알루미늄 지르코니아, 입방정형 질화붕소, 다이아몬드 등이 포함된다. 희석 입자의 대표적인 예에는 대리석, 석고 및 유리가 포함된다. 경사진 측벽(22)을 갖는 상이하게 성형된 연마 입자(20)(예를 들어, 삼각형 및 정사각형)들의 블렌드, 또는 상이한 드래프트각을 갖는 성형된 연마 입자(20)들의 블렌드(예를 들어, 드래프트각이 120도인 입자와 혼합된 드래프트각이 98도인 입자)가 본 발명의 용품에 사용될 수 있다.

[0046] 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)는 또한 표면 코팅을 가질 수 있다. 표면 코팅은 연마 용품의 연마 입자와 결합제 사이의 점착성을 개선시키는 것으로 알려져 있으며, 성형된 연마 입자(20)의 정전 침착(electrostatic deposition)을 돕기 위해 사용될 수 있다. 그러한 표면 코팅은 미국 특허 제5,213,591호, 제 5,011,508호, 제1,910,444호, 제3,041,156호, 제5,009,675호, 제5,085,671호, 제4,997,461호 및 제5,042,991호에 기재되어 있다. 추가로, 표면 코팅은 성형된 연마 입자가 캡핑(capping)되는 것을 방지할 수 있다. 캡핑은 마모되고 있는 공작물로부터의 금속 입자가 성형된 연마 입자의 상부에 용착되는 현상을 설명하는 용어이다. 상기 기능을 실행하는 표면 코팅은 당업자에게 알려져 있다.

[0047] 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자를 구비한 연마 용품

[0048] 도 1c, 도 4c 및 도 5c를 참조하면, 코팅된 연마 용품(40)은 이하에서 메이크 코트(44)로 지칭되는 결합제의 제 1 층이 배킹(42)의 제1 주 표면(41) 위에 적용되어 있는 배킹(42)을 포함한다. 경사진 측벽(22)을 갖는 복수의 성형된 연마 입자(20)가 메이크 코트(44)에 부착되거나 부분적으로 매설되어 연마층을 형성한다. 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20) 위에는 이하에서 사이즈 코트(46)로 지칭되는 결합제의 제2 층이 위치한다. 메이크 코트(44)의 목적은 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)를 배킹(42)에 고정하는 것이고, 사이즈 코트(46)의 목적은 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)를 보강하는 것이다. 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)의 대부분은, 도식된 바와 같이 텍(48) 또는 꼭지점이 배킹(42)으로부터 멀리 향하고 성형된 연마 입자가 경사진 측벽(22) 상에서 놓여 경사지거나 기울어지도록 배향된다.

[0049] 메이크 코트(44) 및 사이즈 코트(46)는 수지성 접착제를 포함한다. 메이크 코트(44)의 수지성 접착제는 사이즈 코트(46)의 수지성 접착제와 동일하거나 상이할 수 있다. 이들 코트에 적합한 수지성 접착제의 예에는 페놀 수지류, 에폭시 수지류, 우레아-포름알데하이드 수지류, 아크릴레이트 수지류, 아미노플라스트 수지류, 멜라민 수지류, 아크릴화 에폭시 수지류, 우레탄 수지류 및 이들의 조합이 포함된다. 수지성 접착제 외에도, 메이크 코트(44) 또는 사이즈 코트(46), 또는 둘 모두의 코트는, 예를 들어 충전제, 연삭 보조제, 습윤제, 계면활성제, 염료, 안료, 커플링제, 접착 증진제 및 이들의 조합과 같은 본 기술 분야에 알려진 첨가제를 추가로 포함할 수 있다. 충전제의 예에는 탄산칼슘, 실리카, 활석, 점토, 칼슘 메타실리케이트, 돌로마이트, 알루미늄 셀레이트 및 이들의 조합이 포함된다.

[0050] 연삭 보조제가 코팅된 연마 용품에 적용될 수 있다. 연삭 보조제는, 그것의 첨가가 연마의 화학적 및 물리적 공정에 상당한 영향을 미쳐서, 그 결과로 개선된 성능을 가져오는 미립자 물질로서 정의된다. 연삭 보조제는 매우 다양한 상이한 물질들을 포괄하며, 무기물질 또는 유기물질계일 수 있다. 연삭 보조제의 화학적 그룹의 예에는 왁스, 유기 할라이드 화합물, 할라이드 염, 및 금속과 이들의 합금이 포함된다. 유기 할라이드 화합물은 전형적으로 마모 중에 분쇄되어 할로젠 산 또는 기체 할라이드 화합물을 방출할 것이다. 그러한 물질의 예에는 염소화된 왁스, 예를 들어 테트라클로로나프탈렌, 펜타클로로나프탈렌; 및 폴리비닐 클로라이드가 포함된다. 할라이드 염의 예에는 염화나트륨, 칼륨 빙정석, 나트륨 빙정석, 암모늄 빙정석, 사플루오로붕산칼륨, 사플루오로붕산나트륨, 플루오르화규소, 염화칼륨, 염화마그네슘이 포함된다. 금속의 예에는 주석, 납, 비스무스, 코발트, 안티몬, 카드뮴, 철 및 티타늄이 포함된다. 다른 연삭 보조제는 황, 유기 황 화합물, 흑연 및 금속 황화물을 포함한다. 상이한 연삭 보조제들의 조합을 사용하는 것이 또한 본 발명의 범주에 속하며, 일부 경우에 상승 효과를 제공할 수 있다. 일 실시 형태에서, 연삭 보조제는 빙정석 또는 사플루오로붕산칼륨이다. 그러한 접착제의 양은 원하는 특성을 제공하도록 조절될 수 있다. 슈퍼사이즈 코팅(supersize coating)을 이용하는 것이 또한 본 발명의 범주에 속한다. 슈퍼사이즈 코팅은 전형적으로 결합제 및 연삭 보조제를 함유한다. 결합제는 페놀 수지류, 아크릴레이트 수지류, 에폭시 수지류, 우레아-포름알데하이드 수지류, 멜라민 수지

류, 우레탄 수지류 및 이들의 조합과 같은 재료로 형성될 수 있다.

- [0051] 접합된 연마 용품, 부직포 연마 용품, 또는 연마 브러시에 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)가 사용될 수 있음이 또한 본 발명의 범주에 속한다. 접합된 연마제는, 결합제에 의해서 함께 접합되어 성형된 덩어리를 형성하는 경사진 측벽(22)을 갖는 복수의 성형된 연마 입자(20)를 포함할 수 있다. 접합된 연마제를 위한 결합제는 금속성 결합제, 유기 결합제 또는 유리질 결합제일 수 있다. 부직포 연마제는, 유기 결합제에 의해서 섬유질 부직포 웹에 접합된 경사진 측벽(22)을 갖는 복수의 성형된 연마 입자(20)를 포함한다.
- [0052] 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자를 제조하는 방법
- [0053] 제1 공정 단계는 알과 알루미늄으로 변환될 수 있는 시드형(seeded) 또는 비-시드형(un-seeded) 연마 분산액을 제공하는 단계를 포함한다. 알과 알루미늄 전구체 조성물은 흔히 휘발성 성분인 액체를 포함한다. 일 실시 형태에서, 휘발성 성분은 물이다. 연마 분산액은 주형 공동을 충전하고 주형 표면을 복제할 수 있도록 연마 분산액의 점도를 충분히 낮게 하기 위해 충분한 양의 액체를 포함하지만, 나중에 액체를 주형 공동으로부터 제거하는 것이 엄청나게 비싸지게 할 정도로 많은 액체를 포함해서는 안 된다. 일 실시 형태에서, 연마 분산액은 알루미늄 옥사이드 모노하이드레이트(베마이트(boehmit))의 입자와 같이 알과 알루미늄으로 변환될 수 있는 2 중량% 내지 90 중량%의 입자와, 적어도 10 중량%, 또는 50 내지 70 중량%, 또는 50 내지 60 중량%의 물과 같은 휘발성 성분을 포함한다. 역으로, 연마 분산액은 일부 실시 형태에서 30 내지 50 중량%, 또는 40 내지 50 중량%의 고체를 함유한다.
- [0054] 베마이트 이외의 알루미늄 옥사이드 하이드레이트가 또한 사용될 수 있다. 베마이트는 공지의 기술로 제조될 수 있거나 구매할 수 있다. 구매가능한 베마이트의 예에는 둘 모두 사솔 노스 아메리카 인크.(Sasol North America, Inc.)로부터 입수가 가능한 "디스페랄(DISPERAL)" 및 "디스팔(DISPAL)", 또는 바스프 코퍼레이션(BASF Corporation)으로부터 입수가 가능한 "Hi-Q40"이라는 상표명을 갖는 제품이 포함된다. 이들 알루미늄 옥사이드 모노하이드레이트는 비교적 순수한데, 즉 이들은 모노하이드레이트 이외에 조금이라도 있다면 비교적 작은 하이드레이트상을 포함하며 큰 표면적을 갖는다. 경사진 측벽(22)을 갖는 생성되는 성형된 연마 입자(20)의 물리적 특성은 일반적으로 연마 분산액에 사용되는 물질의 유형에 따라 좌우될 것이다.
- [0055] 일 실시 형태에서, 연마 분산액은 겔 상태에 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "겔"은 액체 내에 분산된 고체의 3차원 네트워크(network)이다. 연마 분산액은 개질 첨가제(modifying additive) 또는 개질 첨가제의 전구체를 함유할 수 있다. 개질 첨가제는 연마 입자의 일부 바람직한 특성을 향상시키거나 후속 소결 단계의 효과를 증대시키는 기능을 할 수 있다. 개질 첨가제 또는 개질 첨가제의 전구체는 가용성 염의 형태, 전형적으로는 수용성 염의 형태일 수 있다. 이들은 전형적으로 금속을 함유하는 화합물로 이루어지며, 그리고 마그네슘, 아연, 철, 구소, 코발트, 니켈, 지르코늄, 하프늄, 크롬, 이트륨, 프라세오디뮴, 사마륨, 이테르븀, 네오디뮴, 란탄, 가돌리늄, 세륨, 디스프로슘, 에르븀, 티타늄 및 이들의 혼합물의 산화물의 전구체일 수 있다. 연마 분산액에 존재할 수 있는 이들 첨가제의 구체적인 농도는 당업자에 따라서 달라질 수 있다. 전형적으로, 개질 첨가제 또는 개질 첨가제의 전구체를 도입하면 연마 분산액이 겔로 될 것이다. 또한 연마 분산액은 또한 일정 기간에 걸친 열의 적용에 의해 겔로 유도될 수 있다.
- [0056] 연마 분산액은 또한 수화되거나 하소된 산화 알루미늄의 알과 알루미늄으로의 변환을 향상시키는 핵형성제(nucleating agent)를 함유할 수 있다. 본 발명에 적합한 핵형성제는 변환의 핵이 될 알과 알루미늄, 알과 산화철 또는 그 전구체, 산화 티타늄 및 티탄산염, 산화 크롬, 또는 그 외의 다른 재료로 된 미세 입자를 포함한다. 사용되는 경우 핵형성제의 양은 알과 알루미늄의 변환을 일으킬 수 있을 정도로 충분하여야 한다. 그러한 연마 분산액의 핵을 형성하는 것은 슈와벨(Schwabel)의 미국 특허 제4,744,802호에 개시되어 있다.
- [0057] 보다 안정한 하이드로솔 또는 콜로이드 연마 분산액을 제조하기 위해 연마 분산액에 펩타이징제(peptizing agent)가 첨가될 수 있다. 적절한 펩타이징제는 일염기산(monoprotic acid)이거나 또는 초산, 염산, 개미산 및 질산과 같은 산 화합물이다. 멀티프로톤 산(multiprotic acid)이 또한 사용될 수 있지만, 이는 연마 분산액을 신속하게 겔로 만들어서 추가의 성분을 취급하거나 그것에 도입하는 것을 어렵게 할 수 있다. 베마이트의 일부 상업적 공급원은 안정한 연마 분산액을 형성하는 것을 도와줄 산 역가(acid titer)(예를 들어 흡수된 개미산 또는 질산)를 함유한다.
- [0058] 연마 분산액은 임의의 적절한 수단, 예를 들어 단순하게는 펩타이징제를 함유하는 물과 알루미늄 옥사이드 모노하이드레이트를 혼합함으로써, 또는 펩타이징제가 첨가되는 알루미늄 옥사이드 모노하이드레이트 슬러리를 형성함으로써 형성될 수 있다. 혼합 중에 기포를 형성하거나 공기를 혼입하는 경향을 줄이기 위해 소포제

(defoamer) 또는 그 외의 적절한 화학약품이 첨가될 수 있다. 필요에 따라서 습윤제, 알코올 또는 커플링제와 같은 추가의 화학약품이 첨가될 수 있다. 알과 알루미늄 연마 입자는 1997년 7월 8일에 등록된 에릭슨(Erickson) 등의 미국 특허 제5,645,619호에 개시된 바와 같은 실리카 및 산화철을 함유할 수 있다. 알과 알루미늄 연마 입자는 1996년 9월 3일에 등록된 라미(Larmie)의 미국 특허 제5,551,963호에 개시된 바와 같은 지르코니아를 함유할 수 있다. 대안적으로, 알과 알루미늄 연마 입자는 2001년 8월 21일에 등록된 카스트로(Castro)의 미국 특허 제6,277,161호에 개시된 바와 같은 미세구조체 또는 첨가제를 가질 수 있다.

[0059] 제2 공정 단계는 적어도 하나의 주형 공동, 바람직하게는 복수의 공동을 갖는 주형을 제공하는 단계를 포함한다. 주형은 대체로 평탄한 바닥 표면 및 복수의 주형 공동을 가질 수 있다. 복수의 공동이 제조 공구에 형성될 수 있다. 제조 공구는 벨트, 시트, 연속 웹, 운전 그라비아 롤(rotogravure roll)과 같은 코팅 롤, 코팅 롤에 장착된 슬리브, 또는 다이일 수 있다. 제조 공구는 중합체성 재료를 포함한다. 적합한 중합체성 재료의 예에는 폴리에스테르, 폴리카르보네이트, 폴리(에테르 설펜), 폴리(메틸 메타크릴레이트), 폴리우레탄, 폴리비닐클로라이드, 폴리올레핀, 폴리스티렌, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌 또는 이들의 조합과 같은 열가소성 재료, 또는 열경화성 재료가 포함된다. 일 실시 형태에서, 전체 공구는 중합체성 또는 열가소성 재료로 제조된다. 다른 실시 형태에서, 복수의 공동의 표면과 같이 건조 중에 줄-겔과 접촉하는 공구의 표면은 중합체성 또는 열가소성 재료를 포함하며, 공구의 다른 부분은 다른 재료로 제조될 수 있다. 예로서 표면 장력 특성을 변화시키기 위해 적합한 중합체성 코팅이 금속 공구에 적용될 수 있다.

[0060] 중합체성 또는 열가소성 공구는 금속 마스터 공구로부터 복제될 수 있다. 마스터 공구는 제조 공구에 요구되는 역패턴을 가질 것이다. 마스터 공구는 제조 공구와 동일한 방식으로 제조될 수 있다. 일 실시 형태에서, 마스터 공구는 금속, 예를 들어 니켈로 제조되며, 다이아몬드 선삭된다. 중합체성 시트 재료를 마스터 공구와 함께 가열하여, 그 둘을 함께 압축함으로써 중합체성 재료가 마스터 공구 패턴에 의해 엠보싱될 수 있다. 중합체성 또는 열가소성 재료를 또한 마스터 공구 상으로 압출 또는 캐스팅한 다음 압축할 수 있다. 열가소성 재료를 고형화되도록 냉각하여 제조 공구를 생성한다. 열가소성 제조 공구가 이용되는 경우, 과도한 열이 발생하여 열가소성 제조 공구를 변형시켜서 수명을 제한하지 않도록 주의하여야 한다. 제조 공구 또는 마스터 공구의 설계 및 제조에 관한 보다 많은 정보는 미국 특허 제5,152,917호(피퍼(Pieper) 등), 제5,435,816호(스퍼전(Spurgeon) 등), 제5,672,097호(후프만(Hoopman) 등), 제5,946,991호(후프만 등), 제5,975,987호(후프만 등), 및 제6,129,540호(후프만 등)에서 찾아 볼 수 있다.

[0061] 공동에의 접근은 주형의 상부 표면 또는 바닥 표면의 개구로부터 할 수 있다. 일부 경우에, 공동은 주형의 전체 두께에 대하여 연장될 수 있다. 대안적으로, 공동은 주형의 두께의 단지 일부에 대하여 연장될 수 있다. 일 실시 형태에서, 상부 표면은 공동이 실질적으로 균일한 깊이를 갖는 주형의 바닥 표면에 실질적으로 평행하다. 주형의 적어도 하나의 측면, 즉 공동이 형성된 측면은 휘발성 성분이 제거되는 단계 동안에 주위의 대기에 노출된 채로 유지될 수 있다.

[0062] 공동은 규정된 삼차원 형상을 갖는다. 일 실시 형태에서, 공동의 형상은 상부에서 볼 때 공동의 바닥 표면이 상부 표면의 개구보다 약간 작도록 하는 경사진 측벽을 갖는 삼각형인 것으로 설명될 수 있다. 경사진 측벽은 연삭 성능을 향상시키고 전구체 연마 입자를 주형으로부터 더 쉽게 제거할 수 있게 하는 것으로 여겨진다. 다른 실시 형태에서, 주형은 복수의 삼각형 공동을 포함하였다. 복수의 삼각형 공동의 각각은 정삼각형을 포함한다.

[0063] 대안적으로, 원형, 직사각형, 정사각형, 육각형, 별 형상 또는 이들의 조합과 같은 다른 공동 형상이 사용될 수 있는데, 이들 형상은 모두 실질적으로 균일한 깊이 치수를 갖는다. 깊이 치수는 상부 표면으로부터 바닥 표면 상의 최저 지점까지의 수직 거리와 같다. 주어진 공동의 깊이는 균일할 수 있거나 그 길이 및/또는 폭을 따라서 변할 수 있다. 주어진 주형의 공동은 동일한 형상이거나 상이한 형상일 수 있다.

[0064] 제3 공정 단계는 임의의 종래 기술에 의해 주형의 공동을 연마 분산액으로 충전하는 단계를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 나이프 롤 코터(knife roll coater) 또는 진공 슬롯 다이 코터(vacuum slot die coater)가 사용될 수 있다. 필요한 경우 주형으로부터 입자를 제거하는 것을 돕기 위해 주형 이형제가 사용될 수 있다. 전형적인 주형 이형제는 땅콩유 또는 팜유와 같은 오일, 어유(fish oil), 실리콘, 폴리테트라플루오로에틸렌, 아연 스테아레이트 및 흑연을 포함한다. 일반적으로, 주형 이형제가 필요한 경우, 주형의 단위 면적당 약 0.016 mg/cm²(0.1 mg/in²) 내지 약 0.465 mg/cm²(3.0 mg/in²), 또는 약 0.016 mg/cm²(0.1 mg/in²) 내지 약 0.775 mg/cm²(5.0 mg/in²)의 주형 이형제가 존재하도록, 줄-겔과 접촉하는 제조 공구의 표면에, 물 또는 알코올과 같은 액체 중의 약 0.1 중량% 내지 약 5 중량%의 주형 이형제, 예를 들어 땅콩유가 적용된다. 일 실시 형태에서, 주

형의 상부 표면을 연마 분산액으로 코팅한다. 연마 분산액을 상부 표면 상에 펴핑할 수 있다. 다음으로, 스크래퍼(scraper) 또는 레벨러 바아(leveler bar)를 사용하여 연마 분산액을 주형의 공동 내로 완전히 밀어 넣을 수 있다. 공동으로 들어가지 않은 연마 분산액의 잔여분은 주형의 상부 표면으로부터 제거하여 재활용할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 연마 분산액의 적은 부분이 상부 표면에 남을 수 있고, 다른 실시 형태에서는 상부 표면에는 실질적으로 분산액이 없다. 스크래퍼 또는 레벨러 바아에 의해 가해지는 압력은 전형적으로 689.5 kPa(100 psi) 미만, 또는 344.7 kPa(50 psi) 미만, 또는 68.9 kPa(10 psi) 미만이다. 일부 실시 형태에서, 생성되는 성형된 연마 입자(20)의 두께의 균일성을 보장하기 위해서 연마 분산액의 노출된 표면은 실질적으로 상부 표면을 넘어서 연장하지 않는다.

[0065] 제4 공정 단계는 휘발성 성분을 제거하여 분산액을 건조시키는 단계를 포함한다. 바람직하게는, 휘발성 성분은 빠른 증발 속도에 의해 제거된다. 일부 실시 형태에서, 증발에 의한 휘발성 성분의 제거는 휘발성 성분의 비등점을 초과한 온도에서 일어난다. 건조 온도에 대한 상한은 종종 주형이 제조되는 재료에 따라 좌우된다. 폴리프로필렌 공구의 경우, 이 온도는 플라스틱의 용융점 미만이어야 한다.

[0066] 일 실시 형태에서, 약 40 내지 50% 고형물로 된 수분산액(water dispersion) 및 폴리프로필렌 주형의 경우, 건조 온도는 약 섭씨 90도 내지 약 섭씨 165도, 또는 약 섭씨 105도 내지 약 섭씨 150도, 또는 약 섭씨 105도 내지 약 섭씨 120도일 수 있다. 더 높은 온도는 더 큰 개구의 형성으로 이어질 수 있지만, 이는 또한 주형으로서의 유효 수명을 제한하는 폴리프로필렌 공구의 열화로 이어질 수 있다.

[0067] 일 실시 형태에서, 하기의 방법을 사용하여 베마이트 졸-겔의 샘플을 제조하였다: 상표명 "디스페탈"을 갖는 알루미늄 옥사이드 모노하이드레이트 분말(1600 부(part))을 물(2400 부) 및 70%의 수성 질산(72 부)을 함유하는 용액과 11분 동안 고 전단 혼합(high shear mixing)하여 분산시켰다. 생성된 졸-겔을 코팅 전에 적어도 1시간 동안 에이징하였다. 이 졸-겔을 깊이가 0.71 mm(28 밀(mil))이고 각 변이 2.79 mm(110 밀)인 삼각형의 성형된 주형 공동을 갖고 주형의 측벽과 바닥 표면 사이의 소정의 드래프트각 α 를 갖는 경사진 측벽을 구비한 제조 공구 내로 밀어 넣었다.

[0068] 졸-겔을 퍼티용 나이프(putty knife)로 공동 내로 밀어넣어 제조 공구의 개구를 완전히 충전하였다. 주형 이형제인, 메탄올 중 1% 땅콩유를 사용하여 제조 공구를 코팅하여 약 0.078 mg/cm^2 (0.5 mg/in^2)의 땅콩유를 주형 표면에 적용하였다. 제조 공구의 시트를 공기 대류 오븐 내에 5분 동안 섭씨 45도에 둥으로써 여분의 메탄올을 제거하였다. 졸-겔 코팅된 제조 공구를 공기 대류 오븐 내에 섭씨 45도에서 적어도 45분 동안 두어 건조시켰다. 제조 공구를 초음파 혼(ultrasonic horn) 위로 통과시켜 제조 공구로부터 전구체 성형된 연마 입자를 제거하였다. 이들 전구체 성형된 연마 입자는 경사진 측벽(22)을 갖는 성형된 연마 입자(20)를 생성하기 위해 소성될 수 있다.

[0069] 제5 공정 단계는 주형 공동으로부터 경사진 측벽을 갖는 전구체 성형된 연마 입자를 제거하는 단계를 포함한다. 경사진 측벽을 갖는 전구체 성형된 연마 입자는 주형 상에서 다음의 공정들을 단독으로 사용하거나 조합하여 사용함으로써 공동으로부터 제거될 수 있다: 입자를 주형 공동으로부터 제거하기 위한 중력, 진동, 초음파 진동, 진공, 또는 압축 공기.

[0070] 경사진 측벽을 갖는 전구체 연마 입자는 주형의 외부에서 추가로 건조될 수 있다. 연마 분산액이 주형 내에서 원하는 수준까지 건조된 경우, 추가의 건조 단계는 필요하지 않다. 그러나, 일부 경우에는, 연마 분산액이 주형 내에 체류하는 시간을 최소화하기 위해 이 추가의 건조 단계를 이용하는 것이 경제적일 수 있다. 전형적으로, 전구체 성형된 연마 입자는 섭씨 50도 내지 섭씨 160도, 또는 섭씨 120도 내지 섭씨 150도의 온도에서, 10분 내지 480분, 또는 120분 내지 400분 동안 건조될 것이다.

[0071] 제6 공정 단계는 경사진 측벽(22)을 갖는 전구체 성형된 연마 입자를 하소시키는 단계를 포함한다. 하소 동안에, 본질적으로 모든 휘발성 재료가 제거되며, 연마 분산액 중에 존재하는 다양한 성분이 산화금속으로 변환된다. 전구체 성형된 연마 입자는 일반적으로 섭씨 400도 내지 섭씨 800도의 온도까지 가열되며, 자유수(free water)와 90 중량%를 초과하는 임의의 결합된 휘발성 재료가 제거될 때까지 이 온도 범위 내에 유지된다. 선택적 단계에서, 함침 공정에 의해 개질 첨가제를 도입하는 것이 바람직할 수 있다. 수용성 염이 함침에 의해 하소된 전구체 성형된 연마 입자의 세공 내로 도입될 수 있다. 그 다음, 전구체 성형된 연마 입자가 다시 예비소성된다. 이 선택 사항은 유럽 특허 제293,163호에 추가로 설명되어 있다.

[0072] 제7 공정 단계는 하소된 전구체 성형된 연마 입자를 소결하여 알파 알루미나 입자를 형성하는 단계를 포함한다. 소결 전에, 하소된 전구체 성형된 연마 입자는 완전히 치밀화되지 않으며 따라서 성형된 연마 입자로서 사용하

는 데 필요한 경도가 부족하다. 소결은 하소된 전구체 성형된 연마 입자를 섭씨 1,000도 내지 섭씨 1,650도의 온도까지 가열하고, 실질적으로 모든 알과 알루미늄 모노하이드레이트(또는 등가물)가 알과 알루미늄으로 변환되고 다공도가 15 체적% 미만으로 감소될 때까지 이 온도 범위 내에 유지함으로써 이루어진다. 이 수준의 변환을 달성하기 위해 하소된 전구체 성형된 연마 입자가 소결 온도에 노출되어야 하는 시간 길이는 다양한 인자에 따라서 달라지지만 보통은 5초 내지 48시간이 전형적이다. 다른 실시 형태에서, 소결 단계의 지속 시간은 1분 내지 90분의 범위이다. 소결 후에, 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자는 비커스(Vickers) 경도가 10 GPa, 16 GPa, 18 GPa, 20 GPa, 또는 그 초과일 수 있다.

[0073] 전술한 공정을 변경하기 위해 재료를 하소 온도로부터 소결 온도까지 급속하게 가열하고, 연마 분산액을 원심분리하여 슬러지, 폐기물 등을 제거하는 것과 같은 다른 단계를 사용할 수 있다. 또한 이 공정은 필요에 따라 공정들 중 둘 이상을 조합함으로써 변경될 수 있다. 본 발명의 공정을 변경하기 위해 사용할 수 있는 종래의 공정 단계는 레이티저(Leitner)의 미국 특허 제4,314,827호에 보다 충분히 설명되어 있다. 추가로, 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자는 2008년 12월 17일자로 출원되고 대리인 문서 번호가 64792US002이며 발명의 명칭이 "홈을 갖는 성형된 연마 입자(Shaped Abrasive Particles With Grooves)"인 공개특허 제2008-0138,268호에 기재된 바와 같이 면들 중 하나 상에 홈을 가질 수 있다. 홈은 주형으로부터 전구체 성형된 연마 입자를 제거하는 것을 더 용이하게 만드는 것으로 확인된, 주형 공동의 바닥 표면의 복수의 릿지(ridge)에 의해 형성된다. 성형된 연마 입자를 제조하는 방법에 관한 더 많은 정보가 발명의 명칭이 "연마 파편, 개구를 갖는 성형된 연마 입자, 또는 접시형 연마 입자를 제조하는 방법(Method Of Making Abrasive Shards, Shaped Abrasive Particles With An Opening, Or Dish-Shaped Abrasive Particles)"이고, 대리인 문서 번호가 63512US002이며, 2008년 12월 17일자로 출원된 미국 특허 출원 제12/337,001호에 개시되어 있다.

[0074] [실시예]

[0075] 본 발명의 목적 및 이점들이 하기의 비제한적인 실시예에 의해 추가로 설명된다. 이들 실시예에 열거된 구체적인 재료 및 그 양뿐만 아니라 그 외의 조건 및 상세 사항은 본 발명을 부당하게 제한하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 달리 기재되지 않는 한, 실시예 및 본 명세서의 나머지 부분에서 모든 부, 백분율, 비 등은 중량을 기준으로 한다.

[0076] 경사진 측벽을 갖는 REO-도핑된(doped) 성형된 연마 입자의 제조

[0077] 하기의 방법을 사용하여 베마이트 졸-겔의 샘플을 제조하였다: 상표명 "디스페탈"을 갖는 알루미늄 옥사이드 모노하이드레이트 분말(1600 부)을 물(2400 부) 및 70%의 수성 질산(72 부)을 함유하는 용액과 11분 동안 고 전단 혼합하여 분산시켰다. 생성된 졸-겔을 코팅 전에 적어도 1시간 동안 에이징하였다. 이 졸-겔을 깊이가 0.71 mm(28 밀)이고 각 변이 2.79 mm(110 밀)인 삼각형의 성형된 주형 공동에 갖는 제조 공구 내로 밀어 넣었다. 주형의 측벽과 바닥 사이의 드래프트각 α 는 각각의 제조 공구에 대해 상이하였다. 드래프트각 α 는 제1 공구에 대해 90도, 제2 공구에 대해 98도, 제3 공구에 대해 120도, 및 마지막 공구에 대해 135도였다. 98도 드래프트각의 제조 공구를 주형 공동의 50%가 삼각형의 일 변과 90도의 각도로 교차하는, 공동의 바닥 표면으로부터 융기하는 8개의 평행한 릿지를 갖도록 제조하였고, 나머지 공동은 매끄러운 바닥 주형 표면을 가졌다. 위에서 언급한 대리인 문서 번호가 64792US002인 특허 출원에 기재된 바와 같이 평행한 릿지는 0.277 mm마다 이격되었으며, 릿지의 단면은 높이가 0.0127 mm이고 팁에서의 각 릿지의 측면들 사이의 각도가 45도인 삼각형 형상이었다. 졸-겔을 퍼티용 나이프로 공동 내로 밀어넣어 제조 공구의 개구를 완전히 충전하였다. 주형 이형제인, 메탄올 중 1% 땅콩유를 사용하여 약 0.078 mg/cm²(0.5 mg/in²)의 땅콩유가 제조 공구에 적용되는 상태로 제조 공구에 코팅하였다. 제조 공구의 시트를 공기 대류 오븐 내에 5분 동안 섭씨 45도에 둬으로써 여분의 메탄올을 제거하였다. 졸-겔 코팅된 제조 공구를 공기 대류 오븐 내에 섭씨 45도에서 적어도 45분 동안 두어 건조시켰다. 제조 공구를 초음파 혼 위로 통과시켜 제조 공구로부터 전구체 성형된 연마 입자를 제거하였다. 전구체 성형된 연마 입자를 대략 섭씨 650도에서 하소시킨 후에 다음의 농도(산화물로서 보고됨)의 혼합 질산염 용액으로 포화시켰다: MgO, Y₂O₃, Nd₂O₃ 및 La₂O₃ 각각 1.8%. 여분의 질산염 용액을 제거하고 개구를 갖는 포화된 전구체 성형된 연마 입자를 건조되게 한 후, 입자를 다시 섭씨 650도에서 하소시키고 대략 섭씨 1400도에서 소결하였다. 하소와 소결 둘 모두는 회전식 튜브 킬른(rotary tube kiln)을 사용하여 실시하였다.

[0078] 4개의 상이한 드래프트각을 갖는 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자를 제조한 후에, 코팅된 연마 디스크를 제조하였다. 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자를 표 1에 나타낸 바와 같은 페놀 메이크 코트 및 사이즈 코트 수지를 사용하여 2.2 cm(7/8 인치)의 중심 구멍을 갖는 17.8 cm(7 인치) 직경의 섬유 디스크 상에 정전 코팅하였다. 페놀 수지는 1 내지 5%의 수산화 칼륨에 의해 촉매 작용을 받은 1.5:1 내지 2.1:1(페놀:포름알데이드)

응축물인 레졸(resole) 페놀-포름알데히드 수지로부터 제조될 수 있다.

표 1

메이크 및 사이즈 코트 제형		
성분	메이크 코트	사이즈 코트
페놀 수지	49.15%	29.42%
물	10.19%	18.12%
탄산칼슘	40.56%	0.0%
빙정석	0.0%	50.65%
에멀런(Emulon) A (바스프)	0.10%	1.81%
	100.0%	100.0%

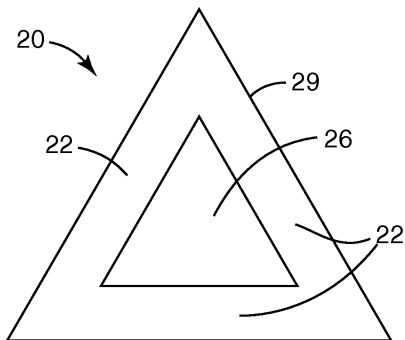
하기의 절차를 이용하여 1045 중탄소강을 연삭함으로써 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자의 연삭 성능을 평가하였다. 평가를 위한 17.8 cm(7 인치) 직경의 연마 디스크를 17.8 cm(7 인치) 리브형(ribbed)의 디스크 패드면 플레이트(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)로부터 획득된 "80514 엑스트라 하드 레드(Extra Hard Red)")가 설치된 회전식 연삭기에 부착하였다. 이어서 연삭기를 작동시키고 5.4 kg(12 lb)의 하중 하에서 1.9 × 1.9 cm(0.75 × 0.75 인치)의 사전 칭량된 1045 강철봉의 단부 면에 맞대었다. 이 하중 하에서 그리고 이 공작물에 맞대어 연삭기의 결과적인 회전 속도는 5000 rpm이었다. 이들 조건 하에서 총 오십(50)회의 10초 연삭 간격(패스) 동안 공작물을 마모시켰다. 각각의 10초 간격에 뒤이어, 공작물을 실온까지 냉각되게 하고 칭량하여 연마 작업의 절삭량을 측정하였다. 시험 결과를 각각의 간격에 대한 증분 절삭량 및 제거된 총 절삭량으로서 기록하였다. 필요에 따라, 이 시험은 적절한 장비를 이용하여 자동화될 수 있다.

도 6 및 도 7을 참조하면, 절삭률 대 시간 및 총 절삭량 대 시간이 플로팅되어 있다. 보여지는 바와 같이, 90도 초과와 드래프트각을 갖는 경사진 측벽을 구비한 성형된 연마 입자는 90도의 드래프트각을 갖는 유사하게 성형된 연마 입자보다 상당히 성능이 뛰어났다. 드래프트각이 135도에 접근함에 따라, 경사진 측벽을 갖는 성형된 연마 입자의 성능은 급격하게 저하되기 시작한다. 135도의 드래프트각을 갖는 성형된 연마 입자를 98도의 드래프트각을 갖는 성형된 연마 입자와 비교할 때, 초기 절삭률은 유사하였지만 총 절삭량은 크게 감소되었다. 120도의 드래프트각을 갖는 성형된 연마 입자는 98도의 드래프트각을 갖는 성형된 연마 입자의 블렌드(흙을 갖는 것과 흙을 갖지 않는 것)에 비해 초기 절삭률이 대략 20% 개선되었고 총 절삭량은 대략 동일하였는데, 이는 예기치 않은 것이었다. 더욱 더 놀랍게도, 드래프트각이 90도로부터 98도로 단지 8도 변화된 성형된 연마 입자는 성능이 대단히 급격하게 증가하였다. 초기 절삭률은 거의 두 배였으며, 절삭률은 전체 시험 기간 동안에 비교적 일정하게 유지되었다. 더 일관된 절삭률은 위에서 언급된 대리인 문서 번호가 64792US002인 계류중의 특허 출원에서 논의된 바와 같이 50%의 흙을 갖는 성형된 연마 입자와 50%의 흙을 갖지 않는 성형된 연마 입자의 블렌드를 사용한 결과라고 여겨진다.

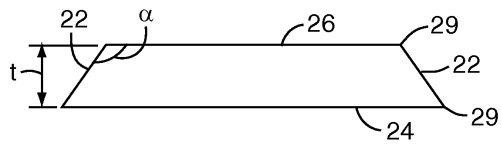
본 발명에 대한 다른 변경 및 변형이 첨부된 특허청구범위에 보다 구체적으로 기재되는 본 발명의 사상 및 범주로부터 벗어남이 없이 당업자에 의해 실시될 수 있다. 다양한 실시 형태의 태양이 전체적으로 또는 부분적으로 상호 교환되거나, 다양한 실시 형태의 다른 태양과 조합될 수 있다. 특허증을 위한 상기 출원에서의 모든 인용 문헌, 특허 또는 특허 출원들은 전체적으로 일관된 방식으로 본 명세서에 참고로 포함된다. 포함되는 문헌의 부분과 본 출원의 부분 사이에 불일치나 모순이 있는 경우, 전술한 기재의 정보가 지배하여야 한다. 당업자가 청구된 발명을 실시하는 것을 가능하게 하기 위한 것임을 고려하면, 전술한 기재는 본 발명의 범주를 제한하는 것으로서 해석되어서는 안 되며, 본 발명의 범주는 특허청구범위 및 이에 대한 모든 동등물에 의해 한정된다.

도면

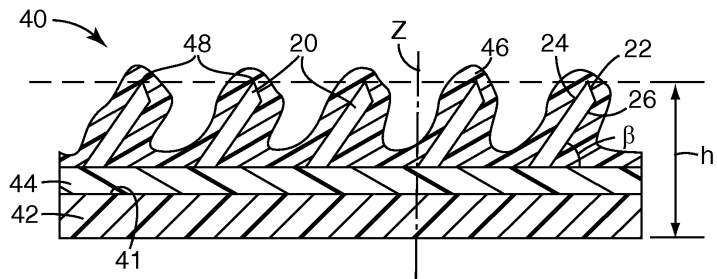
도면1a



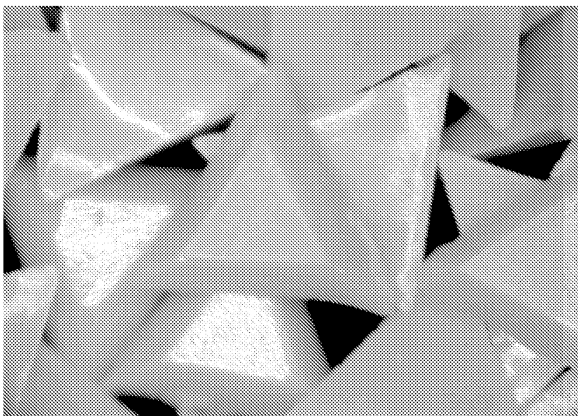
도면1b



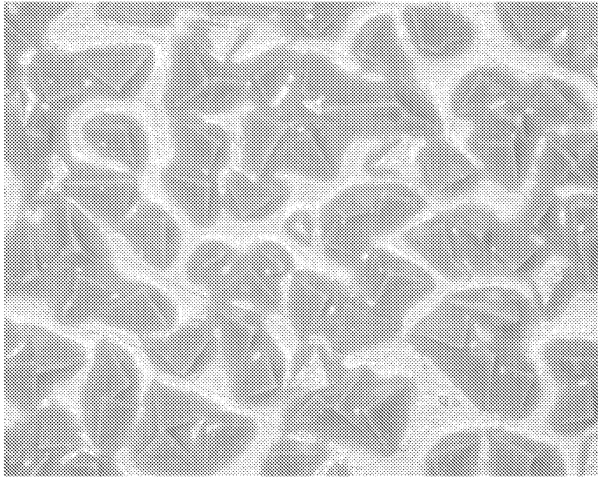
도면1c



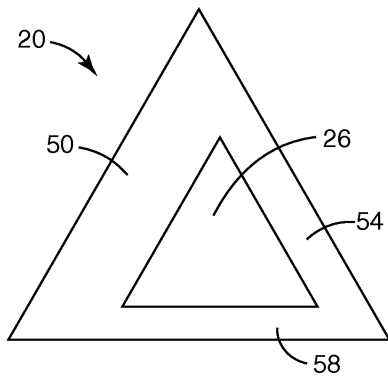
도면2



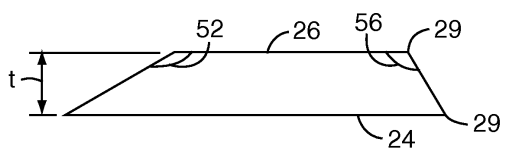
도면3



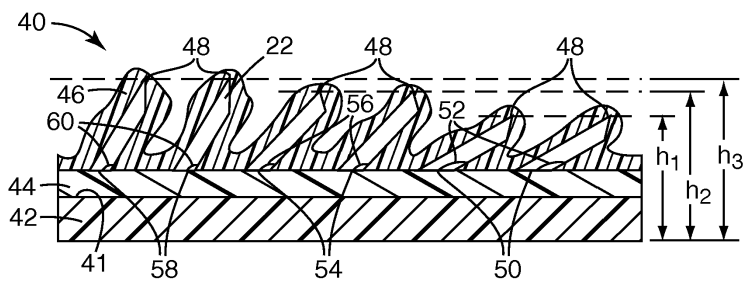
도면4a



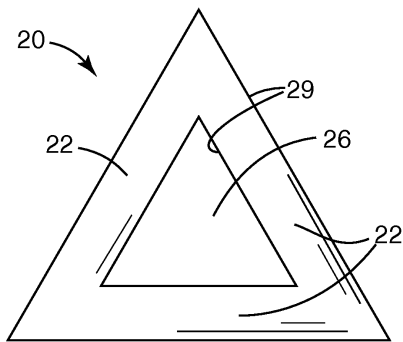
도면4b



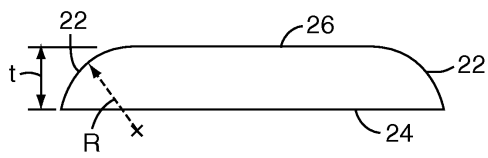
도면4c



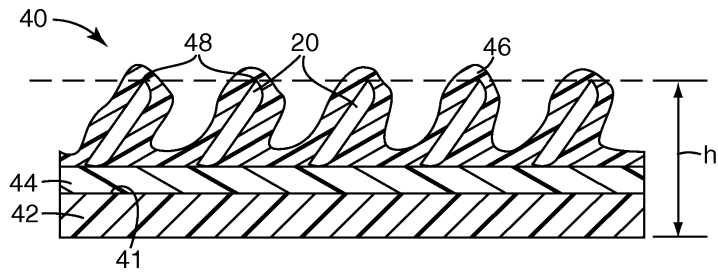
도면5a



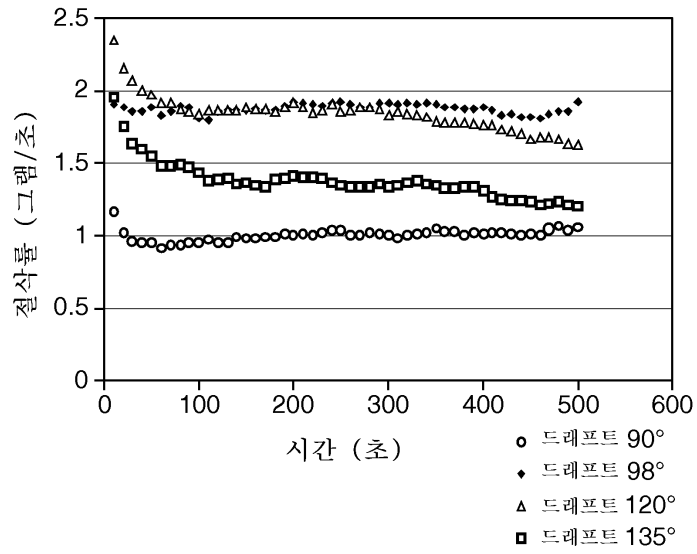
도면5b



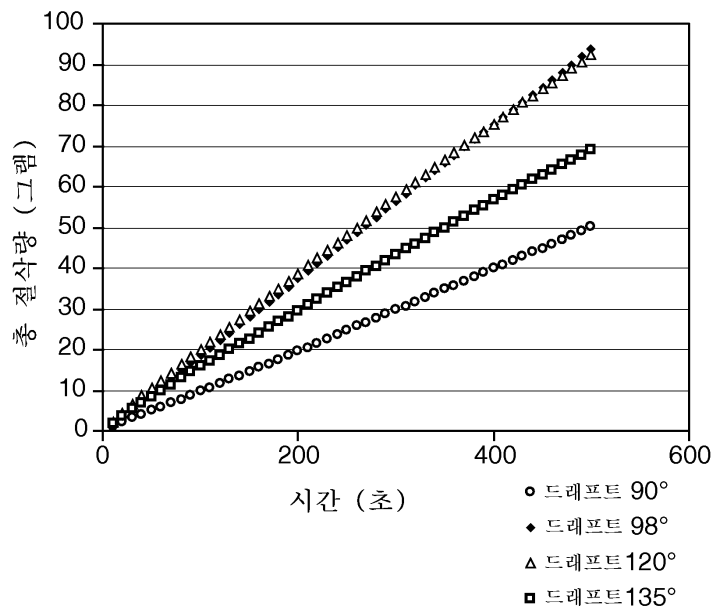
도면5c



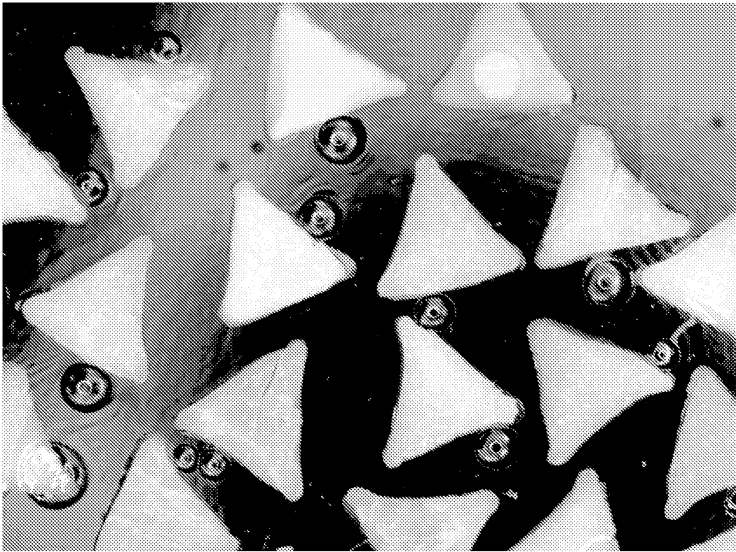
도면6



도면7

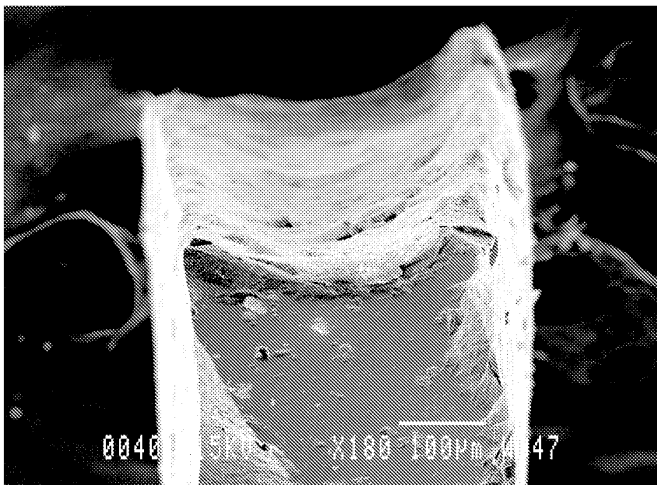


도면8



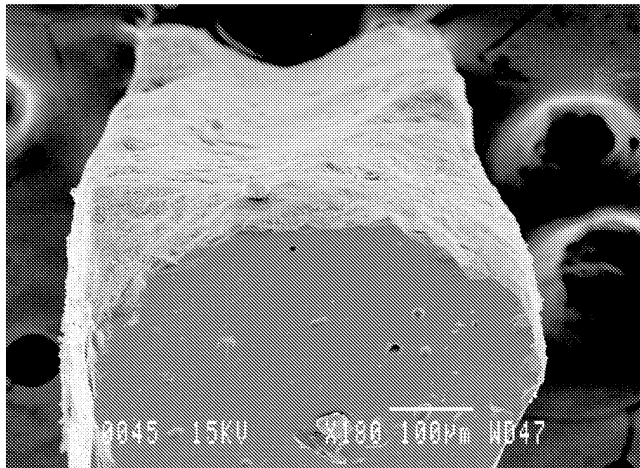
종래 기술

도면9



종래 기술

도면10



종래 기술

도면11

