



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년08월23일  
(11) 등록번호 10-1299897  
(24) 등록일자 2013년08월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B24D 3/20 (2006.01) B24D 3/00 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2008-7009213  
(22) 출원일자(국제) 2006년10월10일  
심사청구일자 2011년08월04일  
(85) 번역문제출일자 2008년04월17일  
(65) 공개번호 10-2008-0056219  
(43) 공개일자 2008년06월20일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2006/039542  
(87) 국제공개번호 WO 2007/047261  
국제공개일자 2007년04월26일  
(30) 우선권주장  
11/252,955 2005년10월18일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2004510675 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  
쉬와벨, 마크, 지.  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오  
피스 박스 33427쓰리엠 센터  
에릭슨, 드와이트, 디.  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오  
피스 박스 33427쓰리엠 센터  
(74) 대리인  
김영, 양영준

전체 청구항 수 : 총 4 항

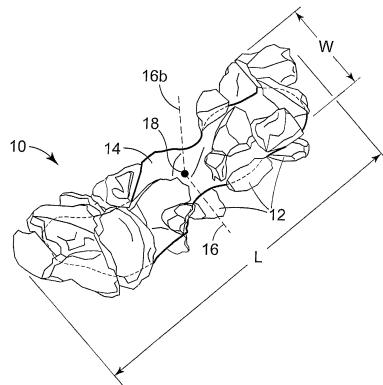
심사관 : 박행란

(54) 발명의 명칭 응집체형 연마 그레이인 및 그의 제조 방법

(57) 요약

연마 응집체는 실질적으로 연속적이며 비다공성인 무기 결합체에 의해 삼차원 구조로 함께 접합된 복수의 연마 그레이인을 포함하며, 여기서 연마 그레이인은 평균 크기가 약 0.5 미크론 내지 약 1500 미크론이고, 무기 결합체는 연마 응집체의 약 75 중량% 미만이며, 연마 응집체의 벌크 밀도는 연마 그레이인의 벌크 밀도의 약 90% 미만이다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

실질적으로 연속적이며 비다공성이고 연마 응집체의 75 중량% 미만을 구성하는 무기 결합체에 의해 삼차원 구조로 함께 결합되고, 평균 크기가 0.5 마이크로미터 내지 1500 마이크로미터이며, 대부분이 노출되고 상기 무기 결합체 내에 캡슐화되지 않은 복수의 연마 그레인을 포함하며,

벌크 밀도가 상기 연마 그레인의 벌크 밀도의 90% 미만인 연마 응집체.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 연마 그레인은 상기 무기 결합체 상에 불연속 단층을 형성하는 연마 응집체.

### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 연마 그레인 1그램 당 0.05 그램 내지 0.5 그램의 유리 결합체를 포함하는 연마 응집체.

### 청구항 4

한정된 형상을 각각 갖고 연화 온도를 갖는, 유리 섬유를 포함하는 복수의 유리체를 제공하는 단계;

복수의 연마 그레인을 제공하는 단계;

상기 복수의 유리체와 상기 복수의 연마 그레인을 혼합하여 혼합물을 형성하는 단계;

상기 혼합물을 상기 연화 온도로 가열하여 상기 유리체가 상기 한정된 형상을 실질적으로 유지하면서 연화되도록 하며, 이때 연마 그레인이 연화된 유리체에 부착되어 복수의 연마 응집체를 형성하고, 각각의 부착된 연마 그레인의 대부분은 노출되고 상기 연화된 유리체 내에 캡슐화되지 않는 단계; 및

상기 연마 응집체를 냉각시켜 상기 유리체를 경화시키는 단계

를 포함하는 복수의 연마 응집체의 제조 방법.

### 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

**청구항 22**

삭제

**청구항 23**

삭제

**청구항 24**

삭제

**청구항 25**

삭제

**청구항 26**

삭제

**청구항 27**

삭제

**청구항 28**

삭제

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은 접합 연마재, 코팅 연마재, 부직 연마재 및 연마 브러쉬를 포함하는 다양한 연마 용품에 사용될 수 있는 연마 응집체에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 연마 그릿(grits) 또는 그레인(grain)은 코팅 연마재, 접합 연마재 및 부직 연마재를 포함하는 연마 용품에 오랫동안 사용되어 왔다. 연마 그릿은 전통적으로 알루미늄, 알루미늄 지르코니아, 다이아몬드, 입방정형 질화붕소, 및 졸-겔-유도된 연마 입자와 같은 경질 물질의 미세한 입자를 포함하였다. 특정 연마 응용에 사용되는 특정 연마 입자의 유효성을 평가하는 데 사용되는 기준은 전형적으로 연마 수명, 절삭률, 기재 표면 마감, 연삭 효율 및 제품 비용을 포함한다.

[0003] 그러한 전통적인 그릿은 단기간 동안 공작물로부터 물질을 제거하는 데 효과적이지만, 많은 그릿이 시간이 지남에 따라 평탄하게 되거나 폴리싱되게 되어 추가의 물질이 거의 제거되지 않게 된다. 상당한 수의 연마 그릿이 평탄하게 될 때, 연마 용품은 전형적으로 공작물을 연마하는 데 있어 덜 효과적이게 된다. 더욱이, 점점 더 많은 연마 그릿이 시간이 지남에 따라 평탄해짐에 따라, 연마 용품의 절삭률이 일관되지 않을 수 있다.

[0004] 시간에 지남에 따른 일관되지 않은 절삭률에 대처하기 위하여, 연마 응집체가 개발되었다. 연마 응집체는 유기 또는 무기 결합제로 결합되어 있는 복수의 연마 그릿을 갖는다. 결합제는 일반적으로 연마 그릿보다 부서지기 쉬워서, 연마 그릿이 평탄하게 되거나 폴리싱되기 전에, 다 사용된 연마 그릿이 방출되도록 결합제가 파쇄되며, 이는 새로운 연마 그릿을 공작물에 노출시킨다.

[0005] 발명의 개요

[0006] 일 태양에서, 본 발명은 실질적으로 연속적이며 비다공성인 무기 결합제에 의해 삼차원 구조로 함께 접합된 복수의 연마 그레인을 포함하는 연마 응집체를 제공하며, 여기서 연마 그레인은 평균 크기가 약 0.5 미크론 내지 약 1500 미크론이며, 무기 결합제는 연마 응집체의 약 75 중량% 미만을 구성하는, 응집체의 벌크 밀도는 연마 그레인의 벌크 밀도의 약 90% 미만이다.

[0007] 다른 태양에서, 본 발명은 표면을 갖는 배킹(backing), 및 접합 시스템에 의해 상기 표면에 고정된 복수의 연마 응집체를 포함하는 코팅 연마재를 제공하며, 여기서 복수의 연마 응집체 각각은 실질적으로 연속적이며 비다공성인 무기 결합제에 의해 삼차원 구조로 함께 접합된 복수의 연마 그레인을 포함하고, 연마 그레인은 평균 크기가 약 0.5 미크론 내지 약 1500 미크론이며, 무기 결합제는 연마 응집체의 약 75 중량% 미만이고, 응집체의 벌크 밀도는 연마 그레인의 벌크 밀도의 약 90% 미만이다.

[0008] 다른 태양에서, 본 발명은 한정된 형상을 각각 갖고 연화 온도를 갖는 복수의 유리체(glass body)를 제공하는 단계, 복수의 연마 그레인을 제공하는 단계, 복수의 유리체와 복수의 그레인을 혼합하여 혼합물을 형성하는 단계, 혼합물을 연화 온도로 가열하여 유리체가 한정된 형상을 실질적으로 유지하면서 연화되도록 하는 단계, 연마 그레인을 연화된 유리체에 접촉시켜 복수의 연마 응집체를 형성하는 단계, 및 연마 응집체를 냉각시켜 유리체를 경화시키는 단계를 포함하는, 연마 응집체를 제조하는 방법을 제공한다.

[0009] 본 발명의 연마 응집체는 일반적으로 제조 비용이 저렴하며 전형적으로 개선된 연삭 수명을 제공한다.

### 발명의 상세한 설명

[0018] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 연마 응집체는 실질적으로 연속적이며 비다공성인 무기 결합제(14)에 의해 삼차원 구조로 함께 접합된 복수의 연마 그레인을 포함하며, 여기서 연마 그레인은 평균 크기가 약 0.5 미크론 내지 약 1500 미크론이고, 무기 결합제(14)는 연마 응집체의 약 75 중량% 미만이며, 연마 응집체의 벌크 밀도는 연마 그레인의 벌크 밀도의 약 90% 미만이다. 여기서, "벌크 밀도"는 입자, 즉 연마 그레인 또는 연마 응집체의, 이들이 느슨하게 패킹된(packed) 때의 벌크량의 부피를 말한다.

[0019] 몇몇 실시 형태에서, 무기 결합제는 쇼핑(chopped) 유리섬유 스트랜드(strand), 유리섬유 단열재, 소비 후 재생된 유리, 또는 일정 크기의 유리 프리트(frit) 입자로부터 만들어진 유리체와 같은 저렴한 원료로부터 형성된 유

리 결합제이다. 후술하는 바와 같이, 본 발명의 방법은 연마 응집체의 형성을 위한 결합제로 작용하는 저렴한 원료를 이용하는 저렴한 연마 응집체형 연마 그레이인의 제조를 제공한다.

[0020] 실질적으로 연속적이고 비다공성이라는 것은 유리 결합제가 단일 비다공성 유리체로 형성됨을 의미한다. 연마 응집체의 삼차원 구조에서, 유리 결합제는 삼차원 구조 전체에 걸쳐 실질적으로 중단되지 않는다. 유리 결합제는 일반적으로 갭(gap) 또는 기공(air pore)의 형성 없이 연마 그레이인을 습윤시킨다. 몇몇 실시 형태에서, 유리 결합제는 단일 비다공성 유리체로부터 형성된다. 몇몇 실시 형태에서, 연마 응집체는 유리 결합제를 형성하기 위해 이용되는 유리체와 동일한 일반 형상을 갖는다.

[0021] 몇몇 실시 형태에서, 연마 응집체는 약 5 미크론 내지 약 10,000 미크론의 크기를 갖는다. 몇몇 실시 형태에서, 연마 응집체는 약 10 미크론 내지 약 100 미크론의 크기를 갖는다. 또 다른 실시 형태에서, 연마 응집체는 약 15 미크론의 크기를 갖는다. 연마 응집체의 "크기"는 연마 응집체의 최소 선형 치수를 의미한다. 예를 들어, 도 1에 도시된 연마 응집체의 크기는 치수 W이다. 다른 실시 형태에서, 연마 응집체는 1:1보다 큰 종횡비를 갖는다. 몇몇 실시 형태에서, 연마 응집체는 약 1:1 내지 약 20:1의 종횡비를 갖는다. 또 다른 실시 형태에서, 연마 응집체는 약 2:1 내지 약 5:1의 종횡비를 갖는다. "종횡비"는 연마 응집체의 최장 치수와 가장 좁은 치수 사이의 비를 의미한다. 예를 들어, 도 1에서, 연마 응집체의 최장 치수는 길이 L이며 최단 치수는 폭 W이어서, 도 1의 연마 응집체의 종횡비는 L:W이다(도 1에서는 약 3:1로 도시됨).

[0022] 각각의 연마 응집체에 있어서, 효율적인 연삭에 필요한 것보다 많은 연마 그레이인을 갖지 않고서도 연마 응집체로부터 제조된 연마 용품이 허용가능한 절삭 수명을 갖도록 충분한 수의 연마 그레이인이 존재하여야 한다. 몇몇 실시 형태에서, 연마 응집체 당 약 3 내지 약 300개의 연마 그레이인이 있다. 몇몇 실시 형태에서, 연마 응집체 당 약 3 내지 약 20개의 연마 그레이인이 있다. 또 다른 실시 형태에서, 연마 응집체 당 약 3 내지 약 15개의 연마 그레이인이 있다. 몇몇 실시 형태에서, 연마 그레이인 1 그램 당 약 0.05 그램 내지 약 0.5 그램의 유리 결합제가 있다. 몇몇 실시 형태에서, 연마 그레이인 1 그램 당 약 0.1 그램 내지 약 0.45 그램의 유리 결합제가 있다. 또 다른 실시 형태에서, 연마 응집체 내의 연마 그레이인 1 그램 당 약 0.15 그램 내지 약 0.25 그램의 유리 결합제가 있다.

[0023] 본 발명의 연마 응집체는 종래의 연마 그레이인보다는 연마 응집체를 이용하는 연마 용품의 연삭 수명을 상당히 증가시키는 것으로 밝혀졌다. 예를 들어, 비교예 B(전통적인 연마 그레이인)와 실시예 15(본 발명의 연마 응집체)의 연삭 디스크들 사이의 비교를 참고한다. 본 발명의 연마 응집체로 제조된 연삭 디스크는 8분의 기간에 걸쳐 1018개의 강 공작물로부터 총 289 그램을 연삭할 수 있는 반면, 전통적인 연삭 디스크는 동일한 기간에 걸쳐 단지 총 약 260 그램을 연삭할 수 있었다. 또한, 다른 비교 시험에서, 종래의 연삭 디스크는 단지 약 11분 동안 연삭할 수 있었던 반면, 연마 응집체로 만들어진 연삭 디스크는 15분 후에도 여전히 효과적으로 연삭하고 있었다(도 8 참고).

[0024] 몇몇 실시 형태에서, 연마 그레이인은 무기 결합제에 의해 실질적으로 캡슐화되지 않는다. 이와 관련하여, "실질적으로 캡슐화되지 않는다"이라는 구는 연마 그레이인의 표면의 일부분이 유리 결합제와 접촉 상태로 있지 않음을 의미한다. 몇몇 실시 형태에서, 각 연마 그레이인의 대부분은 노출되어서 연마 그레이인은 유리 결합제 내에 캡슐화되지 않는다. 다른 실시 형태에서, 연마 그레이인은 유리 결합제 상에 불연속 코팅을 형성하며, 여기서 유리 결합제의 중심으로부터 방사상 외향으로 연장하는, 도 1에 도시된 직선(16)과 같은 직선은 3개 이하의 연마 그레이인을 통과한다. 몇몇 실시 형태에서, 연마 그레이인은 유리 결합제 상에 불연속 코팅을 형성하며, 여기서 유리 결합제의 중심으로부터 방사상 외향으로 연장하는, 도 1에 도시된 직선과 같은 직선은 2개 이하의 연마 그레이인을 통과한다. 몇몇 실시 형태에서, 응집체 중심으로부터 방사상 외향으로 연장하는 선이 하나 이하의 연마 그레이인을 통과하도록 연마 그레이인이 유리 결합제 상에 불연속 단층을 형성한다. 연마 그레이인이 불연속 코팅을 형성하기 때문에, 응집체 중심으로부터 외향으로 연장하는 선은 도 1에 도시된 선(16b)과 같이 임의의 연마 그레이인을 통해 연장하지 않을 수도 있다는 것이 가능하다.

[0025] 본 발명의 연마 응집체에 유용한 연마 그레이인은 연마 용품에 의해 생성되는 원하는 절삭물과 표면 마감이 달성되도록 선택된다. 연마 그레이인은 전형적으로 약 0.5 마이크로미터 내지 약 1500 마이크로미터 범위의 입자 크기를 갖는다. 몇몇 실시 형태에서, 연마 그레이인 입자 크기는 약 1 마이크로미터 내지 약 1300 마이크로미터이며, 여기서 연마 그레이인의 "크기"는 개별 미립자형 연마 그레이인의 최단 치수를 말한다.

[0026] 본 발명의 연마 응집체에 사용하기에 적합한 연마 그레이인의 예는 용해 산화알루미늄, 세라믹 산화알루미늄, 열처리된 산화알루미늄, 백색 용해 산화알루미늄, 갈색 용해 산화알루미늄, 단결정성 용해 산화알루미늄, 실리카, 탄화규소, 녹색 탄화규소, 탄화붕소, 탄화티타늄, 알루미늄 나이트라이드, 지르코니아, 용해 알루미늄 나이트라이드, 지르코니아,

다이아몬드, 세리아, 입방정형 질화붕소(cubic boron nitride, CBN),  $B_6O$  및  $B_{10}O$  형태의 산화붕소, 가넷(garnet), 판상 규조토(tripoli), 보론 카보나이트라이드, 소결된 알파 알루미나 기체의 연마 입자, 뱀석 유래의 소결된 알루미나, 및 그 조합으로부터 만들어진 입자를 포함한다. 일 실시 형태에서, 연마 그레인은 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)(미국 미네소타주 세인트 폴 소재)에 의해 상표명 "큐비트론"(CUBITRON)으로 판매되는 그레인이다.

[0027] 몇몇 실시 형태에서, 연마 그레인은 적어도 약 35  $\mu m$ 의 경도를 갖는 "초연마"(superabrasive) 물질이거나 이들 물질을 실질적으로 포함한다. 몇몇 실시 형태에서, 연마 그레인은 다이아몬드, CBN, 또는 그 조합과 같은, 적어도 약 40  $\mu m$ 의 경도를 갖는 "초연마" 물질이거나 이들 물질을 실질적으로 포함한다. 이와 관련하여, 초연마 물질을 실질적으로 포함한다는 것은 연마 그레인이 적어도 30%가 초연마 그레인인 실시 형태를 설명하기 위해 이용된다. 몇몇 실시 형태에서, 연마 그레인은 적어도 50%가 초연마 그레인이다. 또 다른 실시 형태에서, 연마 그레인은 적어도 약 75%가 초연마 그레인이다.

[0028] 일 실시 형태에서, 유리 결합체는 실질적으로 연속적이고 비다공성인 유리질 물질이며, 연마 그레인에 함께 결합하여 함께 연마 응집체를 형성한다. 유리 결합체는 연마 응집체가 공작물을 연마하기 위해 이용되고 있을 때 연마 그레인을 적소에 유지하도록 충분히 강해야 하지만, 공작물을 효과적으로 절삭하기 위하여 연마 그레인이 너무 폴리싱되거나 무더지게 될 때 분쇄되기에 충분하게 부서지기 쉬워야 한다. 유리 결합체는 전형적으로 연마 응집체의 약 75 중량% 미만이다. 몇몇 실시 형태에서, 유리 결합체는 연마 응집체의 약 60 중량% 미만이다. 또 다른 실시 형태에서, 유리 결합체는 연마 응집체의 50 중량% 미만이다. 용어 "유리 결합체"의 사용은 유리 결합체를 엄격하게 유리질의, 비-결정화 물질로만 제한하고자 하는 것이 아니다. 오히려, 유리 결합체는 완성된 연마 응집체에서 부분적으로 또는 완전히 결정화된 물질일 수도 있다. 일 실시 형태에서, 유리 결합체는 유리로 시작하지만 연마 응집체를 제조하는 가열 및 냉각 공정 동안 부분적으로 또는 완전히 결정화되는 유리체로부터 만들어진다.

[0029] 유리 결합체에 이용될 수 있는 물질의 예는 규산염, 소다 석회 규산염, 규산칼슘, 알루미노규산칼슘, 규산나트륨, 규산칼륨, 붕규산염, 인산염, 붕소 유리, 알루미네이트, 유리 세라믹, 티탄산염 함유 유리, 희토류 산화물 유리, 지르코니아 기체의 유리, 파유리 및 파쇄된 사용 후 재생된 유리 또는 그 조합을 포함한다. 유리 결합체는 연마 응집체에서 부분적으로 또는 완전히 결정화될 수 있다.

[0030] 몇몇 실시 형태에서, 유리 결합체는 연마 응집체를 형성하는 데 사용하기 위해 저렴한 원료로서 얻어질 수 있는 유리체로부터 형성된다. 유리체 원료의 예는 오웬스 코닝(Owens Corning)(미국 오하이오주 토레도 소재) 또는 세인트-고바인 베트로텍스 아메리카, 인크.(Saint-Gobain Vetrotex America, Inc.)(미국 펜실베이니아주 벨리 포지 소재)로부터 입수가능한 초핑 유리섬유 스트랜드, 존스 맨빌 코포레이션(Johns Manville Corporation)(미국 콜로라도주 덴버 소재)으로부터 입수가능한 유리섬유 단일 배팅(batting), 아메리칸 스페셜티 글라스, 인크.(American Specialty Glass Inc.)(미국 유타주 노스 솔트 레이크 시티 소재)로부터 입수가능한 재생 글라스 파인(glass fines), 또는 페로 코포레이션(Ferro Corporation)(미국 오하이오주 클리블랜드 소재)으로부터 입수가능한 유리 프릿 조각을 포함한다. 일 실시 형태에서, 유리체는 연마 그레인과 혼합되기 전에 함께 묶일 수 있는 유리 섬유이다. 몇몇 실시 형태에서, 유리체는 연마 그레인보다 적어도 약 2배 더 크다. 몇몇 실시 형태에서, 유리체는 적어도 약 3배 더 크다. 또 다른 실시 형태에서, 유리체는 연마 그레인보다 적어도 약 5배 더 크다. 이와 관련하여, 용어 "더 큰"은 유리체의 최장 치수, 즉 도 1에서 길이 L이 연마 그레인의 크기보다 큼을 의미한다.

[0031] 복수의 연마 응집체를 제조하는 방법은 유리 결합체로부터 만들어지며 한정된 형상을 각각 갖고 연화 온도를 갖는 복수의 유리체를 제공하는 단계, 복수의 연마 그레인을 제공하는 단계, 복수의 유리체와 복수의 연마 그레인을 함께 혼합하여 혼합물을 형성하는 단계, 혼합물을 유리체의 연화 온도로 가열하여 유리체가 한정된 형상을 실질적으로 유지하면서 연화되도록 하는 단계, 연마 그레인을 연화된 유리체에 접촉시켜 복수의 연마 응집체를 형성하는 단계, 및 연마 응집체를 냉각시켜 유리체의 유리 결합체를 경화시키는 단계를 포함한다.

[0032] 몇몇 실시 형태에서, 유리체는 저렴한 전구체, 예를 들어 초핑 유리섬유 스트랜드, 복수의 유리 섬유 또는 소비 후 재생된 유리의 입자로서 제공된다. 그러한 유리체는 초기 형상을 가지며, 이는 연마 응집체의 형성에 도움이 된다. 몇몇 실시 형태에서, 유리체는 약 0.79 mm(1/32 인치) 내지 약 9.5 mm(3/8 인치)의 길이를 갖는, 오웬스 코닝에 의해 판매되는 유리섬유 스트랜드와 같은 길고 가는 초핑 유리섬유 스트랜드이다. 몇몇 실시 형태에서, 유리체는 약 1.59 mm(1/16 인치)의 길이를 갖는다. 몇몇 실시 형태에서, 유리체 폭은 약 0.4 mm(1/64 인치) 내지 약 1.59 mm(1/16 인치)이다. 몇몇 실시 형태에서, 유리체의 폭은 약 0.79 mm(1/32 인치)이다. 다른



실시 형태에서, 유리체는 약 0.198 mm(1/128 인치) 내지 약 1.59 mm(1/16 인치)의 크기를 갖는 소비 후 재생된 글라스 파인이다. 몇몇 실시 형태에서, 재생 글라스 파인은 약 0.4 mm(1/64 인치) 내지 약 0.79 mm(1/32 인치)일 수 있다. 또 다른 실시 형태에서, 약 0.4 mm(1/64 인치)의 크기를 갖는 재생 글라스 파인이 이용될 수 있다.

[0033] 유리체가 선택된 후, 유리체는 복수의 연마 그레인과 혼합된다. 몇몇 실시 형태에서, 과량의 연마 그레인이 혼합 단계 동안 유리체와 혼합된다. "과량"이란 연마 응집체의 형성에 필요한 것보다 더 많은 연마 그레인이 유리체와 혼합됨을 의미한다. 일 실시 형태에서, 혼합 단계는 부피 기준으로, 유리체 1부 당 연마 그레인 적어도 약 2부의 과량의 연마 그레인을 제공하는 것을 포함한다. 또 다른 실시 형태에서, 혼합 단계는 부피 기준으로, 유리체 1부 당 연마 그레인 적어도 약 3부의 과량의 연마 그레인을 제공하는 것을 포함한다. 또 다른 실시 형태에서, 혼합 단계는 부피 기준으로, 유리체 1부 당 연마 그레인 적어도 약 4부의 과량의 연마 그레인을 제공하는 것을 포함한다. 다른 방법에서, 중량 기준으로 약 2부 내지 약 200부의 연마 그레인이 유리체 1부 당 제공된다. 추가의 실시 형태에서, 중량 기준으로 유리체 1부 당 약 10 부 내지 약 100부의 연마 그레인이 유리체 1부 당 제공된다. 또 다른 추가의 실시 형태에서, 중량 기준으로 유리체 1부 당 약 10 부 내지 약 25부의 연마 그레인이 유리체 1부 당 제공된다. 유리체와 연마 그레인의 혼합물은 연마 그레인 내에 유리체가 실질적으로 균일하게 분포할 때까지, 즉 시판 혼합기와 같은 통상적인 혼합 수단을 이용하여 함께 혼합된다.

[0034] 몇몇 실시 형태에서, 혼합 단계는 물, 또는 몇몇 다른 임의 액상 결합제를 유리체 및 연마 그레인과 혼합하여 연마 그레인과 유리체가 균일하게 혼합된 채 남아있도록 하는 것을 포함한다. 몇몇 실시 형태에서, 약 1 그램 내지 약 5 그램이 연마 그레인 100 그램 당 첨가된다. 몇몇 실시 형태에서, 약 2 그램 내지 약 4 그램이 연마 그레인 100 그램 당 첨가된다. 또 다른 실시 형태에서, 약 3 그램의 물이 연마 그레인 100 그램 당 첨가된다.

[0035] 혼합된 후, 혼합물은 유리체의 유리 결합체의 연화 온도로 가열된다. 혼합물은 노(furnace)와 가마(kiln)를 비롯한 많은 가열 장치 중 임의의 하나를 이용하여 가열될 수 있다. 바람직한 방법에서는, 혼합물은 형성된 연마 응집체가 가마로부터 제거되면서 연속적으로 회전식 가마 또는 수직 샤프트 가마로 이송된다.

[0036] 유리체가 연화되어 연마 그레인이 유리체에 접착되도록 이 혼합물은 적어도 유리 결합체의 연화 온도로 가열된다. "연화 온도"란, 연마 그레인이 유리 결합체 내에 매립될 수 있도록 유리 결합체가 충분히 변형될 수 있기에 충분하게 유리 결합체의 점도가 낮아지게 되는 온도를 의미한다. 유리체들은 그들의 초기 원료 상태와 비교할 때 응집 후 약간의 뒤틀림, 융해 또는 유동을 나타낼 수 있지만, 각 유리체의 형상은 실질적으로 그의 벌크 형상을 유지하며 대략적으로 온전하게 남아있어서 연마 응집체의 골격을 형성하게 된다.

[0037] 특정 유리 결합체의 연화 온도는 유리 결합체의 구성에 의존한다. 예를 들어, 세인트 고바인(미국 펜실베이니아 주 벨리 포지 소재)으로부터 입수가 가능한 쇼팽 스트랜드 유리섬유는 52-62%의 실리카( $\text{SiO}_2$ ), 16-30%의 테러스 산화물(terrous oxide) (즉,  $\text{CaO}$  또는  $\text{MgO}$ ), 0-10%의  $\text{B}_2\text{O}_3$ , 11-16%의  $\text{Al}_2\text{O}_3$  및 소량(즉, 3% 이하)의 알칼리 산화물(즉,  $\text{Na}_2\text{O}$  또는  $\text{K}_2\text{O}$ ),  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  및  $\text{F}_2$ 의 구성을 갖는 "E 글라스"로부터 만들어지며 약 1000℃의 연화 온도를 갖는 반면, 소비 후 재생된 유리는 상이한 구성을 가지며 약 800℃의 보다 낮은 연화 온도를 갖는다. 특정 유리 결합체의 연화 온도는 시행 착오를 거쳐 당업자가 쉽게 결정할 수 있으며, 여기서 유리체와 연마 그레인의 혼합물은 실험 온도로 가열되고, 얻어진 연마 응집체는 유리 결합체가 충분히 연화되어 연마 그레인을 습윤시키기에 적당하게 유동하여 연마 그레인이 유리체에 충분히 결합되도록 하는지를 결정하기 위해 분석된다. 한 가지 방법에서, 연화 온도는 대부분의 연마 그레인에 있어서 적어도 약 5%의 연마 그레인이 유리 결합체 내에 매립될 만큼 충분히 유리체가 연화되는 온도로 결정된다. 몇몇 실시 형태에서, 연화 온도는 대부분의 연마 그레인에 있어서 적어도 약 10%의 연마 그레인이 유리 결합체 내에 매립될 만큼 충분히 유리체가 연화되는 온도로 결정된다. 다른 추가의 실시 형태에서, 연화 온도는 대부분의 연마 그레인에 있어서 적어도 약 20%의 연마 그레인이 유리 결합체 내에 매립될 만큼 충분히 유리체가 연화되는 온도로 결정된다. 한 가지 방법에서, 혼합물은 약 300℃ 내지 약 1500℃의 온도로 가열된다. 몇몇 실시 형태에서, 혼합물은 약 400℃ 내지 약 1100℃의 온도로 가열된다. 추가의 실시 형태에서, 혼합물은 약 600℃ 내지 1000℃의 온도로 가열된다.

[0038] 가열 단계는 또한 유리 결합체의 연화 온도보다 높게 유리체와 연마 그레인의 혼합물을 가열하여 유리 결합체가 약간 유동하여 연마 그레인의 표면을 습윤시키도록 하는 것을 포함할 수 있다. 몇몇 실시 형태에서, 혼합물은 유리 결합체의 연화 온도보다 약 1℃ 내지 약 200℃ 높게 가열된다. 몇몇 실시 형태에서, 혼합물은 유리 결합체의 연화 온도보다 약 5℃ 내지 약 50℃ 높게 가열된다. 다른 추가의 실시 형태에서, 혼합물은 유리 결합체의 연화 온도보다 약 10℃ 높게 가열된다. 혼합물은 연마 그레인의 용융 온도보다 상당히 낮은 온도로 가열되어

연마 그레인이 그들의 크기와 형상을 유지하도록 하고, 또한 연마 그레인이 용융되거나 서로 접촉되지 않도록 한다.

[0039] 유리체와 연마 그레인은 한정된 원하는 수의 연마 그레인이 각 유리체에 결합되는 것을 보장하기에 충분한 기간 동안 가열된다. 그러나, 혼합물이 가열되는 시간의 크기는 너무 길지 않아야 하는데, 그 이유는 이것이 연마 응집체의 형성에 필요한 것보다 더 많은 에너지를 필요로 할 것이기 때문이다. 몇몇 실시 형태에서, 유리체와 연마 그레인은 약 1/2시간 내지 약 4시간 동안 가열된다. 몇몇 실시 형태에서, 유리체와 연마 그레인은 약 1시간 내지 약 3시간 동안 가열된다. 다른 추가의 실시 형태에서, 유리체와 연마 그레인은 약 2시간 동안 가열된다. 하지만, 유리체와 연마 그레인의 혼합물이 가열되는 시간의 크기는 혼합물이 가열될 온도 및 유리 결합체의 구성에 의존한다. 후술하는 바와 같이 만일 혼합물을 가열하기 위하여 회전식 가마를 이용한다면, 가마는 회전식 가마의 가열된 부분 내에서의 체류 시간이 혼합물의 원하는 가열 시간을 생성하도록 설계된다. 회전식 가마에서, 가열 시간은 또한 훨씬 짧을 수 있다. 몇몇 실시 형태에서, 회전식 가마 내에서의 가열 시간은 1시간 미만이다. 몇몇 실시 형태에서, 회전식 가마 내에서의 가열 시간은 약 5분 내지 약 15분이다.

[0040] 몇몇 실시 형태에서, 유리 결합체와 연마 그레인의 혼합물을 가열하기 위하여 회전식 가마가 이용된다. 일 실시 형태에서, 회전식 가마는 긴 금속의 원통형 튜브, 및 이 튜브와 그 내용물을 가열하기 위한 가열 요소를 포함한다. 회전식 가마 튜브는, 예를 들어 약 12.7 cm(5 인치)의 외경 및 약 11.43 cm(4 1/2 인치)의 내경 및 약 121.9 cm(48 인치)의 가열 길이를 갖는 인코넬(Inconel) 튜브일 수 있다. 회전식 가마는 탄화규소 저항 가열 요소로 가열되는 2구역(2 zoned) 가마일 수 있다. 몇몇 실시 형태에서, 회전식 가마는 수평으로부터 약간 각도를 이루어 연마 그레인, 유리체로부터 만들어진 유리 결합체 및 형성된 연마 응집체가 작업 동안 회전식 가마로부터 흘러내리도록 한다. 일 실시 형태에서, 회전식 가마의 튜브는 수평으로부터 약 2도 내지 약 30도의 각도를 이룬다. 일 실시 형태에서, 회전식 가마의 튜브는 수평으로부터 약 5도 내지 약 20도의 각도를 이룬다. 회전식 가마는 가열 동안 가마 내에서 성분들이 계속 혼합되도록 회전된다. 한 가지 방법에서, 회전식 가마는 분당 약 1 내지 약 10회전으로 회전된다. 몇몇 실시 형태에서, 회전식 가마는 분당 약 2 내지 약 8회전으로 회전된다. 회전식 가마는 또한 물질이 회전식 가마의 내벽에 쌓이는 것을 방지하기 위하여 규칙적인 간격으로 튜브를 타격하는 추를 포함할 수도 있다. 회전식 가마는 또한 동일한 목적으로 회전식 가마의 내부에 스크레이퍼 블레이드(scraper blade)를 포함할 수도 있다.

[0041] 유리 결합체가 충분히 연화된 후, 연마 그레인은 유리체에 접촉되어 가열된 연마 응집체를 형성한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 몇몇 실시 형태에서 유리체에 결합된 연마 그레인은 부분적으로 유리 결합체 내에 매립되어서 각 연마 그레인(12)의 상당 부분이 노출된다.

[0042] 연마 그레인을 가열하고 유리 결합체에 접촉시킨 후, 연마 응집체는 냉각되어 유리 결합체가 경화되고 연마 그레인은 적소에 유지되어 연마 응집체를 형성한다. 연마 응집체는 연마 응집체로부터 연마 그레인이 제거되는 것을 억제하기 위하여 유리 결합체가 고체 또는 실질적으로 고체 상태로 경화되기에 충분히 낮은 온도로 냉각된다. 유리체가 냉각되고 경화된 후, 연마 그레인은 유리체의 외측 표면 상에 접합된다. 일 실시 형태에서, 연마 응집체는 약 20℃ 내지 약 100℃로 냉각된다. 몇몇 실시 형태에서, 연마 응집체는 약 25℃ 내지 약 75℃로 냉각된다. 다른 추가의 실시 형태에서, 연마 응집체는 "실온" 또는 약 25℃로 냉각된다. 냉각은 노 또는 가마로부터 형성된 연마 응집체 전구체를 제거하여 그들을 "공냉"시켜 달성되거나, 또는 회전식 가마의 일부를 냉각시키는 수냉 시스템을 이용하는 것과 같이 능동 냉각에 의해 연마 응집체 전구체를 냉각시킬 수 있다. 몇몇 실시 형태에서, 냉각 단계 후, 유리체는 실질적으로 연속적이고 비다공성으로 된다.

[0043] 다른 실시 형태에서, 유리 결합체의 전부 또는 일부를 결정화시키기 위해 연마 응집체를 열처리하는 단계가 포함될 수 있다. 열처리 단계는 연마 응집체가 완전히 냉각되기 전 또는 후에 이용될 수 있다.

[0044] 전술한 바와 같이, 몇몇 실시 형태에서 연마 응집체를 만들기 위해 이용된 유리체는 과량의 연마 그레인과 혼합되어 각 유리체는 연마 그레인으로 충분히 덮인다. 따라서, 한 가지 방법에서, 과량의 연마 그레인으로부터 연마 응집체를 분리하는 단계가 포함된다. 하나의 분리 단계는 연마 응집체보다는 더 작지만 연마 그레인보다는 더 큰 개구를 가진 메쉬 스크린을 선택하고, 이 메쉬 스크린을 이용하여 과량의 연마 그레인으로부터 연마 응집체를 체질하는 것을 포함한다. 연마 응집체는 상이한 크기로 형성될 수 있으므로, 몇몇 실시 형태에서는 각각이 연속하여 더 작아지는 일련의 메쉬 스크린이 이용되어 과량의 연마 그레인을 여전히 체질하면서 큰 연마 응집체를 먼저, 이어서 보다 작은 연마 응집체를 포획한다.

[0045] 연마 응집체는 특정 연마 용품에서의 이용에 요구되는 입자 크기를 가질 수 있다. 그러나, 몇몇 방법에서, 일부 유리체는 원하는 응집체 크기보다 클 수 있거나, 두 가지 이상의 유리체가 가열 단계 동안 함께 점착하여 연



마 응집체의 일부는 원하는 것보다 클 수 있다. 따라서, 한 가지 방법에서는, 형성된 연마 응집체를 더 작은 크기로 분쇄하는 단계가 포함된다. 분쇄 단계는 롤러 또는 몇몇 다른 분쇄 수단 하에서 연마 응집체를 파쇄하고, 이어서 스크린을 이용하여 연마 응집체를 체질하여 원하는 크기의 연마 응집체를 제거하여 여전히 너무 큰 연마 응집체가 다시 분쇄될 수 있도록 하는 것을 포함할 수 있다. 일 실시 형태에서, 최종 연마 응집체는 약 5 미크론 내지 약 10,000 미크론의 크기를 갖는다.

[0046] 본 발명의 연마 응집체는 여러 종류의 연마 용품, 예를 들어 도 5에 도시된 코팅 연마 용품(30), 도 6에 도시된 연삭 휠(50)과 같은 접합 연마재, 및 도 7에 도시된 부직 연마 용품(60), 및 연마 브러쉬의 제조에 이용될 수 있다.

[0047] 도 5를 참조하면, 주 표면(34)을 가진 배킹(32) 및 접합 시스템(36)에 의해 주 표면(34)에 고정된 복수의 연마 응집체(10)를 갖는 코팅 연마 용품(30)이 도시되어 있으며, 여기서 각 연마 응집체(10)는 실질적으로 연속적이며 비다공성인 무기 결합체에 의해 삼차원 구조로 함께 접합된 복수의 연마 그레인을 포함하며, 연마 그레인은 평균 크기가 약 0.5 미크론 내지 약 1500 미크론이고, 무기 결합체는 연마 응집체(10)의 약 75 중량% 미만이며, 연마 응집체(10)의 벌크 밀도는 연마 그레인의 벌크 밀도의 약 90% 미만이다.

[0048] 접합 시스템(36)은 배킹(32)의 주 표면(34)에 연마 응집체(10)를 결합시켜 연마층(38)을 형성한다. 일반적으로 당업계에 공지된 바와 같이, 접합 시스템(36)은 메이크층(make layer)(40)과 사이즈층(size layer)(42)을 포함할 수 있으며, 여기서 메이크층(40)은 주 표면(34)에 적용되고 각 연마 응집체(10)의 일부는 메이크층(40)에 매립된다. 사이즈층(42)은 메이크층(40) 및 연마 응집체(10) 위에 적용되어 배킹(32)에의 연마 응집체(10)의 접착을 강화시킨다. 수퍼사이즈층(도시 안됨)이 또한 이용될 수 있다.

[0049] 배킹은 연마층이 배킹의 주 표면 상에 코팅된, 코팅 연마재 기술 분야에 공지된 많은 유형의 배킹 중 하나일 수 있다. 전형적인 배킹재의 예는 중합체성 필름, 프라이밍된(primed) 중합체성 필름, 미가공 천, 천, 섬유, 종이, 가황 섬유, 부직물, 중합체/섬유 복합체 및 그들의 처리된 버전 및/또는 조합을 포함한다. 바람직한 배킹은 그 개시 내용이 본 명세서에 참조로 포함된 미국 특허 제5,975,988호(크리스찬슨(Christianson))에 기술된 천 배킹과 같은 천, 또는 그 개시 내용이 본 명세서에 참조로 포함된 미국 특허 공개 제2005/0032468호(헌트(Hunt) 등)에 기술된 섬유 배킹과 같은 섬유 배킹으로부터 만들어진다.

[0050] 몇몇 실시 형태에서 접합 시스템은, 예를 들어 제1 층은 메이크층이고 제2 층은 사이즈층인 적어도 두 개의 접착층을 포함할 수 있는 유기 기재의 접합 시스템이다. 전형적으로, 메이크층과 사이즈층은 유기 기재의 결합제 전구체, 예를 들어 수지로부터 형성된다. 메이크층을 형성하기 위해 이용되는 전구체는 사이즈층을 형성하기 위해 이용되는 것과 동일하거나 상이할 수 있다. 열 또는 자외선 에너지원과 같은 적당한 조건에 노출시, 수지는 중합되어 가교결합된 열경화 수지 중합체 또는 결합제를 형성한다. 접합 시스템을 형성하기 위해 이용되는 전형적인 수지의 예는 페놀계 수지, 펜던트 알파, 베타, 불포화 카르보닐기를 갖는 아미노플라스틱 수지, 우레탄 수지, 에폭시 수지, 에틸렌계 불포화 수지, 아크릴레이트화(acrylated) 아이소시아누레이트 수지, 우레아-포름알데히드 수지, 아이소시아누레이트 수지, 아크릴레이트화 우레탄 수지, 아크릴레이트화 에폭시 수지, 비스말레이미드 수지, 불소 개질된 에폭시 수지, 및 그 혼합물을 포함한다. 에폭시 및 페놀계 수지가 바람직하다. 구매가능한 페놀계 수지의 예는 옥시덴탈 케미칼스 코퍼레이션(Occidental Chemicals Corp.)으로부터 입수가 가능하고 상표명 두레즈(DUREZ) 및 바크룸(VACRUM)으로 공지된 것, 몬산토(Monsanto)로부터 입수가 가능하고 레지녹스(RESINOX)로 공지된 것, 및 애쉬랜드 케미칼 컴퍼니(Ashland Chemical Co.)로부터 입수가 가능하고 아로펜(AROFENE) 및 아로탐(AROTAP)으로 공지된 것을 포함한다.

[0051] 아미노플라스틱 수지는 전형적으로 분자 또는 올리고머 당 적어도 하나의 펜던트 알파, 베타-불포화 카르보닐기를 갖는다. 유용한 아미노플라스틱 수지는 본 명세서에 참조로 포함된 미국 특허 제4,903,440호(라르손 등(Larson et al.)) 및 제5,236,472호(커크 등(Kirk et al.))에 개시된 것을 포함한다.

[0052] 에폭시 수지는 옥시란 고리를 가지며 고리 개환에 의해 중합된다. 적합한 에폭시 수지는 단량체성 에폭시 수지와 중합체성 에폭시 수지를 포함하며 다양한 골격과 치환기를 가질 수 있다. 일반적으로, 이 골격은 보통 에폭시 수지와 관련된 임의의 유형의 것, 예를 들어 비스-페놀 A일 수 있으며, 치환기는 실온에서 옥시란 고리와 반응성인 활성 수소 원자가 없는 임의의 기를 포함할 수 있다. 적합한 치환기의 대표적인 예는 할로젠, 에스테르기, 에테르기, 설포네이트기, 실록산기, 니트로기 및 포스페이트기를 포함한다.

[0053] 바람직한 에폭시 수지의 예는 2,2-비스[4-(2,3-에폭시프로폭시)-페닐]프로판(비스페놀의 다이글리시딜 에테르) 및 셸 케미칼 컴퍼니(Shell Chemical Co.)로부터 상표명 "에폰(Epon) 828", "에폰 04" 및 "에폰 01F"로 구매가

능한 물질, 및 다우 케미칼 컴퍼니(Dow Chemical Co.)로부터 상표명 "DER-331", "DER-332" 및 "DER-334"로 구매가능한 물질을 포함한다. 다른 적합한 에폭시 수지는 페놀 포름알데히드 노볼락의 글리시딜 에테르, 예를 들어 다우 케미칼 컴퍼니로부터 입수가 가능한 "DEN431" 및 "DEN428"을 포함한다.

[0054] 에틸렌계 불포화 수지는 탄소, 수소 및 산소 원자와 선택적으로 질소 및 할로젠 원자를 함유하는 단량체 및 중합체 화합물 둘 모두를 포함한다. 산소 또는 질소 원자 또는 이들 둘 모두는 일반적으로 에테르, 에스테르, 우레탄, 아마이드, 및 우레아 기에 존재한다. 몇몇 실시 형태에서, 에틸렌계 불포화 화합물은 약 4,000 미만의 분자량을 가지며, 몇몇 실시 형태에서, 지방족 모노하이드록시 기 또는 지방족 폴리하이드록시 기를 함유하는 화합물과 아크릴산, 메타크릴산, 이타콘산, 크로톤산, 아이소크로톤산 및 말레산과 같은 불포화 카르복실산의 반응으로부터 만들어진 에스테르이다.

[0055] 아크릴레이트 수지의 대표적인 예는 메틸 메타크릴레이트, 에틸 메타크릴레이트, 스티렌, 다이비닐벤젠, 비닐톨루엔, 에틸렌 글리콜 다이아크릴레이트, 에틸렌 글리콜 메타크릴레이트, 헥사다이올 다이아크릴레이트, 트라이에틸렌 글리콜 다이아크릴레이트, 트라이메틸올프로판 트라이아크릴레이트, 글리세롤 트라이아크릴레이트, 펜타에리트리톨 트라이아크릴레이트, 펜타에리트리톨 트라이메톡실레이트, 펜타에리트리톨 테트라아크릴레이트 및 펜타에리트리톨 테트라메톡실레이트를 포함한다.

[0056] 다른 에틸렌계 불포화 수지는 카르복실산의 모노알릴, 폴리알릴, 및 폴리메탈릴 에스테르 및 아마이드, 예를 들어 다이알릴 프탈레이트, 다이알릴 아디페이트, 및 N,N-다이알릴아디프아미드를 포함한다. 다른 적합한 질소-함유 화합물은 트리스(2-아크릴로일-옥시에틸)아민, 1,3,5-트라이(2-메타크릴옥시에틸)-s-트라이아진, 아크릴아미드, 메틸아크릴아미드, N-메틸아크릴아미드, N,N-다이메틸아크릴아미드, N-비닐피롤리돈, 및 N-비닐피페리돈을 포함한다.

[0057] 아크릴레이트화 우레탄은 하이드록시 말단형의 NCO 연장된 폴리에스테르 또는 폴리에테르의 다이아크릴레이트 에스테르이다. 구매가능한 아크릴레이트화 우레탄의 예는 모르톤 티오클 케미칼(Morton Thiokol Chemical)로부터 입수가 가능한 "유비탄(UVITHANE) 782", 및 라드큐어 스페셜티즈(Radcurer Specialties)로부터 입수가 가능한 "CMD 6600," "CMD 8400," 및 "CMD 8805"를 포함한다.

[0058] 아크릴레이트화 에폭시는 비스페놀 A 에폭시 수지의 다이아크릴레이트 에스테르와 같은, 에폭시 수지의 다이아크릴레이트 에스테르이다. 구매가능한 아크릴레이트화 에폭시의 예는 라드큐어 스페셜티즈로부터 입수가 가능한 "CMD 3500," "UCMD 3600," 및 "CMD 3700"을 포함한다.

[0059] 본 발명의 접합 시스템(36), 예를 들어, 메이크층(40) 및/또는 사이즈층(42)은, 예를 들어 충전제(연삭 보조제 포함), 섬유, 정전기 방지제, 윤활제, 습윤제, 계면활성제, 안료, 염료, 커플링제, 가소제, 및 현탁제와 같은 선택적 첨가제를 추가로 포함할 수 있다. 이들 물질의 양은 원하는 특성을 제공하도록 선택될 수 있다.

[0060] 본 발명에 유용한 충전제의 예는 금속 탄산염(예를 들어, 탄산칼슘(예컨대, 백악, 방해석, 이회토, 석회화, 대리석, 및 석회석), 칼슘 마그네슘 카르보네이트, 탄산나트륨, 및 탄산마그네슘); 실리카(예를 들어, 석영, 건식 실리카, 유리 비드, 유리 버블, 및 유리 섬유); 규산염(예를 들어, 활석, 점토(예컨대, 몬트모릴로나이트), 장석, 운모, 규산칼슘, 메타규산칼슘, 알루미늄규산나트륨, 규산나트륨); 금속 황산염(예를 들어, 황산칼슘, 황산바륨, 황산나트륨, 황산나트륨알루미늄, 황산알루미늄); 석고; 질석; 목분; 알루미늄 3수화물; 카본 블랙; 금속 산화물(예를 들어, 산화칼슘(석회), 산화알루미늄(알루미나), 및 이산화티타늄); 및 금속 아황산염(예를 들어, 아황산칼슘)을 포함한다. 충전제는 전형적으로 약 0.1 내지 100 마이크로미터 범위의 평균 입자 크기를 갖는다. 몇몇 실시 형태에서, 충전제는 1 내지 50 마이크로미터 범위의 평균 입자 크기를 갖는다. 다른 추가의 실시 형태에서, 충전제는 1 내지 25 마이크로미터 범위의 평균 입자 크기를 갖는다.

[0061] 적합한 연삭 보조제는 미립자형 물질을 포함하며, 미립자형 물질의 첨가는 연마의 화학적 및 물리적 공정에 상당한 영향을 미치고 이는 결과적으로 성능을 개선시킨다. 특히, 연삭 보조제는 1) 연마 그레인과 연마될 공작물 사이의 마찰을 감소시키며, 2) 연마 그레인이 "캡핑(capping)"되는 것을 방지, 즉 금속 입자가 연마 그레인의 상부에 용접되는 것을 방지하며, 3) 연마 그레인과 공작물 사이의 계면 온도를 감소시키고 그리고/또는 4) 연삭력을 감소시킬 수 있다. 일반적으로, 연삭 보조제의 첨가는 코팅 연마재의 유효 수명을 증가시킨다. 연삭 보조제는 매우 다양한 상이한 물질을 포괄하며 무기- 또는 유기-기재의 것일 수 있다.

[0062] 연삭 보조제의 예는 왁스, 유기 할라이드 화합물, 할라이드 염 및 금속 및 그 합금을 포함한다. 유기 할라이드 화합물은 전형적으로 연마 동안 분쇄되어 할로젠 산 또는 기체 할라이드 화합물을 방출할 것이다. 그러한 물질의 예는 테트라클로로나프탈렌, 펜타클로로나프탈렌, 및 폴리비닐 클로라이드와 같은 염소화된 왁스를

포함한다. 할라이드 염의 예는 염화나트륨, 칼륨 빙정석, 나트륨 빙정석, 암모늄 빙정석, 사플루오로붕산칼륨, 사플루오로붕산나트륨, 플루오르화구소, 염화칼륨, 염화마그네슘을 포함한다. 금속의 예는 주석, 납, 비스무스, 코발트, 안티몬, 카드뮴, 철, 및 티타늄을 포함한다. 다른 연삭 보조제의 예는 황, 유기 황 화합물, 흑연, 및 금속 황화물을 포함한다. 예를 들어 국제 특허 공개 WO 95/24991호(가그리아르디(Gagliardi) 등)에 기술된 바와 같이 상이한 연삭 보조제들의 조합이 이용될 수 있다. 전술한 연삭 보조제의 예는 대표적인 연삭 보조제를 나타내려는 것이며 모든 연삭 보조제를 포괄하는 것을 의미하지는 않는다.

[0063] 정전기 방지제의 예는 흑연, 카본 블랙, 산화바나듐, 습윤제 등을 포함한다. 이들 정전기 방지제는 본 명세서에 참조로 포함된 미국 특허 제5,061,294호(하머(Harmer) 등); 제5,137,542호(부캐넌(Buchanan) 등); 및 제5,203,884호(부캐넌 등)에 개시된다.

[0064] 메이크층과 사이즈층을 포함하는 접합 시스템은 일반적으로 누프 경도수(Knoop hardness number, KHN)가 적어도 50 KHN( $\text{kgf}/\text{mm}^2$ 의 단위로도 표현될 수 있음), 전형적으로 적어도 약 60 KHN이다. 몇몇 실시 형태에서, 메이크층과 사이즈층을 포함하는 접합 시스템은 일반적으로 적어도 50 KHN, 전형적으로 적어도 약 70 KHN의 누프 경도수(KHN)를 갖는다. 다른 추가의 실시 형태에서, 메이크층과 사이즈층을 포함하는 접합 시스템은 일반적으로 적어도 50 KHN, 전형적으로 적어도 약 80 KHN의 누프 경도수(KHN)를 갖는다. 또 다른 추가의 실시 형태에서, 메이크층과 사이즈층을 포함하는 접합 시스템은 연삭력을 견디고 봉해되지 않기 위하여, ASTM E384-89에 따라 측정할 때, 일반적으로 적어도 50 KHN, 전형적으로 적어도 약 90 KHN의 누프 경도수(KHN)를 갖는다.

[0065] 일반적으로, 접합 시스템이 메이크층 및 사이즈층을 포함하면, 메이크층과 사이즈층 중 적어도 하나는 결합제 전구체, 예를 들어 열경화 수지 약 5 내지 95 중량부, 몇몇 실시 형태에서는 30 내지 70 중량부, 및 충전제 약 5 내지 95 중량부, 몇몇 실시 형태에서는 30 내지 70 중량부를 포함할 수 있다. 접합 시스템이 연마 슬러리를 포함하면, 결합제 전구체의 양은 연마 슬러리의 중량을 기준으로, 5 내지 95 중량% 범위일 수 있으며 충전제의 양은 5 내지 95 중량% 범위일 수 있다.

[0066] 예를 들어, 접합 시스템에 있어서, 즉 몇몇 실시 형태에서 바람직한 누프 경도수는 적어도 70 KHN 범위이다. 다른 추가의 실시 형태에서, 접합 시스템에 있어서 바람직한 누프 경도수는 즉 적어도 80 KHN 범위이다. 또 다른 추가의 실시 형태에서, 접합 시스템에 있어서 바람직한 누프 경도수 범위, 즉 적어도 90 KHN은 전술한 충전제 입자의 존재에 의해 달성될 수 있다. 충전제 입자는 경화된 열경화 수지를 경화시키고 접합 시스템, 예를 들어 메이크층과 사이즈층을 강하게 할 것이다. 충전제 입자의 양과 커플링제의 존재는 접합 시스템의 누프 경도를 조절하는 것을 돕는다.

[0067] 바람직한 누프 경도 범위를 달성하기 위하여, 커플링제가 충전제 및/또는 연마 입자 상에 존재할 수 있다. 커플링제는 접합 시스템과 충전제 및/또는 연마 입자 사이의 결합 가교(association bridge)를 제공한다. 적합한 커플링제의 예는 유기실란, 지르코알루미네이트, 및 티타네이트를 포함한다. 커플링제는 일반적으로 충전제와 연마 응집체의 총 중량을 기준으로, 약 0.1 내지 5 중량%, 몇몇 실시 형태에서는 0.5 내지 3.0 중량% 범위의 양으로 존재한다.

[0068] 연마 응집체는 또한 접합 연마제에 이용될 수 있다. 접합 연마 용품은 전형적으로 유기물, 금속 또는 유리질화될 수 있는 결합제에 의해 결합된 연마 입자의 형상화된 매스(mass)(본 발명의 실시에서 연마 입자는 연마 응집체를 형성하도록 유리 결합제에 의해 함께 접합된 연마 그레인을 포함함)를 포함한다. 그러한 형상화된 매스는, 예를 들어 도 6에 도시된 연삭 휠, 또는 컷오프(cutoff) 휠과 같은 휠 형태일 수 있다. 연삭 휠의 직경은 전형적으로 약 1 센티미터 내지 1 미터 초과이며, 컷오프 휠의 직경은 약 1 센티미터 내지 80 센티미터 초과, 그리고 더욱 전형적으로는 약 3 센티미터 내지 약 50 센티미터이다. 컷오프 휠 두께는 전형적으로 약 0.5 밀리미터 내지 약 5 센티미터, 더욱 전형적으로 약 0.5 밀리미터 내지 약 2 센티미터이다. 형상화된 매스는 또한, 예를 들어 호닝 스톤(honing stone), 세그먼트, 마운티드 포인트(mounted point), 디스크(예컨대, 이중 디스크 그라인더), 또는 다른 통상적인 접합 연마제 형상의 형태일 수 있다. 접합 연마 용품은 전형적으로 접합 연마 용품의 총 부피를 기준으로, 약 3-50 부피%의 결합제(52), 약 30-90 부피%의 연마 물질, 최대 50 부피%의 첨가제(연삭 보조제 포함), 및 최대 70 부피%의 기공을 포함한다. 전형적으로, 연삭 휠은 적어도 10% 이상의 다공도를 갖는다. 몇몇 연삭 작업의 경우, 50%를 초과하는 매우 높은 다공도가 바람직하다. 접합 연마제의 일례로는 도 6에 도시된 연삭 휠(50)이 있다. 연삭 휠(50)은 본 발명의 연마 응집체를 포함하며, 연마 응집체는 결합제(52)에 의해 휠 내에서 함께 성형되며, 여기서 접합된 휠은 허브(hub)(54) 상에 장착된다.

[0069] 접합 연마 용품의 제조에 사용되는 적합한 유기 결합제는 열경화성 유기 중합체를 포함한다. 적합한 열경화성 유기 중합체의 예는 페놀계 수지, 우레아-포름알데히드 수지, 멜라민-포름알데히드 수지, 우레탄 수지, 아크릴

레이트 수지, 폴리에스테르 수지, 펜던트  $\alpha, \beta$ -불포화 카르보닐기를 갖는 아미노플라스트 수지, 에폭시 수지, 아크릴레이트화 우레탄, 아크릴레이트화 에폭시, 및 그 조합을 포함한다. 결합제(52) 및/또는 연마 용품은 또한 섬유, 윤활제, 습윤제, 요변성 물질, 계면활성제, 안료, 염료, 정전기 방지제(예를 들어, 카본 블랙, 산화바나듐, 흑연 등), 커플링제(예를 들어, 실란, 티타네이트, 지르코알루미네이트, 등), 가소제, 현탁제 등과 같은 첨가제를 포함할 수 있다. 이들 선택적 첨가제의 양은 원하는 특성을 제공하도록 선택된다. 커플링제는 연마 입자 및/또는 충전제에의 접착을 개선할 수 있다. 결합제의 화학적 특성은 열경화, 방사선 경화, 또는 그 조합을 허용할 수 있다. 결합제의 화학적 특성에 대한 추가의 상세 사항은 미국 특허 제4,588,419호(카울(Caul) 등), 제4,751,138호(투메이(Tumey) 등), 및 제5,436,063호(폴렛(Follett) 등)에서 찾아볼 수 있으며 그 개시 내용은 본 명세서에 참조로 포함되어 있다.

[0070] 유리질화 접합 연마제와 관련하여 보다 구체적으로, 비결정성 구조를 나타내며 전형적으로 경질인 유리질 결합제(52)는 당업계에 잘 알려져 있다. 접합, 유리질화 연마 용품은 휠, 호닝 스톤, 마운티드 포인트 또는 다른 통상적인 접합 연마제 형상일 수 있다. 바람직한 유리질화 접합 연마 용품은 연삭 휠이다.

[0071] 유리질 결합제(52)를 형성하기 위해 이용되는 금속 산화물의 예는 실리카, 규산염, 알루미늄, 소다, 칼시아, 포타시아, 티타니아, 산화철, 산화아연, 산화리튬, 마그네시아, 보리아, 규산알루미늄, 붕규산염 유리, 리튬 알루미늄 실리케이트, 그 조합 등을 포함한다. 전형적으로, 유리질 결합제(52)는 10 내지 100%의 유리 프리트를 포함하는 조성물로부터 형성될 수 있지만, 더욱 전형적으로 조성물은 20 내지 80%의 유리 프리트, 또는 30 내지 70%의 유리 프리트를 포함한다. 유리질 결합제(52)의 나머지 부분은 비-프리트 물질일 수 있다. 대안적으로는, 유리질 결합제(52)는 비-프리트 함유 조성물로부터 유도될 수 있다. 유리질 결합제(52)는 전형적으로 약 700°C 내지 약 1500°C 범위, 일반적으로 약 800°C 내지 약 1300°C 범위, 때로는 약 900°C 내지 약 1200°C 범위, 또는 심지어 약 950°C 내지 약 1100°C 범위의 온도(들)에서 숙성된다. 접합체(bond)가 숙성되는 실제 온도는, 예를 들어 특정 접합체의 화학적 특성에 의존한다. 유리질화된 결합제(52)는 또한 열처리되어 부분적으로 또는 완전히 결정화될 수 있다.

[0072] 유리질화된 결합제는 실리카, 알루미늄(몇몇 실시 형태에서, 적어도 10중량%의 알루미늄), 및 보리아(몇몇 실시 형태에서, 적어도 10 중량%의 보리아)를 포함하는 것들을 포함할 수 있다. 대부분의 경우에, 유리질화된 결합제는 알칼리 금속 산화물(들)(예를 들어,  $\text{Na}_2\text{O}$  및  $\text{K}_2\text{O}$ )(몇몇 경우에서 적어도 10 중량%의 알칼리 금속 산화물(들))을 추가로 포함한다.

[0073] 결합제(52)는 또한 전형적으로 미립자 물질 형태인, 충전제 또는 연삭 보조제를 포함할 수 있다. 전형적으로, 미립자 물질은 무기 물질이다. 본 발명에 유용한 충전제의 예는 금속 탄산염(예를 들어, 탄산칼슘(예컨대, 백악, 방해석, 이회토, 석회화, 대리석, 및 석회석), 칼슘 마그네슘 카르보네이트, 탄산나트륨, 및 탄산마그네슘), 실리카(예를 들어, 석영, 유리 비드, 유리 버블, 및 유리 섬유), 규산염(예를 들어, 활석, 점토(예컨대, 몬트모릴로나이트), 장석, 운모, 규산칼슘, 메타규산칼슘, 알루미늄규산나트륨, 규산나트륨), 금속 황산염(예를 들어, 황산칼슘, 황산바륨, 황산나트륨, 황산나트륨알루미늄, 황산알루미늄), 석고, 질석, 목분, 알루미늄 3산화물, 카본 블랙, 금속 산화물(예를 들어, 산화칼슘(석회), 산화알루미늄, 및 이산화티타늄), 및 금속 아황산염(예를 들어, 아황산칼슘)을 포함한다. 황 또는 왁스 기재의 연삭 보조제는 또한 휠이 형성된 후 공극(porosity)을 채움으로써 접합된 휠에 부가될 수 있다.

[0074] 일반적으로, 연삭 보조제의 첨가는 연마 용품의 유효 수명을 증가시킨다. 연삭 보조제는 연마의 화학적 및 물리적 공정에 상당한 영향을 미쳐 성능을 개선시키는 물질이다. 이론에 의해 구해되고자 함이 없이, 연삭 보조제(들)는 (a) 연마 물질과 연마되는 공작물 사이의 마찰을 감소시키며, (b) 연마 용품이 "캐핑"되는 것을 방지(즉, 금속 입자가 연마 입자의 상부에 용접되는 것을 방지)하거나 적어도 연마 입자가 캐핑되는 경향을 감소시키고, (c) 연마 입자와 공작물 사이의 계면 온도를 감소시키며, 또는 (d) 연마력을 감소시킬 것으로 여겨진다.

[0075] 도 7을 참조하면, 본 발명의 부직 연마 용품은 연마 응집체가 구조 전체에 걸쳐 분포되고 유기 결합제(64)에 의해 구조 내부에서 접착식으로 접합된 개방 다공성의 로프티(lofty) 중합체 필라멘트 구조를 포함한다. 필라멘트의 예는 폴리에스테르 섬유, 폴리아미드 섬유, 및 폴리아라미드 섬유를 포함한다. 도 7에서, 전형적인 부직 연마 용품(60)의 약 100배 확대된 개략도가 제공된다. 그러한 부직 연마 용품은 기재로서 섬유질 매트(62)를 포함하며, 그 상에 연마 응집체가 결합제(64)에 의해 접착된다. 부직 연마 용품(60)에 이용되는 결합제(64)는 접합 연마제에 대하여 전술한 것과 동일한 유기 결합제들 중 하나일 수 있다.

[0076] 유용한 연마 브러쉬는 배킹과 일체형인 복수의 강모를 갖는 것들을 포함한다(예를 들어, 그 개시 내용이 본 명세서에 참조로 포함된 미국 특허 제5,427,595호(필(Pihl) 등), 제5,443,906호(필 등), 제5,679,067호(존슨



(Johnson) 등), 및 제5,903,951호(이온타(Ionta) 등) 참조). 몇몇 실시 형태에서, 그러한 브러쉬는 중합체와 연마 입자의 혼합물을 사출 성형하여 만들어진(본 발명의 실시에서 혼합물은 본 발명에 따른 연마 응집체 형태로 유리 결합체에 의해 함께 응집된 연마 그래인을 포함함).

[0077] 연마 용품은, 그들이 코팅 연마제이든지, 접합 연마제이든지, 부직 연마제이든지 또는 연마 브러쉬이든지 간에, 100%의 본 발명에 따른 연마 응집체, 또는 연마 응집체와 다른 연마 입자(이것 또한 응집될 수 있음) 및/또는 회석 입자의 블렌드를 포함할 수 있다. 그러나, 연마 용품 중 연마 입자의 적어도 약 2 중량%, 몇몇 실시 형태에서는 적어도 약 5 중량%, 그리고 다른 추가의 실시 형태에서는 약 30 중량% 내지 약 100 중량%가 연마 응집체이다. 몇몇 예에서, 연마 응집체는 5 대 75 중량%, 약 25 대 75 중량%, 약 40 대 60 중량%, 또는 약 50 대 50 중량%(즉, 중량 기준으로 동일한 양)의 비로 다른 연마 입자 및/또는 회석 입자와 블렌딩될 수도 있다. 적합한 연마 입자의 예는 용해된 산화알루미늄(백색 용해 알루미늄, 열처리된 산화알루미늄 및 갈색 산화알루미늄), 탄화규소, 질화규소, 탄화붕소, 탄화티타늄, 다이아몬드, 입방정형 질화붕소, 가넷, 용해 알루미늄-지르코니아, 졸-겔-유도된 연마 입자 등을 포함하지만, 이에 제한되지 않는다. 졸-겔-유도된 연마 입자는 시딩될(seed) 수도 있고 시딩되지 않을 수도 있다. 이와 마찬가지로, 졸-겔-유도된 연마 입자는 무작위로 형상화되거나 삼각형 또는 막대형과 같은 그들과 관련된 형상을 가질 수 있다. 졸 겔 연마 입자의 예는 전술한 것들을 포함한다. 연마 응집체는 본질적으로 회석 입자와 동일한 크기를 갖거나, 또는 반대로 연마 응집체는 회석 입자보다 크기가 더 크거나 더 작을 수 있다.

[0078] 본 발명에 따른 연마 응집체는 또한 다른 연마 응집체와 조합될 수 있다. 다른 연마 응집체의 결합체는 유리 및/또는 무기 결합체일 수 있다. 연마 응집체에 관한 추가의 상세 사항은, 예를 들어 미국 특허 제4,311,489호(크레스너(Kressner)), 제4,652,275호(블뢰처(Bloecher) 등), 제4,799,939호(블뢰처 등), 제5,549,962호(홀름즈(Holmes) 등), 제5,975,988호(크리스찬슨), 제6,620,214호(맥아들(McArdle) 등), 제6,790,126호(우드(Wood) 등), 및 제6,881,483호(맥아들 등)에서 찾아볼 수 있으며, 이들의 개시 내용은 본 명세서에 참조로 포함되어 있다.

[0079] 상이한 유형의 연마 응집체의 블렌드 또는 연마 응집체와 다른 연마 입자의 블렌드가 있다면, 블렌드를 형성하는 입자/응집체 유형은 동일한 크기의 것일 수 있다. 대안적으로, 입자/응집체 유형은 상이한 입자 크기의 것일 수 있다.

[0080] 적합한 회석 입자의 예는 대리석, 석고, 수석(flint), 실리카, 산화철, 규산알루미늄, 유리(유리 버블 및 유리 비드 포함), 알루미늄 버블, 알루미늄 비드 및 회석 응집체를 포함한다.

[0081] 본 발명의 연마 응집체는 연마 용품 내에 균일하게 분포되거나 연마 용품의 선택된 영역 또는 부분에 집중될 수 있다. 예를 들어, 코팅 연마제에서, 두 층의 연마 입자/그래인이 있을 수 있으며, 여기서 제1 층은 본 발명에 따른 연마 응집체 이외의 연마 입자/그래인을 포함하며 제2(최외층) 층은 연마 응집체를 포함한다. 이와 마찬가지로 접합 연마제에서, 연삭 휠의 두 개의 별개의 구역이 있으며, 여기서 최외측 구역은 본 발명에 따른 연마 응집체를 포함할 수 있는 반면 최내측 구역은 그렇지 않다. 대안적으로, 연마 응집체는 접합 연마 용품 전체에 걸쳐 균일하게 분포될 수 있다.

[0082] 코팅 연마 용품에 관한 추가의 상세 사항은, 예를 들어 미국 특허 제4,734,104호(브로버그(Broberg)), 제4,737,163호(라르키(Larkey)), 제5,203,884호(부캐넌 등), 제5,152,917호(피퍼(Pieper) 등), 제5,378,251호(쿨러(Culler) 등), 제5,417,726호(스타우트(Stout) 등), 제5,436,063호(폴렛(Follett) 등), 제5,496,386호(브로버그(Broberg) 등), 제5,609,706호(베네딕트(Benedict) 등), 제5,520,711호(헬민(Helmin)), 제5,954,844호(로(Law) 등), 제5,961,674호(가그리아르디 등), 제5,975,988호(크리스찬슨), 제6,620,214호(맥아들 등), 제6,790,126호(우드 등), 및 제6,881,483호(맥아들 등)에서 찾아볼 수 있으며, 이들의 개시 내용은 본 명세서에 참조로 포함되어 있다. 접합 연마 용품에 관한 추가의 상세 사항은, 예를 들어 미국 특허 제4,543,107호(루(Rue)), 제4,741,743호(나라야난(Narayanan) 등), 제4,800,685호(하이네스(Haynes) 등), 제4,898,597호(헤이(Hay) 등), 제4,997,461호(마크호프-매트니(MarkhoffMatheny) 등), 제5,038,453호(나라야난 등), 제5,110,332호(나라야난 등), 및 제5,863,308호(퀴(Qi) 등)에서 찾아볼 수 있으며, 이들의 개시 내용은 본 명세서에 참조로 포함되어 있다. 또한, 유리질의 접합 연마제에 관한 상세 사항은, 예를 들어 미국 특허 제4,543,107호(루), 제4,898,597호(헤이), 제4,997,461호(마크호프-매트니 등), 제5,094,672호(질스(Giles) 등), 제5,118,326호(셸돈(Sheldon) 등), 제5,131,926호(로스토키(Rostoker) 등), 제5,203,886호(셸돈 등), 제5,282,875호(우드 등), 제5,738,696호(우 등), 및 제5,863,308호(퀴)에서 찾아볼 수 있으며, 이들의 개시 내용은 본 명세서에 참조로 포함되어 있다. 부직 연마 용품에 관한 추가의 상세 사항은, 예를 들어 미국 특허 제2,958,593호(후버(Hoover))



등)에서 찾아볼 수 있으며, 그 개시 내용은 본 명세서에 참조로 포함되어 있다.

[0083] 본 발명에 따른 바람직한 연마 응집체로 연마하는 방법은 스내깅(snagging)(즉, 고압 고스톡(high stock) 제거)으로부터 폴리싱(예를 들어, 코팅 연마 벨트를 이용한 의료용 임플란트의 폴리싱)까지의 범위이며, 여기서 후자는 전형적으로 보다 미세한 등급(예를 들어, ANSI 220 및 그보다 미세한 등급)의 연마 그레인으로 행해진다. 연마 응집체는 또한 유리질화 접합 휠로 캄샤프트를 연삭하는 것과 같은 정밀 연마 응용에 이용될 수 있다. 특정 연마 응용에 이용되는 연마 응집체 및 그러한 응집체를 포함하는 연마 그레인의 크기는 당업자에게 명백할 것이다.

[0084] 연마 응집체를 이용한 연마는 건식 또는 습식으로 행해질 수 있다. 습식 연마의 경우, 열은 연무 형태로 공급되는 연마액(liquid)이 도입되어 플러드(flood)를 완성할 수 있다. 일반적으로 이용되는 연마액의 예는 물, 수용성 오일, 유기 윤활제, 및 에멀전을 포함한다. 연마액은 연마와 관련된 열을 감소시키는 역할을 하고/하거나 윤활제로 작용할 수 있다. 연마액은 살균제, 소포제 등과 같은 첨가제를 소량 함유할 수 있다.

[0085] 연마 응집체는 알루미늄 금속, 탄소강, 연강, 공구강, 스테인레스강, 경화강, 티타늄, 니켈 합금, 코발트 합금, 유리, 세라믹, 목재, 목재 유사 재료, 도료, 도색된 표면, 유기물 코팅된 표면 등과 같은 공작물을 연마하기 위해 이용될 수 있다. 연마 동안 가해지는 힘은 전형적으로 약 1 내지 약 100 킬로그램 범위이다.

[0086] 연마 응집체는 또한 느슨한 형태로 또는 응집체형 연마 그레인이 액상 매질(예를 들어, 물)에 분산된 슬러리 형태로 이용될 수 있다.

[0087] 하기 실시예는 본 발명의 특정 실시 형태를 추가로 예시할 것이다. 당업자라면 본 발명이 실시예에 기재된 실시 형태의 변형 및 대안을 또한 포함하며 예시적 실시예가 청구된 발명의 범주를 제한하지 않음을 인식할 것이다.

## 실시예

### 실시예 1

[0089] 소량의 1/4 인치의 유리섬유 초핑 스트랜드(유에스 컴포지츠, 인크.(US Composites, Inc.), 미국 플로리다주 웨스트 팜 비치 소재)를 자기 도가니(porcelain crucible) 내에서 매우 과량의 등급 50 351 큐비트론(쓰리엠, 미국 미네소타주 세인트 폴 소재)과 혼합하였다. 이 혼합물이 든 도가니를 머플 오븐(muffle oven)에 배치하고, 1100℃로 가열하고 1시간 동안 그곳에 둔 후 노를 끄고 냉각시켰다. 내용물을 14 메쉬 스크린을 통과시켜 과량의 연마 그릿으로부터 응집체를 회수하였다. 약 6 밀리미터 길이(1/4 인치)의 막대형의 응집체를 회수하였다. 입자의 SEM 검사에 의하면 유리가 잘 유동하여 그릿을 습윤시켰음이 나타났다.

### 실시예 2

[0091] 부피 기준으로 4부의 351 큐비트론 그레인(쓰리엠, 미국 미네소타주 세인트폴 소재)을 1부의 1/4 인치 유리섬유 초핑 스트랜드(유에스 컴포지츠 인크., 미국 플로리다주 웨스트 팜 비치 소재)와 혼합하였다. 이 혼합물을 4개의 자기 도가니 내에 배치하였다. 이 혼합물을 포함하는 도가니를 머플 오븐에 배치하고, 1100℃로 가열하고 75분 동안 그곳에 둔 후 노를 끄고 냉각시켰다. 도가니의 내용물을 12, 14, 및 30 메쉬 스크린 한 벌을 구비한 로탭(Rotap) 스크리너 상에서 체질하였다. +12 메쉬 물질은 큰(약 2-3 밀리미터) 롤 갭을 가진 10.2 cm(4 인치) 롤 파쇄기에서 약간 파쇄시켰다. 이 파쇄된 물질을 그 후 상기한 바와 동일한 스크린 한 벌로 체질하였다. 총 산출량은 다음과 같았다: +12 메쉬 84.8 g, -12+14 메쉬 170.1 g, -14+20 메쉬 236 g, -20+30 메쉬 71.5 g, -30 메쉬 1150 g. -20+30 메쉬 분획은 약 3 내지 8개의 개별 그릿을 포함하는 응집체로 이루어졌다. -30 메쉬는 주로 개별 그레인이었다.

### 실시예 3-25

[0093] 실시예 3-25에 있어서 유리 투입 물질을 하기 표 1에서 확인한다.

표 1

유리	공급원
오웬스-코닝 CS691A 3.2 mm (1/8 인치)	오웬스 코닝 (미국 오하이오주 토레도 소재)
오웬스-코닝 CS691A 1.59 mm (1/16 인치)	오웬스 코닝 (미국 오하이오주 토레도 소재)
세인트-고바인 베트로텍스 초핑 스트랜드 97D-A 10.8 cm(4 ¼ 인치)	세인트-고바인 베트로텍스 아메리카, 인크.(미국 펜실베이니아주 밸리 포지 소재)
클리어 플레이트 글라스 파인	아메리칸 스페셜티 글라스 인크. (미국 유타주 노스 솔트 레이트 시티 소재)
크리스탈 클리어 글라스 파인	아메리칸 스페셜티 글라스 인크. (미국 유타주 노스 솔트 레이트 시티 소재)
클리어 비드 파인	아메리칸 스페셜티 글라스 인크. (미국 유타주 노스 솔트 레이트 시티 소재)
-30 메쉬 실리카 샌드 치환체 (Substitute)	아메리칸 스페셜티 글라스 인크. (미국 유타주 노스 솔트 레이트 시티 소재)
페로(Ferro) 3225	페로 코포레이션 (미국 오하이오주 클리블랜드 소재)
페로 3226	페로 코포레이션 (미국 오하이오주 클리블랜드 소재)
페로 3227	페로 코포레이션 (미국 오하이오주 클리블랜드 소재)
페로 XP150	페로 코포레이션 (미국 오하이오주 클리블랜드 소재)
존스 맨빌 유리섬유 배트(batt) 단열재 (5.1 cm(2 인치) 두께)	존스 맨빌 코포레이션 (미국 콜로라도주 덴버 소재)

[0094]

[0095] 시험 절차

[0096] 스윙 암(Swing Arm) 시험

[0097] 평가할 연마 디스크를 쓰리엠 컴퍼니로부터 부품 번호 05114145192로 구매가능한 20.3 센티미터의 원형 백업 플레이트에 부착하였다. 그 후, 백업 플레이트를 금속 나사 체결구를 이용하여, 미국 미네소타주 센터빌 소재의 릴 매뉴팩처링(Reel Manufacturing)으로부터 상표명 "스윙 암 테스터"(SWING ARM TESTER)로 입수한 시험 장치에 고정시켰다. 30.5 센티미터 직경을 가진 1.897 밀리미터 두께의 연강 디스크 형상 공작물을 칭량하고 금속 체결구로 시험 장치에 고정시켰다. 각 시험 동안, 각 공작물을 39.2 뉴턴의 힘으로 연마 용품 디스크에 적용하였다. 연마 용품 디스크를 366.5 rad/s(분당 3500회전(rpm))으로 회전시켰고, 공작물을 0.2 rad/s(2 rpm)으로 회전시키면서 8분 동안 7도의 각도로 디스크에 대해 배치하였다. 제거된 강의 양(총 절삭) 및 각 연마 디스크의 중량 손실(즉, 셸링(shelling))을 기록하였다.

[0098] 슬라이드 작용(Slide Action) 시험

[0099] 슬라이드 작용 시험은 코팅 연마 디스크의 절삭률을 측정하도록 설계되었다. 시험될 연마 디스크를 이용하여 1.25 센티미터 x 18 센티미터의 1018 연강 공작물의 면을 연삭하였다. 이용된 그라인더는 정하중 유압 디스크 그라인더(constant load hydraulic disc grinder)였다. 공작물과 연마 디스크 사이의 정하중은 하중 스프링에 의해 제공되었다. 그라인더용 백업 패드는 예지로부터 중심을 향해 3.5 센티미터 연장된, 대략 7도 경사진 알루미늄 백업 패드였다. 디스크를 보유 너트에 의해 알루미늄 패드에 고정하였고, 576 rad/s(5,500 rpm)으로 구동시켰다. 백업 패드와 디스크 및 공작물 사이의 하중은 약 6.8 kg이었다. 각 디스크를 이용하여 60초 간격으

로 별도의 공작물을 연삭하였다. 초기 절삭는 처음 60초 연삭에서 제거된 금속의 양이었다. 달리 언급되지 않는 한, 총 절삭는 시험 동안 제거된 금속의 총량이며, 총 절삭은 그램 단위로 보고된다. 연삭 성능 데이터는 달리 언급되지 않는 한 세 개의 디스크의 평균을 기준으로 한다.

- [0100] 비교예 A 및 B
- [0101] 비교예 A 및 B는 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수한, 17.8 cm(7 인치) x 2.2 cm (7/8 인치)의 "988CR 등급 50 섬유 디스크"였다.
- [0102] 실시예 3 내지 8 (섬유질 유리 소스)
- [0103] 섬유질 유리 소스를 이용한 응집체를 하기와 같이 제조하였다. 1500 그램의 등급 50 큐비트론 321(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠으로부터 입수)과 60 그램의 초핑 유리 섬유를 배합하고 저속의 플랫 비터(flat beater)를 이용하는 호바트 푸드 믹서(Hobart Food Mixer)를 이용하여 3분 동안 혼합하였다. 혼합물에 충분한 물을 첨가하여 손바닥에서 압착될 때 미네랄/유리섬유 혼합물이 매스로 결합되도록 하였다.
- [0104] 최종 혼합물을 두 개의 동등한 부분으로 나누고 각 절반을 21.6 cm(8½ 인치) x 10.8 cm(4½ 인치) x 5.1 cm(2 인치) 알루미나 토갑(alumina sagger) 내에 패킹하였다. 두 개의 토갑을 포개어 쌓고 피셔 사이언티픽(Fischer Scientific)의 "아이소템프(IsoTemp)" 프로그램가능 머플 노에 배치하여 5℃/분의 가열 속도로 1000℃까지 가열하였다. 샘플이 1000℃에 도달하면, 이를 2시간 동안 그 온도로 유지되게 하였다. 2시간 후, 가마를 정지시키고 샘플을 점진적으로 실온으로 냉각시켰다.
- [0105] 가열되면, 유리섬유와 연마재의 응집된 혼합물은 새의 둥지와 유사하게 되었으며, 이를 알루미나 토갑으로부터 제거하였다. 각 응집된 혼합물을 10, 18, 20, 25, 30 메쉬 스크린으로 구성된 USA 표준 시험 체(USA Standard Testing Sieves) 스택의 최상층 스크린에 배치하였다. #10 스크린에 또한 많은 1.3 cm(½ 인치) 알루미나 밀링 매체 실린더(alumina milling media cylinder)를 첨가하였으며, 이는 "새 둥지"를 개별 응집체로 분쇄하는 것을 보조하였다. 스크린 스택을 수 분 동안 체 셰이커("로-탭(Ro-Tap) 모델 RX-29", 더블유.에스. 타일러 입자 분석(W.S. Tyler Particle Analysis), 필터레이션 앤드 인더스트리얼 스크리닝 프로덕츠(Filtration and Industrial Screening Products) - 미국 오하이오주 멘토 소재) 내에 배치하였다. 그 후, 개별 스크린 절삭물을 회수하였다.
- [0106] -18+20 스크린 절삭물로부터의 응집체를 표준 칼슘 카본 충전 메이크 수지 및 빙정석 충전 사이즈 수지를 이용하여 섬유 디스크 배킹 상에 정전기적으로 코팅하였다. 별도의 디스크 배치(batch)를 동일한 수지를 이용하여 -20+25 및 -25+30 스크린 절삭물의 50/50 w/w 블렌드를 이용하여 정전기적으로 코팅하였다.
- [0107] 실시예의 디스크를 스윙 암 시험을 이용하여 시험하였다. 결과는 표 2에 보고된다.
- [0108] 실시예 9 및 10 (섬유질 유리 소스)
- [0109] 실시예 9 및 10은 321 큐비트론 대신에 222 큐비트론으로 대체한 것을 제외하고는 실시예 3 내지 8과 동일하게 제조하였다.
- [0110] 실시예 11 내지 14 (재생 유리 소스)
- [0111] 실시예 11 내지 14는 재생 유리 소스를 이용하여 제조하였다. 응집체는 1500 그램의 등급 50 큐비트론 321과 50 그램의 재생 유리를 배합하여 제조하였다. 두 가지 성분을 저속의 플랫 비터를 이용하는 호바트 푸드 믹서를 이용하여 3분 동안 함께 혼합하였다. 혼합물에 충분한 물을 첨가하여 손바닥에서 압착될 때 미네랄/유리섬유 혼합물이 매스로 결합되도록 하였다.
- [0112] 최종 혼합물을 두 개의 동등한 부분으로 나누고 각 절반을 알루미나 토갑 내에 패킹하였다. 두 개의 토갑을 포개어 쌓고 프로그램가능 피셔 사이언티픽 박스 가마에 배치하여 5℃/분의 가열 속도로 800℃까지 가열하였다. 샘플이 800℃에 도달하면, 이를 2시간 동안 그 온도로 유지되게 하였다. 2시간 후, 가마를 정지시키고 가열된 응집체를 점진적으로 실온으로 냉각시켰다.
- [0113] 실시예들의 등급을 매기고 이어서 전술한 실시예 3 내지 8과 동일한 방식으로 섬유 디스크 상에 코팅하였다.
- [0114] 실시예의 디스크를 스윙 암 시험을 이용하여 시험하였다. 결과는 표 2에 보고된다.
- [0115] 실시예 15 내지 24 (유리 프릿 소스)
- [0116] 응집체는 1500 그램의 등급 50 큐비트론 321과 50 그램의 유리 프릿을 배합하여 제조하였다. 두 가지 성분을

저속의 플랫 비터를 이용하는 호바트 푸드 믹서를 이용하여 3분 동안 함께 혼합하였다. 혼합물에 충분한 물을 첨가하여 손바닥에서 압착될 때 미네랄/유리섬유 혼합물이 매스로 결합되도록 하였다.

[0117] 최종 혼합물을 두 개의 동등한 부분으로 나누고 각 절반을 알루미늄 토갑 내에 패킹하였다. 두 개의 토갑을 포개어 쌓고 프로그램가능 피서 사이언티픽 박스 가마에 배치하였다. 각 로트(lot)를 전술한 연화 온도보다 50℃ 더 높은 온도로 가열하였다. 각 샘플에 대한 가열 속도는 5℃/분이었다. 샘플이 온도에 도달하면, 이를 2시간 동안 그 온도로 유지되게 하였다. 2시간 후, 가마를 정지시키고 샘플을 점진적으로 실온으로 냉각시켰다.

[0118] 실시예의 등급을 매기고, -18+20 분획이 정전기적으로 코팅되지 않고 드롭(drop) 코팅되는 것을 제외하고는 전술한 실시예 3 내지 8과 동일한 방식으로 섬유 디스크 상에 코팅하였다. 실시예의 디스크를 스윙 암 시험을 이용하여 시험하였다. 결과는 표 2에 보고된다.

[0119] 실시예 15 내지 24를 슬라이드 작용 시험에서 시험하였다. 각 디스크를 1018 연강 공작물을 이용하여 1분 간격으로 15번 연삭하였다. 또한, 쓰리엠 988CR 디스크를 시험 대조구로 포함시켰다. 각 분 간격 후 제거된 금속을 기록하였으며, 도 7 및 도 8에서 보고된다.

[0120] 실시예 25

[0121] 실시예 25는 라자나 제조와 매우 유사하게 제조하였다. 유리섬유 단일 배팅(최초 5.1 cm(2 인치) 두께)을 수 개의 얇은 층으로 분리하였다. 개별 21.6cm(8½ 인치) x 10.8 cm(4¼ 인치) x 5.1 cm(2 인치) 알루미늄 토갑의 바닥에, 얇은 층의 알루미늄 그릇을 뿌리고 이어서 단일재 층 및 이어서 다른 알루미늄 그릇층 및 이어서 단일재 층을 뿌렸다. 교번하는 층들이 토갑을 채울 때까지 이를 계속하였다. 이 공정 동안 주기적으로, 혼합물을 다지고 그에 따라 더 많은 층을 토갑 내에 패킹하기 위해 추를 혼합물에 적용하였다. 두 개의 토갑이 채워지면, 이들을 포개어 쌓고 피서 사이언티픽 "아이소템프" 프로그램가능 머플 노에 배치하여 5℃/분의 가열 속도로 700℃까지 가열하였다. 샘플이 700℃에 도달하면, 이를 2시간 동안 그 온도로 유지되게 하였다. 2시간 후, 가마를 정지시키고 샘플을 점진적으로 실온으로 냉각시켰다.

[0122] 열처리 후, 혼합물은 그의 최초 부피의 약 1/4로 수축되었다. 응집된 "새 둥지"는 부서지기 쉬웠으며 손으로 쉽게 작게 조각으로 분쇄될 수 있었으며, 그 후 이를 막자 사발(mortar and pestle) 내에 배치하여 추가로 분말로 뺐었다. 이 분말을 -100 스크린 분획을 보유하도록 100 메쉬 USA 표준 시험 스크린을 통해 손으로 체질하였다. 이 -100 스크린 분획을 추가로 66 마이크론 및 25 마이크론 스크린을 통해 음파 체질기를 이용하여 체질하였다. -66 마이크론 +25 마이크론 스크린 유리섬유 응집체를 나타내는 사진이 도 4에 도시되어 있다.

표 2

실시예	유리 소스	입자	응집체 크기	가열 온도	8분 후 총 절삭(그램)	8분 후 중량 손실(그램)
비교예 A (988CR)	응집체 없음	등급 50 큐비트론 222		N/A	127.0	5.9
3	오웬스 코닝 CS691A 3.2 mm (1/8 인치)	등급 50 큐비트론 321	-18+20	1000	234.4	6.6
4	오웬스 코닝 CS691A 3.2 mm (1/8 인치)	등급 50 큐비트론 321	50% -20+25, 50% -25+30	1000	242.4	3.6
5	오웬스 코닝 CS691A 1.6 mm (1/16 인치)	등급 50 큐비트론 321	-18+20	1000	234.4	4.7
6	오웬스 코닝 CS691A 1.6 mm (1/16 inch)	등급 50 큐비트론 321	50% -20+25, 50% -25+30	1000	234.7	3.8
7	세인트 고바인 초평 스트랜드 97D-A4 6.4 mm (¼ 인치)	등급 50 큐비트론 321	-18+20	1000	260.6	5.7
8	세인트 고바인 초평 스트랜드 97D-A4 6.4 mm (¼ 인치)	등급 50 큐비트론 321	50% -20+25, 50% -25+30	1000	258.3	3.8
9	세인트 고바인 초평 스트랜드 97D-A4 6.4 mm (¼ 인치)	등급 50 큐비트론 222	-18+20	1000	231.9	6.4
10	세인트 고바인 초평 스트랜드 97D-A4 6.4 mm (¼ 인치)	등급 50 큐비트론 222	50% -20+25, 50% -25+30	1000	251.1	3.5

[0123]

11	클리어 플레이트 글라스 파인	등급 50 큐비트론 321	50% -20+25, 50% -25+30	800	189.3	2.8
12	크리스탈 클리어 글라스 파인	등급 50 큐비트론 321	50% -20+25, 50% -25+30	800	200.0	2.6
13	클리어 비드 파인	등급 50 큐비트론 321	50% -20+25, 50% -25+30	800	199.4	2.6
14	-30 메쉬 실리카 샌드 치환체	등급 50 큐비트론 321	50% -20+25, 50% -25+30	800	190.0	2.8
비교예 B (988CR)	응집체 없음	등급 50 큐비트론 222	안시(ANSI) G-50 느슨한 그레인	N/A	262.3	3.2
15	페로 3227	등급 50 큐비트론 321	-18+20	750	289.8	6.9
16	페로 3227	등급 50 큐비트론 321	50% -20+25, 50% -25+30	750	246.8	3.3
17	페로 3227	등급 50 큐비트론 321	-18+20	700	275.0	6.3
18	페로 3227	등급 50 큐비트론 321	50% -20+25, 50% -25+30	700	231.5	3.5
19	페로 3226	등급 50 큐비트론 321	-18+20	850	258.9	5.7
20	페로 3226	등급 50 큐비트론 321	50% -20+25, 50% -25+30	850	247.0	3.2
20	페로 3225	등급 50 큐비트론 321	-18+20	950	281.1	6.8
22	페로 3225	등급 50 큐비트론 321	50% -20+25, 50% -25+30	950	256.8	3.8
23	페로 XF150	등급 50 큐비트론 321	-18+20	850	265.0	4.5
24	페로 XF150	등급 50 큐비트론 321	50% -20+25, 50% -25+30	850	234.1	3.0
25	존스 랜빌 5.1 cm(2 인치) 유리섬유 매트	트라이바세르 (Treibacher) G800 다소 부서지기 쉬운(semi-friable) 알루미나	-66 마이크로 +25 마이크론	700	-	-

[0124]

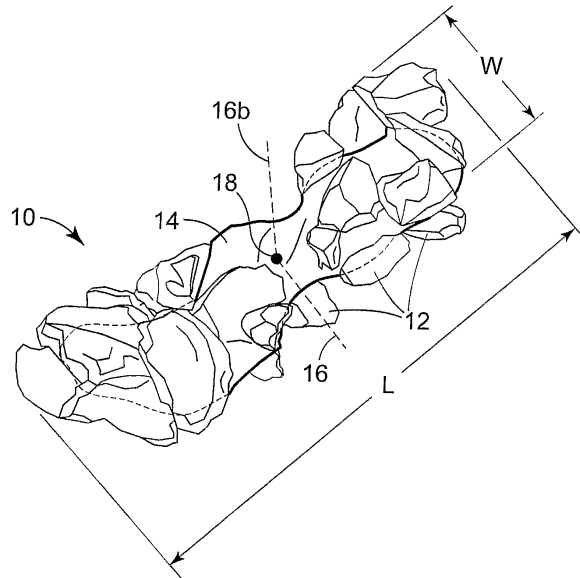


## 도면의 간단한 설명

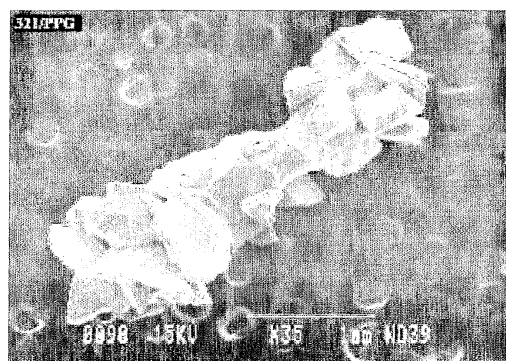
- [0010] 도 1은 본 발명에 따른 대표적인 연마 응집체의 사시도.
- [0011] 도 2는 유리 결합체가 섬유질 유리체로 만들어진, 본 발명에 따른 연마 응집체의 현미경 사진.
- [0012] 도 3은 유리 결합체가 소비 후 재생된 유리의 유리체로 만들어진, 본 발명에 따른 연마 응집체의 현미경 사진.
- [0013] 도 4는 유리 결합체가 유리섬유(fiberglass)로 만들어진, 본 발명에 따른 연마 응집체의 현미경 사진.
- [0014] 도 5는 본 발명의 연마 응집체로 제조된 코팅 연마 용품의 개략적인 단면도.
- [0015] 도 6은 본 발명의 연마 응집체로 제조된 접합 연마 용품의 사시도.
- [0016] 도 7은 본 발명의 연마 응집체로 제조된 부직 연마 용품의 개략적인 확대도.
- [0017] 도 8 및 도 9는 종래의 연마 그래인으로 제조된 코팅 연마 디스크와 비교하여 본 발명에 따라 만들어진 다양한 연마 응집체로 제조된 코팅 연마 디스크의 연삭 결과를 도시한 선형 그래프.

## 도면

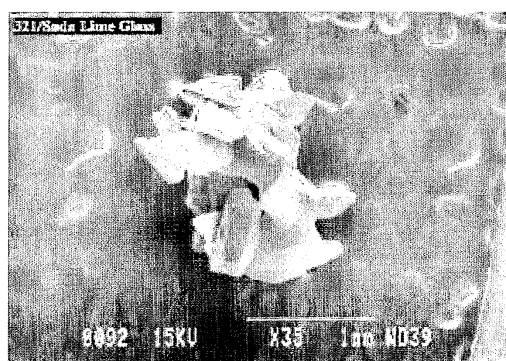
도면1



도면2



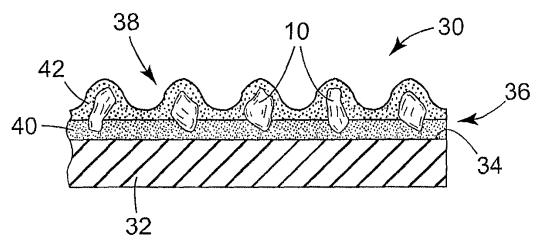
도면3



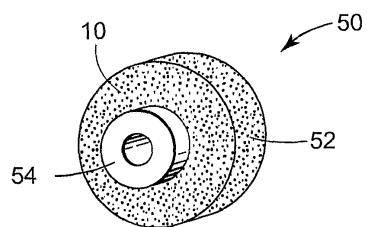
도면4



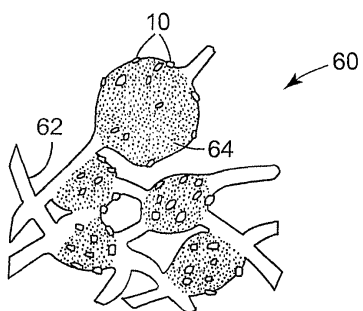
도면5



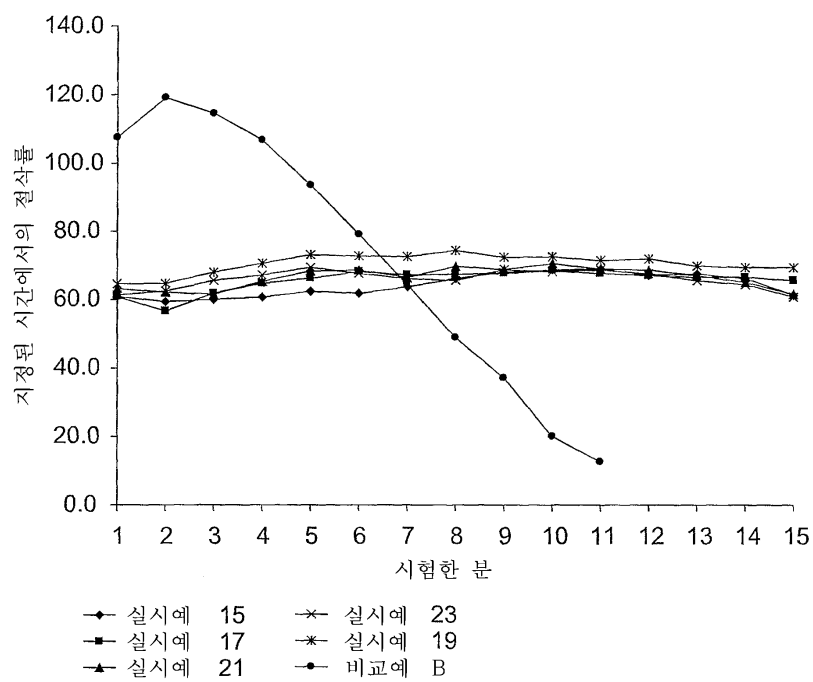
도면6



도면7



도면8



도면9

