



(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0113653  
 (43) 공개일자 2014년09월24일

(51) 국제특허분류(Int. C1.)  
*B02C 23/06* (2006.01) *B02C 19/00* (2006.01)  
*C03B 37/16* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-7016731

(22) 출원일자(국제) 2012년12월17일  
 심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2014년06월18일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2012/075744

(87) 국제공개번호 WO 2013/092471  
 국제공개일자 2013년06월27일

(30) 우선권주장  
 11194310.6 2011년12월19일  
 유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인  
**콰르츠베르케 게엠베하**  
 독일 프레헨 50226 카슈카덴베크 40

(72) 발명자  
**리스 미하엘**  
 독일 50169 캐르펜 희엔베그 14  
**쥘레스 외르그 올리히**  
 독일 50677 켈른 룰란트쉬트라쎄 63  
**파니크 니콜라**  
 독일 50169 캐르펜 하우프쉬트라쎄 396

(74) 대리인  
**리앤목특허법인**

전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 광섬유 폐기물의 처리 방법

### (57) 요 약

본 발명은 광섬유 폐기물(optical fiber waste)로부터 얻은 광섬유를 분쇄하는 방법으로서,

a) 상기 광섬유를 조분쇄하여 조분쇄된 광섬유를 얻는 단계; 및

b) 분쇄 매질.aggregate로서 입상 첨가제(granular additive)를 사용하여, 상기 조분쇄된 광섬유를 미분쇄하여, 미분쇄된 광섬유를 얻는 단계로서, 상기 입상 첨가제는 0.1 내지 5.0 mm의 범위의 d50 값을 가지며, 상기 광섬유 대 상기 첨가제의 혼합비는 중량비로 25:75 내지 95:05인 단계;

를 포함하는 광섬유 분쇄 방법에 관한 것이다.

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

폐유리계(waste glass-based) 섬유상 재료로부터 얻은 유리 섬유를 분쇄하는 방법으로서,

- a) 상기 유리 섬유를 조분쇄하여 조분쇄된 유리 섬유를 얻는 단계; 및
  - b) 분쇄 매질(aggregate)로서 입상 첨가제(granular additive)를 사용하여, 상기 조분쇄된 유리 섬유를 미분쇄하여, 미분쇄된 유리 섬유를 얻는 단계로서, 상기 입상 첨가제는 0.1 내지 5.0 mm의 범위의 d50 값을 가지며, 상기 유리 섬유 대 상기 첨가제의 혼합비는 중량비로 25:75 내지 95:05인 단계;
- 를 포함하는 유리 섬유 분쇄 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 첨가제는 규사(quartz sand), 석회(lime), 생석회(burnt lime), 백운석(dolomite), 소성 백운석(burnt dolomite), 고로 슬래그(blast furnace slag),  $Al_2O_3$ , 수산화 알루미늄, 조장석(albite), 정장석(orthoclase), 회장석(anorthite), 봉산, 산화 봉소, 알칼리 봉산염, 알칼리토류 봉산염 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 유리 섬유 분쇄 방법.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 조분쇄 단계는 1, 2, 3 또는 4개 이상의 단계를 포함하는 유리 섬유 분쇄 방법.

### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 조분쇄 단계는 절단 밀, 기요틴 절단기(guillotine cutter), 마모 휠(attrition wheel), 톱니형 롤러 밀(toothed roller mill), 햄머 밀(hammer mill), 펀형 디스크 밀(pinned disk mill), 임팩트 밀(impact mill) 또는 이들의 조합에 의해 수행되는 유리 섬유 분쇄 방법.

### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 미분쇄 단계는 밀(mill)에서 수행되며, 특히 상기 밀은 매질 밀(media mill)이고, 특히 상기 매질 밀은 볼 밀, 텁블링 밀(tumbling mill), 드럼 밀, 또는 튜브 밀이고, 상기 분쇄 매질은 이후 분리되는 유리 섬유 분쇄 방법.

### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 길이가 5 내지 50 mm, 바람직하게는 10 내지 20 mm인 조분쇄된 유리 섬유가 상기 a) 단계에서 얻어지는 유리 섬유 분쇄 방법.

### 청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 조분쇄된 유리 섬유는 잔류 수분 함량이 5 중량% 미만, 바람직하게는 2.5 중량% 미만인 유리 섬유 분쇄 방법.

### 청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 길이가 2 mm 미만, 바람직하게는 1 mm 미만인 미분쇄된 유리 섬유가 상기 b) 단계에서 얻어지는 유리 섬유 분쇄 방법.

### 청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 미분쇄된 유리 섬유와 상기 첨가제의 혼합물에 채거름(sifting)을 가하는 유리 섬유 분쇄 방법.

### 청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 유리 섬유 대 상기 첨가제의 혼합비가 중량비로 30:70, 바람

직하게는 40:60 내지 70:30, 더 바람직하게는 40:60 내지 60:40, 또는 45:55 내지 55:45인 유리 섬유 분쇄 방법.

### 청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 0.1 내지 1.5 mm, 바람직하게는 0.3 내지 1.0 mm의 범위의 d50 값을 갖는 첨가제가 사용되는 유리 섬유 분쇄 방법.

### 청구항 12

유리 섬유 분쇄를 위한 분쇄 매질로서의 첨가제의 용도로서,

상기 첨가제는 규사(quartz sand), 석회(lime), 생석회(burnt lime), 백운석(dolomite), 소성 백운석(burnt dolomite), 고로 슬래그(blast furnace slag),  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 수산화 알루미늄, 조장석(albite), 정장석(orthoclase), 회장석(anorthite), 봉산, 산화 봉소, 알칼리 봉산염, 알칼리토류 봉산염 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되고, 상기 유리 섬유 대 상기 첨가제의 비율이 중량비로 25:75 내지 95:05, 바람직하게는 30:70 내지 80:20인 용도.

### 청구항 13

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 따른 방법에 의해 얻어질 수 있는 유리 섬유를 함유하는 혼합물.

### 청구항 14

유리 섬유를 함유하는 혼합물로서,

2 mm 미만의 길이를 갖는 미분쇄된 유리 섬유; 및

5.0  $\mu\text{m}$  내지 5.0 mm의 범위의 d50 값을 갖는 첨가제;

를 포함하며,

상기 유리 섬유 대 상기 첨가제의 혼합비는 중량비로 25:75 내지 95:05, 또는 30:70 내지 80:20인, 유리 섬유 함유 혼합물.

### 청구항 15

제14항에 있어서, 상기 첨가제는 d50 값이 5.0  $\mu\text{m}$  내지 2.0 mm인 유리 섬유 함유 혼합물.

## 명세서

### 기술분야

[0001]

본 발명은 폐유리계 섬유상 재료로부터 얻은 유리 섬유를 분쇄하는 방법, 및 유리 섬유 분쇄를 위한 매질 밀에서 분쇄 매질로서의 첨가제의 용도에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002]

유리 섬유의 일반적인 제조 공정에서, 상당량의 폐유리계 섬유상 재료가 수행되는 모든 제조 단계에서 형성된다. 이러한 폐유리계 섬유상 재료는 주로, 일반적으로 5 내지 10 mm의 범위의 길이를 갖는 장섬유를 포함한다. 이러한 폐유리계 섬유상 재료를 제조 공정에 재활용할 수 있도록 하고 이에 따라 상기 공정의 경제성을 개선하기 위해, 상기 섬유를 상기 제조 공정에 적절한 목표 길이로 분쇄하는 것이 바람직하다.

[0003]

US 2007/0042890은 섬유를 먼저 조대하게 절단하고 이후 볼 밀에서 분쇄하는 공정을 기술한다.

[0004]

US 6,032,883은 유리 섬유를 소량의 유리 분말, 파단 유리 또는 물과 혼합하는 유리 섬유의 처리 방법을 기술한다.

[0005]

이러한 유리 섬유의 처리를 위한 예비 실험에서, 적절한 절단 공구를 사용하여 원하는 목표 길이로 곧바로 분쇄하는 것은 상기 공구에 높은 마모 효과를 발휘한다는 것이 발견되었다. 또한, 이에 의해 상기 유리 섬유는

상기 공구로부터 마모된 입자로 오염된다.

[0006] 또한, 상기 섬유의 분쇄 실험은 상기 섬유가 기본적으로 함께 엉기는 경향이 있음을 나타내었다. 이는 밀의 분쇄 성능을 상당히 감소시키는 유리 섬유의 실뭉치(woolly aggregate)를 생성하여, 분쇄될 재료 또는 유리 섬유의 효율적인 분쇄가 더 이상 가능하지 않게 한다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0007] 따라서, 본 발명의 목적은 폐유리계 섬유상 재료가 재사용될 수 있도록 하는 방법을 제공하는 것이다.

#### 과제의 해결 수단

[0008] 본 발명에 따르면, 상기 목적은 폐유리계 섬유상 재료로부터 얻은 유리 섬유를 분쇄하는 방법으로서,

[0009] a) 상기 유리 섬유를 조분쇄하여 조분쇄된 유리 섬유를 얻는 단계; 및

[0010] b) 분쇄 매질.aggregate)로서 입상 첨가제(granular additive)를 사용하여, 상기 조분쇄된 유리 섬유를 미분쇄하여, 미분쇄된 유리 섬유를 얻는 단계로서, 상기 입상 첨가제는 0.1 내지 5.0 mm의 범위의 d<sub>50</sub> 값을 가지며, 상기 유리 섬유 대 상기 첨가제의 혼합비는 중량비로 25:75 내지 95:05인 단계;

[0011] 를 포함하는 유리 섬유 분쇄 방법에 의해 달성된다.

[0012] 상기 방법은 유리 섬유를 함유하는 혼합물을 수득한다.

#### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 상술된 US 2007/0042890 A1과 대조적으로, 사용된 첨가제는 상기 재료에 잔존하는 반면, US 2007/0042890 A1은 3 내지 9 mm의 직경을 갖는 분쇄 볼을 사용하고, 상기 분쇄 볼은 분쇄 공정으로 복귀한다. 일반적으로, 이 문헌에 기술된 밀은 50%의 분쇄 볼 및 50%의 분쇄될 재료를 포함한다. 3.96 g/cm<sup>3</sup>의 알루미나의 밀도 및 0.7 내지 0.9 g/cm<sup>3</sup>의 유리 섬유 밀도를 가지며, 약 20:80(유리 섬유 대 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 분쇄 볼)의 질량비가 얻어진다.

[0014] 상술된 US 6,032,883은 캐리어 물질로서 여러 물질 중에서 유리 분말을 사용한다. 유리 분말의 비율은 약 1:10 내지 1:40(유리 분말 대 유리 섬유)이다.

[0015] 본 발명에 따라 사용된 유리 섬유는 코팅된 유리 섬유 및 코팅되지 않은 유리 섬유 모두일 수 있다. 예를 들면, 코팅된 유리 섬유는 아미노실란 코팅을 갖는 유리 섬유이다.

[0016] 폐유리계 섬유상 재료가 예를 들면, 6 중량% 이상의 높은 잔여 수분 함량을 가질 경우, 건조 단계가 수행될 수 있고, 바람직하게는 상기 유리 섬유의 조분쇄 단계 후 그리고 상기 조분쇄된 유리 섬유의 미분쇄 단계 전에 수행될 수 있다. 적절한 건조 장치는 본 기술의 통상의 기술자에게 알려져 있다. 따라서, 예를 들면, 상기 조분쇄된 유리 섬유는 온도 제어된 송풍기(air blower)로 건조될 수 있다.

[0017] 유리 섬유 제조시 얻어진, 폐유리계 섬유상 재료는, 제1 단계, 즉 a) 단계에서 적절한 절단 장치에 의해 조분쇄된다. 일반적으로, 폐유리계 섬유상 재료의 풀어진 덩어리는 제어되지 않은 방식으로 예를 들면, 폐유리계 섬유상 재료를 포함한 용기로부터 적절한 절단 장치 위에 로딩된다. 대안적으로, 폐유리계 섬유상 재료는 보빈(bobbin)으로부터 권출되거나 유리 용융물로부터 직접 연신(drawing)되어 절단 장치로 공급될 수 있다.

[0018] 본 발명의 방법은 소위 무작위 섬유(random fibers), 즉 특정 배향이 없는 유리 섬유의 볼에 특히 적절하다.

[0019] 바람직한 구현예에 따르면, 조분쇄 단계는 절단 밀, 기요틴 절단기(guillotine cutter), 마모 훨(attrition wheel), 톱니형 롤러 밀(toothed roller mill), 햄머 밀(hammer mill), 핀형 디스크 밀(pinned disk mill), 임팩트 밀(impact mill)에 의해 수행된다. 이러한 장치는 본 기술의 통상의 기술자에게 알려져 있다. 마모 훨은 마멸 또는 마찰 훨이라는 명칭으로도 알려져 있다. 일부 경우에, 2개 이상의 조분쇄 단계를 연속적으로 수행하는 것이 유용하다.

[0020] 2개의 조분쇄 단계가 사용되는 구현예들에서, 제1 단계에서 단지 10 내지 100 cm의 섬유 길이로 분쇄하고, 이어서 추가의 조분쇄를 위한 1 이상의 작동(run)을 수행하는 것이 유용하다.

- [0021] 바람직하게는, 5 내지 50 mm, 바람직하게는 5 내지 35 mm, 더 바람직하게는 10 내지 20 mm의 평균 길이를 갖는 조분쇄된 유리 섬유가 a) 단계에서 얻어진다. 정확한 길이는 사용된 조분쇄 장치의 유형에 의존한다. 기요틴 절단기는 꽤 균일한 길이를 수득하지만, 마모 훨 또는 톱니형 롤러 밀은 덜 균일한 길이를 수득한다. 상기 조분쇄 단계는 후속하는 미분쇄 단계의 엉김(clot)을 감소시킨다.
- [0022] 바람직하게는, 조분쇄된 유리 섬유는 5 중량% 미만, 바람직하게는 2.5 중량% 미만, 더 바람직하게는 1.5 중량% 미만의 잔류 수분 함량을 갖는다. 따라서, 매질 밀에서 조분쇄된 유리 섬유와 첨가제의 혼합물로서, 상기 유리 섬유가 여전히 5 중량%를 초과하는 잔여 수분 함량을 갖는 혼합물을 엉김 및 이에 따른 미분쇄율의 감소를 초래한다는 것이 발견되었다. 미분쇄율의 감소를 초래하는 수분 함량은 장치의 유형에 의존한다.
- [0023] 제2 단계, 즉 b) 단계에서, 조분쇄된 유리 섬유는 분쇄 매질로서 0.1 내지 5.0 mm의 범위의 d50 값을 갖는 적절한 입상 첨가제와 혼합된다. 0.1 내지 2.0 mm의 범위의 d50 값이 특히 바람직하다. 이에 따라 얻어진 유리 섬유/첨가제의 혼합물은 이후 약간의 시간 동안 기계적인 힘의 작용에 노출된다. 이에 의해 미분쇄된 유리 섬유와 첨가제의 혼합물이 얻어지고, 이는 용융물에 재공급될 수 있다.
- [0024] 따라서, 본 발명에 따르면, 첨가된 첨가제는 통상적으로 제조 방법에 도입되는 미분쇄된 유리 섬유 내에 잔존한다. 일반적으로, 첨가제도 이에 따라 분쇄된다.
- [0025] 본 발명에 따른 입상 첨가제는 정상 조건 하에서 고체 상태의 물질들이고 바람직하게는 대체적으로 구형 입자로 구성된다.
- [0026] 바람직하게는, 입상 첨가제의 표면은 날카로운 모서리(sharp edge) 즉, 입상 첨가제의 적어도 2개의 다리(leg)가 횡단면도에서 예각으로 교차된 날카로운 모서리를 갖는다.
- [0027] 바람직한 구현예에 따르면, 첨가제는 규사(quartz sand), 석회(lime), 생석회(burnt lime), 백운석(dolomite), 소성 백운석(burnt dolomite), 고로 슬래그(blast furnace slag),  $Al_2O_3$ , 수산화 알루미늄, 조장석(albite), 정장석(orthoclase), 회장석(anorthite), 봉산, 산화 봉소, 알칼리 봉산염, 알칼리토류 봉산염 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택된다. 따라서, 본 발명에 따라 유리 섬유가 처리되어 투여될 용융물에 의존하여, 적절한 첨가제가 조분쇄된 유리 섬유의 미분쇄를 위한 분쇄 매질로서 사용될 수 있다.
- [0028] 대안적으로 또는 보완적으로, 통상의 기술자에게 알려진 유리 제조에 사용되는 기타 성분들도 첨가제로서 사용될 수 있다. 탄산나트륨, 칼리(potash), 장석(feldspar), 중고 유리(used glass), 바람직하게는 유리 제조로부터 얻은 소위 컬릿(cullet)이 통상의 기술자에게 알려져 있다. 이러한 첨가제들도 입상이어야 한다.
- [0029]  $Al_2O_3$  및 중고 유리의 사용은 덜 바람직하다. 특히, 일반 컬릿의 높은 나트륨 함량 때문에 중고 유리의 사용은 바람직하지 않게 높은 나트륨 함량을 초래한다.
- [0030] 특히 바람직한 일 구현예에서, 0.1 내지 2 mm 또는 0.1 내지 1.5 mm의 범위, 바람직하게는 0.3 내지 1.0 mm의 범위의 d50 값을 갖는 첨가제가 사용된다. 더 높은 d50 값을 갖는 첨가제가 조분쇄된 유리 섬유를 적절한 크기의 조각으로 분쇄하는 데 더 우수하다는 것이 발견되었다(실시예 2 참조). 더 높은 d50 값을 갖는 첨가제는 분쇄될 재료를 예를 들면, 밀에서 분쇄 매질에 의해 가해지는 압력에 의해 분쇄할 것이라고 여겨진다.
- [0031] d50은 입자의 50 중량%가 d50 값보다 작은 입자 크기를 갖고, 50 중량%가 d50 보다 큰 입자 크기를 갖는 경우의 입자 크기를 의미한다. 이러한 값은 일반적으로 입도 분포 곡선으로부터 유도된다.
- [0032] 일반적으로, 첨가제의 최소 가능한 d50 값은 첨가제의 경도에 의존한다. 첨가제의 모스 경도가 낮을수록, 조분쇄된 유리 섬유를 최적으로 분쇄하기 위한 첨가제의 d50 값은 더 높아야 한다는 것을 실험이 입증한다. 따라서, 첨가제의 d50 값이 높을수록, 제2 단계 즉, b) 단계에서 분쇄의 지속 시간이 더 길다.
- [0033] 다른 바람직한 구현예에 따르면, 미분쇄 단계는 밀에서 수행된다. 밀에 로딩된 유리 섬유/첨가제의 혼합물은 한정된 분쇄 시간에 걸쳐 미분쇄된다.
- [0034] 원칙적으로, 통상의 기술자에게 알려진 모든 밀들은 적절하다.
- [0035] 바람직하게는, 미분쇄 단계는 매질 밀에서 수행된다. 바람직하게는, 적절한 매질 밀은 볼 밀, 텀블링 밀(tumbling mill), 드럼 밀, 또는 튜브 밀을 포함한다. 첨가제와 달리, 분쇄 매질은 분쇄 후에 제거된다.
- [0036] 유리 섬유 대 첨가제의 적절한 혼합비는 바람직하게는 중량비로 30:70 이상, 또는 40:60 이상, 또는 45:55 이상이다. 상한은 중량비로 95:05 또는 80:20, 바람직하게는 70:30, 60:40 또는 55:45이다. 중량비로 30:70

내지 80:20이 특히 바람직하다.

[0037] 상이한 혼합비는 분쇄의 지속 시간 및 상기 방법에 의해 제조된 생성물에 영향을 미친다.

[0038] 바람직하게는, 2 mm 미만, 바람직하게는 1 mm 미만의 길이를 갖는 미분쇄된 유리 섬유가 b) 단계에서 얻어진다. 0.1 mm 미만으로 미분쇄하는 것은 일반적으로 필요하지 않다.

[0039] 특정한 일 구현예에서, 미분쇄된 유리 섬유와 첨가제의 혼합물에 체거름(sifting)을 가한다. 적절한 체(sifter)는 본 기술의 통상의 기술자에게 알려져 있다.

[0040] 체거름이 수행되는 경우, 분리된 체잔류물(oversize)은 미립자의 수득률을 증대시키기 위해 재활용될 수 있다.

[0041] 기본적으로, 생성물 흐름 평형은 상기 방법으로의 재활용 때문에 달성된다. 조분쇄된 섬유 및 첨가제가 상기 방법으로 도입되는 공급율은 체류 시간(dwelling time)을 결정한다. 너무 많은 재료가 상기 방법으로 이송되는 경우, 생성물은 더 조대한 입자가 되고, 체의 선택성은 저하된다. 극단적인 경우, 폐색(obstruction)이 일어날 수 있다.

[0042] 매질 밀이 사용되는 경우, 분쇄 볼에 의한 밀의 충전 수준은 또 다른 변수이다; 분쇄 볼이 더 많을수록, 분쇄 강도는 더 높다.

[0043] 공기 분리기에서의 분리는 사용된 팬의 회전수에 의해 결정될 수 있다. 일반적으로, 분리는 2개의 대향류(countercurrent) 또는 직교하여 흐르는 공기 스트림에 의해 수행된다. 회전수는 분리된 입자의 크기를 결정한다.

[0044] 대안적으로, 미분쇄된 유리 섬유와 첨가제의 혼합물을 더 큰 단편을 제거하기 위해 체거름 전에, 0.5 내지 2.5 mm 미만, 더 바람직하게는 1 내지 2 mm 미만의 범위의 메쉬를 갖는 차단막(screen)을 통해 선별될 수 있다.

[0045] 또한, 본 발명은 유리 섬유 분쇄를 위한 분쇄 매질로서의 첨가제의 용도로서, 상기 첨가제는 규사(quartz sand), 석회(lime), 생석회(burnt lime), 백운석(dolomite), 소성 백운석(burnt dolomite), 고로 슬래그(blast furnace slag),  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 수산화 알루미늄, 조장석(albite), 정장석(orthoclase), 회장석(anorthite), 봉산, 산화 봉소, 알칼리 봉산염, 알칼리토류 봉산염 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되고, 상기 유리 섬유 대 첨가제의 비율이 중량비로 25:75 내지 95:05인 용도에 관한 것이다.

[0046] 본 발명은 또한 본 발명에 따른 방법에 의해 얻어질 수 있는 유리 섬유, 및 유리 섬유를 함유하는 혼합물로서, 상기 혼합물을

[0047] 2 mm 미만의 길이를 갖는 미분쇄된 유리 섬유; 및

[0048] 5.0  $\mu\text{m}$  내지 5.0 mm의 범위의 d50 값을 갖는 첨가제;

[0049] 를 함유하며,

[0050] 상기 유리 섬유 대 상기 첨가제의 혼합비는 중량비로 25:75 내지 95:05인, 유리 섬유 함유 혼합물에 관한 것이다.

[0051] 또한, 첨가제도 미분쇄 단계에서 분쇄될 수 있으므로, 상기 첨가제는 상기 방법의 출발 재료와 비교하여 생성물 내에서 더 작은 입자 크기를 갖는다.

[0052] 도 1은 폐재료로서 얻어진 유리 섬유 볼을 나타낸다.

[0053] 도 2는 제1 조분쇄 단계를 실시한 섬유의 사진을 나타낸다. 이들은 약 20 내지 100 cm의 범위의 길이를 갖는다.

[0054] 도 3은 제2 조분쇄 단계를 실시한 섬유를 나타낸다. 섬유 길이는 약 0.5 내지 10 cm이다.

[0055] 도 4는 미분쇄 단계 후에 촬영한 현미경 사진이다. 유리 섬유 이외에, 분쇄 첨가제도 재료의 일 성분이다.

[0056] 실시예 1

[0057] 조분쇄 단계:

5 내지 10 mm의 범위의 길이를 갖는 폐유리계 섬유상 재료를 고성능 기요틴 절단기에 의해 10 내지 20 mm의 길이로 조분쇄하였다.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  함량은 변화가 없었다.

[0059] 미분쇄 단계:

조분쇄된 유리 섬유를 규사(Provodin 주물사)를 포함한 20 kg 배치 볼 밀에서 미분쇄하였다.

**표 1**

실험	유리 섬유 함량[%]	분쇄 시간 [min]	로딩량[kg]	섬유 길이 [mm]
1	50	45	20	0.3
2	50	20	12	0.3
3	60	10	12	< 1.5
4	70	10	12	< 2

[0062] 체거름:

미분쇄된 유리 섬유 및 첨가제를 분리기로 체거름하였다. 송풍량을 165 l /분으로 설정하고 분급 훨의 회전 수를 2000 rpm으로 설정하였다. 제1 분리기 작동에서 체통파물(undersize) 대 체잔류물의 질량비는 1:7.5이었다. 체통파물에서 얻어진 섬유의 길이는 1 mm 미만이었다.

[0064] 실시예 2

20 kg 배치 볼 밀로 2회의 분쇄 시도를 수행하였고, 본 분쇄 시도는 비교예로서 카올린(china clay)으로 착수한 것이다.

**표 2**

	석회	카올린
첨가제의 비율[%]	50	50
유리 섬유의 비율 [%]	50	50
첨가제 - d50	1.8 mm	2.4 $\mu\text{m}$
입자 크기	1.4 내지 2.5 mm	35% < 2 $\mu\text{m}$
밀의 로딩 [kg]	12	12
분쇄 시간 [min]	10	10

[0067]

카올린을 첨가제로서 유리 섬유 분쇄 배치에 첨가하는 경우, 유리 섬유의 분쇄를 완전히 억제하였다. 두 성분의 혼합을 달성할 수 없었다. 유리 섬유는 분쇄 시간이 지남에 따라 엉김(clot)으로 모였으며, 이는 외부적으로는 카올린 분진으로 흘러져 있지만, 내부적으로는 유리 섬유를 전적으로 함유하였다.

[0069]

입상 석회를 사용하는 경우, 분쇄 시간이 지남에 따라 분쇄는 성공하였다. 이 경우에, 분쇄될 재료 내에서 섬유 볼은 확인되지 않았다. 섬유 길이는 2 mm 미만이었고; 얻어진 혼합물은 유리 제조를 위한 출발 재료로서 매우 적합하였다.

[0070] 실시예 3

연속적인 분쇄 시도를 100 kg/h의 처리량을 갖는 볼밀로 행했다.

유리 섬유 및 첨가제(실시예 1에 따른 규사)를 50:50의 비율로 사용하였다. 첨가제의 입자 크기는 0.18 내지

1.4 mm이었고, d50 값은 0.55 mm이었고; 분쇄 볼 충전율은 밀 체적의 40%이었다. 후속하는 체거률을 900 rpm의 로터 및 800 rpm의 팬으로 수행하였다. 체잔류물을 재활용하였다.

[0073] 연속적으로 제거된 입자는 500  $\mu\text{m}$  미만의 섬유 길이를 가졌고, 생성물은 14.5  $\mu\text{m}$ 의 d50 값을 가졌다. 하기의 체잔류물 비율을 얻었다:

표 3

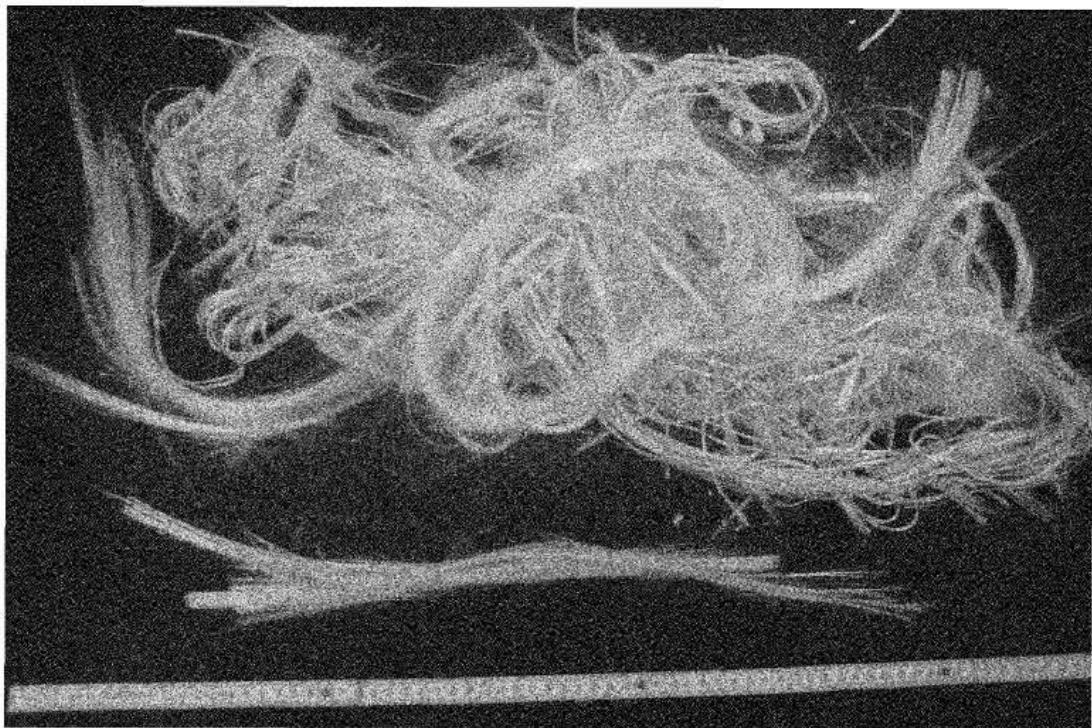
[0074] 차단막 크기 [ $\mu\text{m}$ ]	체잔류물 비율[%]
160	0.25
125	0.8
100	2.0
63	9.2
40	20

## 도면

### 도면1



도면2



도면3



도면4

