(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
B03B 9/06

(45) 공고일자 2000년09월01일
(11) 등록번호 10-0263806
(24) 등록일자 2000년05월22일

(21) 출원번호	10-1993-0701465	(65) 공개번호	특1993-0703077
(22) 출원일자	1993년05월17일	(43) 공개일자	1993년11월29일
번역문제출일자	1993년05월17일		
(86) 국제출원번호	PCT/CA 92/00408	(87) 국제공개번호	WO 93/05883
(86) 국제출원일자	1992년09월18일	(87) 국제공개일자	1993년04월01일
(81) 지정국	AP ARIPO특허 : 말라위 수단		
	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 리히텐슈타인 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 이탈리아 룩셈부르크 네덜란드 스웨덴 그리스 모나코 핀랜드		
	OA OAPI특허 : 베넹 카메룬 중앙아프리카 차드 콩고 가봉 말리 모리타니 세네갈 토고 코트디브와르		
	국내특허 : 아일랜드 기네 오스트레일리아 바베이도스 불가리아 브라질 캐나다 헝가리 일본 북한 대한민국 스리랑카 마다가스카르 노르웨이 루마니아 러시아 폴란드 몽골		
(30) 우선권주장	9119944.8 1991년09월18일 영국(GB)		
	9212920.4 1992년06월18일 영국(GB)		

(73) 특허권자 오웬스 코닝 휴스톤 로버트 엘
미국 오하이오주 43659 토레도 원 오웬스 코닝 파크웨이
(72) 발명자 심스 브리얀
카나다 온타리오 엘6엘 1엑스9 오크빌 셋지윅크 크레센트 1359
부쓰 크레이그 에이.
카나다 온타리오 엘7제이 2제이7 액톤 #506 처칠 200
랙스마난 베쿤탐 아이어
카나다 온타리오 엘4엘 5비1 미씨싸우가 멀캐스터 로우드 3427
(74) 대리인 나영환, 도두형

심사관 : 김상은

(54) 복합 재료로부터의 섬유 분리 방법

요약

열경화성 수지를 함침시킨 유리섬유와 같은, 섬유 강화 수지 산물로부터 섬유를 회수하기 위해서, 우선 상기 폐기물을 작게 절단(12)하고, 이 작게 절단된 폐기물을 미분쇄(24)하며, 이 미분쇄된 폐기물을 체질(26,34,42)하여 유리된 섬유들을 분리시킨다. 나머지 폐기물은 밀링 처리(50)하여 충전재로서 적합한 미세 분말을 생성시킨다. 이러한 미분쇄는 분급 작업없이 완료되며, 미분쇄된 생성물중 공칭(nominal) 커트 크기보다 큰 크기를 갖는 일부는 재순환된다. 유리된 섬유들은 체질 공정동안 공기부양(32,40,44)에 의해서 분리된다.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

복합 재료로부터의 섬유 분리 방법

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 섬유 강화 플라스틱 제조공정의 폐기 부산물을 처리하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

열경화성 수지를 함침시킨 섬유 기판을 필수적으로 이용하는 섬유 강화 플라스틱은 광범위한 용도를 갖고 있다. 더욱 대중적인 섬유 강화재중의 하나는 직조되거나 랜덤한 매트 형태로 이용되거나, 또는 수지 결합제 중에 분포된 미소 절단된 섬유로서 이용될 수 있는 유리 섬유이다.

섬유 강화 플라스틱을 이용하는 제조 기술은 흔히 완성된 제품의 트리밍(trimming)을 필요로 한다. 이들 트리밍된 제품 및 부적절하게 제조된 제품은 쓰레기 매립 처리에 의해 폐기되어야 하는 상당한 양의 폐기물을 양산하게 된다. 더욱이, 일단 제품의 유효 수명이 다하게 되면, 통상적으로 쓰레기 매립 처리에 의

해 폐기되어야 한다. 자동차 산업에서 점차로 많이 사용되고 있는 다른 제조품은 복잡한 형상의 패널, 범퍼 등을 생산하는데 사용되는 시이트 성형 재료(sheet molded compound:SMC)로서 알려져 있다. 이들 제조품은 다량 생산되며, 필연적으로 이들 제조품의 일부는 충분한 품질을 보유하지 못하게 된다. 따라서, 생산중에 또는 제품 수명이 다할 때 상당한 양의 폐기물이 폐기되어야 한다.

섬유 강화 플라스틱의 폐기 부산물을 이용하기 위한 시도들은 이전에는 성공적이지 못하였다. 이것은 부분적으로, 쓰레기의 용적을 감소시킬 것을 목적으로 하는 대부분의 방법들이 섬유의 손상을 일으키고, 및/또는 과도한 열의 발생을 초래하며, 또 이것은 수지를 용융시켜서 공정을 방해하게 된다는 사실에 기인한다. 그러나, 이들 폐기물중의 많은 부분이, 수지로부터 섬유들이 비교적 손상되지 않은 상태로 분리될 수만 있다면 재사용될 수 있는 섬유를 포함한다는 것이 인식되어 있다.

따라서, 본 발명의 목적은 상기 단점들을 회피 또는 완화시키는, 섬유 강화 플라스틱 재료로부터의 섬유 분리 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

본 발명에 따르면, 섬유 강화 플라스틱 재료를 다수의 분리된 조각들로 작게 절단하는 단계, 상기의 조각들을 미분쇄기(pulverizer)내로 도입시켜 상기 조각들을 충돌시키는 단계, 상기의 미분쇄기로부터 미분급된 산출물(unclassified output)을 제공하는 단계, 상기의 산출물로부터 유리된 섬유들을 분리시키는 단계, 상기 산출물의 나머지중 적어도 일부를 더욱 축소시키기 위해서 미분쇄기에 도입시키는 단계로 구성되는, 섬유 강화 플라스틱 재료로부터 섬유들을 분리시키는 방법이 제공된다.

화이버라이저(fiberizer)로 알려져있는 수직 샤프트 스윙 해머(vertical shaft swing hammer) 타입의 미분쇄기를 이용하면, 과도한 열의 발생이나 또는 섬유에 대한 과도한 손상 없이, 수지로부터 섬유가 양호하게 분리되어 얻어진다는 사실이 판명되었다.

섬유들이 공기 스트림에 수반되어서 미분쇄기를 통하여 효과적으로 이동되도록 미분쇄기가 공기 고사형(airswept)인 것이 바람직하다.

미분쇄기를 통과한 후 유리된 섬유들의 분리는, 회수된 섬유들이 그 최대 길이를 유지하도록 유리된 섬유들이 미분쇄기에 의해 다시 처리되지 않게 한다.

미분쇄기로 더욱 처리되는 산출물의 나머지 부분은 완전히 균일한 섬유 강화 플라스틱 재료 조각들을 구성하도로 선택하여, 이후의 처리가 이미 분리된 섬유들을 재처리시키는 것 보다는 섬유들을 분리시키도록 하는 것이 바람직하다.

재료를 균일한 크기의 작은 분리된 조각들로 절단시키는 세단기(細斷機)(shredder)의 사용은 미분쇄기의 작동을 용이하게 한다. 특정한 유형의 폐기물에 있어서는, 미분쇄에 앞서서, 작게 절단시키기 전 또는 후에 분리될 수 있는 상당한 양의 유리된 섬유가 있으며, 이는 미분쇄기의 작동을 더욱 향상시킨다.

하나의 구체예에 있어서는, 미분쇄기에 의해 처리된 재료가 점진적으로 더욱 미세한 눈금의 체(sieve)를 통하여 계단 폭포(cascade)식으로 통과하며, 유리된 섬유들은 각 단계에서 분리된다. 이어서, 결과로서 얻어지는 부산물은 밀링되어, 상업적으로 유용한 충전재들에 필적할 수 있는 특성을 보유하는 수지 증량재 또는 충전재로서 사용될 수 있는 미세 분말을 형성할 수 있다.

두 번째 구체예에 있어서는, 미분쇄기로 처리한 후 유리된 섬유들을 분리하기 위해서 체(sieve) 또는 트로멜(trommel)을 이용하는 것이 바람직하다. 트로멜은 다량의 복합 재료 조각들로부터 유리된 섬유를 분리하는데 있어서 효과적인 것으로 판명되었으며, 복합 재료 조각들이 미분쇄기를 통하여 재순환되게 한다.

본 발명의 구체예들을 첨부 도면을 참조하여 실시예에 의해서 더욱 상세히 설명하기로 한다.

[도면의 간단한 설명]

제1도는 섬유 강화 플라스틱 재료로부터 섬유를 분리시키는 방법 및 장치에 대한 개략도이며,

제2도는 제1도에 나타낸 방법에 사용되는 장치 미분쇄기에 대한 단면도이다.

제2(a)도는 제2도에 나타낸 장치의 부분 확대도이며,

제3도는 상업적으로 구입 가능한 제품과 본 발명의 방법에 의하여 회수된 제품의 섬유 크기 분포를 비교한 곡선이고,

제4도는 제1도에 나타낸 방법의 다른 구체예에 대한 개략도이며,

제5도는 제4도의 방법에 사용된 장치중 일부분에 관한 단면도이고,

제6도는 제1도 및 제4도에 나타낸 방법의 또 다른 구체예에 대한 개략도이며,

제7도는 제6도에 나타낸 구체예에 사용되는 스크린에 대한 확대된 개략도이다.

따라서, 제1도에 관하여 언급하면, 도면 부호 10으로 표시한 유리 섬유 복합재와 같은 섬유 강화 플라스틱 재료 폐기물은 세단기(細斷機)(12)내로 도입된다. 이 폐기물은 생산 공정중에 트리밍된 섬유 직물 또는 펠트 뿐만 아니라 고체화된 수지 및 섬유 제조품도 포함하고 있을 수 있다.

이 세단기(12)는 다수의 깍지를 낀 형상의 갈고리처럼 굽어진 블레이드를 갖고 있는 한쌍의 역회전 샤프트를 이용하는 타입의 저속 고 토크(torque) 세단기이다. 이러한 세단기는 캐나다 온타리오 캠브리지의 Shred-Tech Limited로부터 구입할 수 있다. 이 세단기(12)는 폐기물을 최초의 도입 원료에 의해 결정되는 두께를 갖는, 전형적으로 8cm x 8cm 치수로 된 연장된 스트립 형태의 분리된 조각들로 감소시킨다. 세단기(12)에서 이용되는 갈고리 형상의 티이쓰(teeth)의 최적 경사각은 10° ~10° 사이이며, 20rpm~26rpm 사이의 회전속도로 작동되는 경우에 15° 의 경사각이 만족스럽다는 사실이 알려져 있다. 또한, 원료의 크기를, 예컨대 3cm x 3cm로 너무 크게 감소시키는 것은, 일반적으로, 보다 긴 섬유의 회수량을 감소시키게

되는 것으로 알려져 있다.

도면 부호 14는 표시한 작게 절단된 조각들은 개구가 없는 진동 스크린(16)상에 쌓여진다. 스크린(16)은 세단기(12)에서 배출된 유리된 섬유들이 수지-결합섬유들로부터 분리되도록 하며, 공기 부양기(18)에 의해서 유리된 섬유들을 제거될 수 있다. 이 섬유는 36㎜의 잘게 절단된 섬유 가닥으로서 상업적으로 시판되고 있는 것과 유사한 일치성을 갖는다. 수작업에 의한 레이업(lay up) 생산법으로부터 초래되는 바와 같은 혼합 폐기물에 있어서는, 초기 폐기물중 10% 정도가 세단기(12)에 의해서 유리된 섬유로서 배출되어 공기 부양기(18)를 통하여 추출될 수 있는 것으로 밝혀졌다. 유리된 섬유들에 대한 그 이상의 세정은 솜틀(20)에 의해 수행되며, 실험적 시험에 있어서는, 88%의 순도를 갖는 유리된 섬유들이 솜틀(20)로부터 얻어지는 것으로 판명되었다.

도면 부호 22로 표시된 폐기물중 나머지 부분은 더욱 분리시키기 위하여 미분쇄기(24)로 이송된다. 미분쇄기(24)는 제2도에서 더욱 상세히 보여지며, 이것은 통상적으로 화이버라이저(fiberizer)로 알려져 있는 수직 샤프트 스윙 해머 밀(vertical shaft swing hammer mill)이다. 제1도에 도시된 실험적 방법에 사용되는 화이버라이저는 캐나다 퀘벡 블랙레이크의 Fournier Steel Works 제의 "실험실 규모 화이버라이저(lab scale fibreiser)"이며, 모델링 D6624RE로 확인될 수 있다. 미분쇄기(24)는 수평면으로 회전 운동하는 샤프트에 피봇적으로 장착된 다수의 해머(54)를 보유하는 수직 샤프트(52)를 이용한다. 개구가 없는 브레이커 판(56)이 샤프트(52) 주위에 배치되어, 미분쇄기내로 도입된 생성물이 해머(54)에 의해 또는 브레이커 판(56)에 대해 충돌되도록 한다. 고정 핑거(stationary finger)는 해머(54)들 사이에 위치한다. 제2(a)도로부터 알수 있는 바와 같이, 브레이커 판(56)의 방사상 내표면은 샤프트(52)의 회전 방향에 대향하는 방사상 표면(59)을 갖도록 톱니 형상으로 패어져 있다.

해머(54)의 각각은 선단면(60), 궤적면(61), 말단면(62)과 상방 및 하방면(63)을 갖는 연장된 헤드(58)를 포함하고 있다. 표면(60),(61),(62),(63) 각각의 교선에서의 내각은 90°이며 교선에서의 연부는 "예리한(sharp)" 연부가 제공되도록 방사상이 아닌 것이 바람직하다. 또한, 헤드의 표면은 적절한 통상적인 처리에 의하여 표면 경화시키는 것이 바람직하다. 재료는 도입구(64)로부터 배출구(66)를 향하여 수직 방향으로 미분쇄기(24)를 통하여 도입된다. 재료의 흐름은 화살표(68)로 표시된 공기 흐름과 연행(entrainment) 시키는 것에 의하여 개선되며, 이에 의하여 생성물이 해머(54)를 통과하여 이송된다. 이 미분쇄기(24)는 다른 타입의 해머 밀에서 통상적으로 사용되는 바와 같은 분급(classifying) 스크린을 포함하고 있지 않으므로, 배출구(66)로부터의 재료는 분급되지 않은 상태이며 도입구(64)로부터 배출구(66)까지 단 1회의 통과로 진행된다. 놀랍게도, 비분급식의 수직 샤프트 스윙 해머 타입 밀을 사용하면, 섬유들을 손상시키는 일없이 수지로부터 섬유들이 효과적으로 분리된다는 사실이 밝혀졌다.

대조적으로, 생성물을 분급 스크린이 각각 사용되고 있는 볼 밀, 로드 밀 또는 쇄터박스(shatterbox)내로 도입시킨 경우에는, 재료가 미분쇄되지 않고 단지 밀링될 뿐이었다.

분급 스크린의 부존재 및 그에 따른 1회 통과 미분쇄는 밀내에서의 재순환을 감소시키며, 그것에 의하여 재료의 과열 또는 섬유의 손상을 막는 것으로 믿어진다. 더욱이, 해머의 작용은 섬유 방향으로 재료를 파쇄시키게 되며, 결과적으로 섬유들을 방출시키는 것으로 믿어진다.

제1도의 구체예에 있어서는, 미분쇄기(24)로부터의 재료가 진동 스크린(26)으로 도입된다. 이 진동 스크린(26)은 0.51㎜ 직경의 와이어에 의해 정의되는 2.03㎜의 스크린 개구를 갖는 10-메쉬 스크린이다. 미분쇄기로부터 이송된 재료는 스크린(26)에서 도면 부호 28로 표시된 상기 스크린을 통과한 아래쪽의 재료와 스크린(26)을 통과하기에는 너무 큰 위쪽의 재료(30)로 분리되며, 유리된 섬유들은 공기 부양기(32)에 의해서 추출된다. 공기 부양기(32)에 의해 추출된 유리된 섬유들은 솜틀(20)로부터 산출된 섬유들과 합쳐져서, 사업적으로 구입 가능한 24㎜의 잘게 절단된 섬유 가닥과 유사한 비교적 긴 섬유로 된 회수물을 생산할 수 있게 된다.

10-메쉬 스크린으로부터의 위쪽의 재료(30)는 추가 처리하기 위해서 미분쇄기(24)로 회송되며, 궁극적으로 스크린(25)사에서 분리된다.

아래쪽의 재료(28)는 0.216㎜ 직경의 와이어에 의해 정의되는 0.51㎜의 스크린 개구를 갖는 35-메쉬 스크린(34)에 도입 원료(33)로서 이송된다. 다시, 이 스크린은 도입 원료(33)를 스크린(34)을 통과한 아래쪽의 재료(36)와 스크린(34)을 통과하지 못한 위쪽의 재료(38)로 분리시키며, 유리된 섬유들은 공기 부양기(40)에 의해서 분리된다. 실제적으로, 유리 섬유 강화 복합재를 사용하는 경우, 공기 부양기(40)에 의해 추출된 섬유들은 상업적으로 시판되는 8㎜-12㎜의 잘게 절단된 섬유 가닥으로서 알려져 있는 것과 유사한 최종 생성물로 사용될 수 있는 것으로 판명되었다.

아래쪽의 재료(36)는 0.152㎜ 직경의 와이어에 의해 한정되는 0.27㎜의 스크린 개구를 갖는 60-메쉬 스크린인 또 다른 진동 스크린(42)에 대한 도입 원료(37)로서 사용된다. 스크린(42)은 유리된 섬유들을 더욱 분리시키고, 위쪽의 재료(46)와 아래쪽의 재료(48)를 밀링 장치(50)에 이송시키며, 상기에서 분리된 유리된 섬유들은 공기 부양기(44)를 통하여 제거된다. 공기 부양기(44)에 의해 추출된 섬유는 3㎜로 밀링 처리된 섬유와 유사한 것이며 전형적으로는 이 폐기물이 유리 섬유로 강화된 것인 경우 순도가 60%이다.

이 밀링 장치(50)는 입자들이 함께 연행되는 한쌍의 공기 분사류가 충돌하여 상기 입자들을 붕괴시키는 유체 에너지 밀이다. 이러한 밀은 초미 분쇄기(micronizers)로서 통칭되며, 10미크론 크기 정도의 매우 미세한 분말을 생성한다. 이 분말은 유리 섬유 강화 제품의 제조에 사용되는 수지에 있어서의 증량재 또는 충전재로서 사용하기에 적합한 것으로 알려져 있다.

상기 사실들로부터, 본 발명의 방법이 상업적으로 구입 가능한 사용되지 않은 섬유에 필적할 수 있는 유리된 섬유들을 제공하며, 또한 수지로부터 충전재나 증량재로서 재사용하기에 적합한 분말을 생성한다는 것을 알 수 있다.

폐기물이 유리 섬유를 포함하는 경우에 공기 부양기(40)에 의해 추출된 섬유는 전형적으로 수지에 대한 섬유의 순도가 60% 정도이기는 하지만, 섬유중에 작은 조각의 수지가 포획되는 것은 해롭지 않으며 이는 심지어 섬유의 특성을 개선시킬 수도 있는 것으로 믿어진다.

제3도에 나타낸 바와 같이, 공기 부양기(44)로부터 추출된 섬유는 상업적으로 구입 가능한 3㎜ 밀링 처리 섬유 제품에 필적하는 섬유 길이 특성을 가지며, 더욱, 전형적으로는 60% 순도를 가진다. 크기 분포는 습식 스크린 분급기를 사용하는 바우어 맥네트 시험법(Bauer McNett test)으로 구하였다.

수지로부터 섬유의 추가의 분리는 각각의 섬유 처리 라인에서 도면 부호 20으로 표시한 것과 유사한 솜틀을 이용하는 것에 의하여 달성될 수 있다. 그러나, 시험 결과 이러한 솜틀은 유리된 섬유의 길이를 감소시킬 수 있으며, 따라서, 바람직하지 않을 수도 있는 것으로 판명되었다.

유리 강화 복합재를 사용하여 현재까지 수행한 시험에서는, 폐기물 총 처리량의 30중량%~40중량%가 섬유로서 회수되며 그 대부분은 10-메쉬 스크린(26)으로부터 회수되는 것으로 보인다. 밀(50)로부터의 산출량은 총 처리량의 20중량% 정도로 나타난다. 따라서, 초기의 폐기물중 50중량%를 넘는 양이 재사용 가능한 재료로서 회수됨을 알 수 있다. 상기 결과들은 해머 헤드의 표면(60),(61),(62),(63)의 교선이 방사상 연부를 가지며 표면경화 시키지 않은 것을 제외하고는 위와 같은 미분쇄기를 사용하여 얻어졌다. 예리한 연부를 가지며 표면경화 처리한 것을 사용하면 섬유 추출율이 증가하는 것으로 관찰되었다.

다른 방법이 제4도와 제5도에 개시되어 있으며, 도시된 장치는 다른 종류의 폐기물에 대하여 사용될 수도 있지만 SMC-유형의 생성물에 특히 유리한 것으로 판명되었다. 같은 구성 요소를 표시함에 있어서는 명료하게 하기 위해서 같은 도면 참조 부호에 접미사 “a”를 붙이기로 한다.

제4도의 방법에 있어서, 폐기물 SMC 생성물은 우선 세단기(12a)에 의해서 더욱 작은 조각들로 절단된다. 세단기(12a)로부터의 산출물은 컨베이어(69)상에 배출되며, 이 컨베이어는 작게 절단된 폐기물을 미분쇄기(24a), 솜틀(20a), 또는 절단기(71) 중의 어느 것으로 향하게 하여 선택적으로 작동 가능하게 한다. 다른 종류의 폐기물은 서로 다른 특성을 보유하므로, 예컨대, 주로 유리 매트로 된 일부 폐기물은 절단기(73)에서 가장 양호하게 처리된다. 마찬가지로, 유리된 섬유가 풍부한 일부 폐기물은 솜틀(20a)에 의해서 가장 양호하게 분리된다. 다른 장치들과 컨베이어(71)를 설치하는 것에 의해서, 혼합 폐기물을 효율적이고도 선택적으로 처리될 수 있다.

SMC 폐기물은 유리된 섬유들이 거의 존재하지 않으므로, 세단기(12a)로 부터의 산출물은 상기한 것과 동일한 미분쇄기(24a)에 도입된다. 폐기물은 미분쇄기(24a)를 단 1회 통과한 후 상기 미분쇄기로부터의 산출물을 저장하는 한 쌍의 빈(bins)(73)중 어느 하나에 도입되며, 빈내에서의 균일한 생성물 분포를 얻기 위하여 빈(73)내에서 생성물을 재순환시킨다. 솜틀(20a)로부터의 산출물도 또한 후속 처리를 위해서 빈(73a)에 도입시킨다. 이어서, 빈내의 생성물은 컨베이어(75)에 의해서, 트로멜(70)에 의하여 수행되는 제1 분리 단계로 도입된다.

트로멜(70)은 대체적으로 수평축 주위로 회전시키기 위하여 하우징(72)내에 회전 가능하게 장착된 원통상 체(74)를 갖고 있는 고정 하우징(72)을 포함한다. 패들 배열세트(76)는 샤프트(78)를 포함하며, 패들(80)도 체(74)와 공동축이 되도록 하우징(72)내에 회전 가능하게 장착된다. 모터는 체(74)를 한 방향으로 회전시키며, 체(74)와 패들(80)이 서로 역 방향으로 회전하도록 패들 배열세트(76)는 상기와 반대 방향으로 회전시킨다. 공기는 체(74)의 중심으로 도입되어, 화살표 86으로 표시한 바와 같이 체(74)를 통하여 방사상으로 바깥쪽으로 흐르게 된다.

빈(73)으로부터의 미분쇄기(24a)에 의한 산출물은 체(74)의 내부로 도입되며, 이곳에서 유리된 섬유와 더욱 작은 수지 입자들은 체를 통과하여 하우징(72)의 저부에 모아지고 오오거(auger)(82)를 따라 배출된다. SMC 폐기물에 있어서, 미분쇄기(24a)로부터의 산출물은 분리된 더욱 큰 SMC 산물 조각들을 비교적 높은 퍼센트, 전형적으로 5중량% 내지 10중량%만큼 포함하는 것으로 관찰되었다. “메달”로 지칭되는 이 조각들은, 전형적으로, 폐기물 자체의 두께와 동전 크기의 직경, 즉 1㎝ 내지 3㎝ 직경을 갖는다. 이러한 메달들의 존재는 궤도 진동하는 체에서 섬유의 분리를 저해하는 것으로 믿어지나, 놀랍게도, 트로멜내에서늬 체(74)와 패들(80)의 역회전은 섬유의 분리를 촉진시키는 것으로 판명되었다. 패들(80)에 의한 폐기물의 비교적 격렬한 교반은 체(74) 주위로 폐기물을 구르게 하므로, 섬유들이 공기 스트립을 따라 배향되도록 하여 방사상으로 체(74)를 통과하게 하는 한편, 체(74)내부의 메달들을 잔류하게 한다. 최적의 분리를 위하여, 패들(80)은 체(74)에 비교적 근접시켜야만 하며, 가요성인 패들 단부가 설치되는 경우에는 체(74)에 접촉하게 할 수도 있다. 이 간격은 체의 안쪽에서의 격렬한 작용 및 공기 스트림에서의 섬유의 배향이 가능하게 되도록 체(74)를 통과하는 공기 흐름에 대하여 조절될 수 있지만, 전형적으로는 12㎜ 이하의 간격이 바람직하다. 4.5-메쉬(대략 ¼″)체는 이러한 분리에 효과적인 것으로 판명되었다. 따라서, 1″ 이하의 길이를 갖는 섬유들은 공기 스트림을 따라 배향되어 스크린을 통과하게 될 것이지만, 그 보다 큰 조각들 또는 메달들은 잔류하게 된다.

메달들은 체(74)의 중심으로부터 제거되며, 미분쇄기(24a)를 통하여 재처리 된다. 제4도에 나타낸 바와 같이, 제 2의 미분쇄기(24a)가 사용되어, 산물이 트로멜(70)로 재도입되기 전에 사이클론 분급기(77)를 통과하게 할 수도 있다. 분급기(77)로부터의 공기는 티끌과 작은 입자들을 수집하는 포대 여과기(79)를 통하여 배출된다. 또 다르게는, 트로멜(70) 위쪽의 재료는 제 1 미분쇄기(24a)를 통하여 재순환되고 빈(73)을 통하여 재처리될 수 있다. 메달들은 미분쇄기(24a)에 도입되는 폐기물의 5% 내지 15%를 점유할 수 있다.

트로멜(70)로부터의 아래쪽 재료 (즉, 체(74)를 통과한 산물)는 분급기(81)를 통하여 상기한 것과 유사한 10-메쉬의 궤도 스크린(26a)으로 도입된다. 분급기(81)는 또한 트로멜(70)을 통하여 흐르는 공기를 수용하여 공기 스트림중에 포획된 섬유들을 더욱 분리시켜서 스크린(26a)에 도입시킨다. 스크린(26a)은 공기 부양기(32a)에 의해서 스크린(26a)의 표면으로부터 유리된 섬유를 부양(lift)시키는 것으로 섬유와 수지를 분리시킨다. 회수된 섬유들은 티끌을 분리시키기 위해서 분급기(83)로 통과되며, 결과적으로 이 섬유들은 1인치의 잘게 절단된 가닥과 동등한 것이 되며 이러한 제품이 갖는 추가 용도에 적합하게 된다.

주로 수지로 이루어지는 스크린(26a)으로부터의 위쪽의 재료(30a)는 빈(85)을 경유하여 충전재로 연삭시키기 위한 연삭 밀(50a)에 도입된다. 연삭 밀(50a)로부터의 산출물은 포대 하우스(baghouse)(87)에서 여과되고 고체들은 사이클론 분급기(89)에서 분급된다. 분급기(89)의 커트 크기 이하의 고체들은 수지 충전재로서 사용하기 위해서 빈(93)내에 수집된다. 분급기(89)의 커트 크기 보다 큰 고체들은 빈(85)으로부터

의 배출물과 합해져서 연삭 밀(50a)에 대한 도입원료를 제공하게 된다.

스크린(26a)으로부터의 아래쪽 재료(28a)들은 더욱 짧은 섬유와 수지로 이루어져 있으며, 또 다른 분리 장치인 제 2의 트로멜(88)로 도입된다. 이 트로멜(88)은 트로멜(70)과 같으며, 따라서, 상세히 기재하지 않기로 한다. 트로멜(88)의 체는 60-메쉬의 체이며, 수지로부터 짧은 섬유들을 분리하도록 동작된다. 이 트로멜(88)의 작용은 체의 안쪽에 유지되며 연삭 밀(50a)의 빈(85)으로 도입되는 수지와의 효율적인 분리를 달성하는데 유리한 것으로 판명되었다. 체를 통과하는 더욱 짧은 섬유들은 티끌 제거후에 분급기(85)에 모아지며, 밀링 처리된 섬유와 동등한 것으로 판명되었다. 절단기(71)로부터의 폐기물은 티끌 제거기(97)내로 직접 도입된 다음, 10-메쉬 스크린(90)에 가해진다. 유리된 섬유는 스크린(90)으로부터 공기부양되어 분리되어 빈(92)내에 모아지며, 이것은 잘게 절단된 가닥과 동일한 것으로 판명되었다. 스크린(90)으로부터의 위쪽 및 아래쪽의 재료들은 빈(73)으로 재도입되어 트로멜(70)에 대한 공급 원료로서 제공된다.

따라서, 제14도에 나타낸 방법은 각 단계에서 기계적 분리에 의존하는 SMC 폐기물로부터 섬유들을 효과적으로 회수하는 단순한 연속식 공정을 제공한다는 것을 이해하게 되었을 것이다.

제4도의 방법에 따른 초기의 시험에서는, 공기 부양기(32a)로부터 회수된 섬유는 폐기물 도입 원료 중량의 31%였고, 폐기물 도입 원료의 7.2%는 트로멜(70)로부터 큰 메달로서 회수되었으며, 8.5%는 10-메쉬 스크린(26a)의 위쪽부분(30a)으로부터 회수되는 것으로 밝혀졌다.

트로멜(88)에서의 후속 처리에 있어서는, 트로멜에 대한 도입 원료중 10% 내지 15%가 섬유로서 회수되었으며, 나머지는 밀(50a)에 도입되었다.

유리 섬유를 분리하는 방법에 대한 또 다른 구체예를 제6도에 나타내며, 여기서, 제1도에 사용된 것과 같은 도면 참조 부호는 같은 구성 요소를 표시하며 명료하게 하기 위해서 접미사 “b”를 추가하였다. 제6도에 나타낸 구체예는 시간당 SMC 폐기물을 1800 lb(파운드)까지 성공적으로 처리하기 위하여 사용되며, 시간당 1500 lb 정도가 최적 원료 처리량이다. 이같이, 제6도의 구체예는 상기 방법으로 달성 가능한 작업 성과에 대한 유용한 지표를 제공한다.

따라서, 제6도를 참조하면, SMC 폐기물은 세단기(12b)에 도입되고, 이어서 미분쇄기(24b)중으로 도입된다. SMC 폐기물의 특징은 상당한 양의 유리된 섬유가 세단기(12b)중에서 생성되지는 않는다는 점이며, 미분쇄기(24b)에 직접 도입될 수도 있다. 또한, 공기 스트림(68b)은 미분쇄기(24b)에 도입되고, 비분급된 산출물은 사이클론 분급기(97)에 공급된다. 제 2의 공기 스트림(99)은 미분쇄기(24b)로부터 분급기(97)까지 상기 산출물의 운송을 돕는다. 분급기(97)는 비분급된 산출물로부터 티끌을 제거하며 공기 도관(101)을 통하여 여과기(79b)로 상기 산출물을 운송한다.

분리기(97)로부터 분급된 산출물은 공기 로크(airlock)(103)를 관통하여 트로멜(70b)에 공급된다. 트로멜(70b)은 제4도를 참조하여 위에서 설명한 바와 같이, 수집되어 사이클론 분급기(81b)로 인도되는 입자화된 수지와 유리된 섬유들을 포함하는 관통된 재료들을 처리한다. 더욱이, 이 관통된 재료들은 오오거(82b)로부터 그리고 체(74b)를 관통하는 공기 스트림중의 섬유에 대한 포집으로부터 수집되며, 분급기(81b)로 들어가기 전에 합쳐진다. 트로멜(70b)로부터 위쪽의 재료는 회수 라인(105)을 통해서 분리기(107)로 도입된다. 분리기(107)는 미세 입자들을 공기 도관(109)을 통하여 여과기(79b)로 도입시킨다. 분리기(107)로부터의 산출물은 공기 로크(111)를 경유하여 미분쇄기(24b)에 대한 도입 원료중으로 도입된다. 다시 처리되는 메달들 또는 위쪽의 재료는 미분쇄기(24b)에 대한 공급원료의 10%에 달하는 양일 수 있다.

여과기 하우스(79b)중에 수집하기 위하여 공기 도관(113)을 경유시켜서 분급기(81b)가 미세 입자들을 분리한다. 섬유 및 입자화된 수지는 분급기(81b)의 공기 로크(115)를 통하여 10-메쉬 스크린(26b)에 도입된다.

10-메쉬 스크린(26b)에 관하여 위에서 설명한 바와 같이, 관통된 재료들(28b)은 더욱 짧은 섬유들을 더욱 분리시키기 위하여 제1도 또는 제4도에 대해서 위에서 설명한 바와 같이 도입된다. 10-메쉬 스크린으로부터의 위쪽에 재료(30b)는 본질적으로 수지 입자인 것으로 밝혀졌으며 미세 분말로 만들기 위해서 밀(50b)로 향하여진다. 유리된 섬유들은 공기 부양기(32b)를 통하여 부양되어 분리기(83b)로 향하게 되고, 여기서 미세화된 입자 재료는 추출되어 여과기 하우스(79b)로 이송되며, 섬유 산물은 회수된 제품으로서 사용하기 위하여 공기 로크(117)를 통하여 이송된다.

공기 부양기(32b)와 10-메쉬 스크린(26b)의 작동을 제7도에 더욱 상세히 나타낸다.

따라서, 제7도를 참조하면, 스크린(26b)은 개방된 망(119)을 지지하며 입자화된 재료가 망(119)을 통과하도록 진동시킨다. 스크린(26b)은 그 상단부에서는 궤도 운동으로 진동되며 그 하단부에서는 일반적으로 왕복 운동으로 동작하게 된다. 망(119)을 통과하는 입자화된 재료는 호퍼(121)에 수집되며 추가 처리를 위하여 관통된 재료(28b)로서 이송된다.

스크린(27b)의 하단부는 망(119)의 개구 보다 훨씬 더 큰 개구를 갖는 개구판(123)으로 형성되어 있다. 공기 부양 하우징(125)은 개구판(123)의 상부에 위치하며, 피봇 결합된 선단 플랩(127)과, 공기 도관(131)에 고정된 피봇 결합된 후단 플랩(129)을 갖고 있다. 팬(도시하지 않음)은 유리된 섬유를 함께 연행(entrainment)시키기 위해서 도관(131)을 통하여 공기를 흡인하여 스크린(26b)으로부터 유리된 섬유를 부양시킨다.

공기 부양 하우징(125)은 스크린(26b)의 표면으로부터 비교적 큰 거리를 두고서 위치하며, 전형적으로는 6인치 정도의 거리이다. 플랩(127)(129)은 스크린(26b)의 후단 단부에서, 즉 플랩(129)에 인접하여 섬유들을 연행시키도록 배향된다. 작동시 트로멜(70b)을 관통한 재료가 망(119)위에 쌓여짐에 따라, 관통된 재료는 망(119)을 따라 연속적으로 이동되는 위쪽의 재료와 그로부터 분리되는 유리된 섬유들로 분리된다는 사실이 밝혀졌다. 유리된 섬유와 위쪽의 재료가 개구판(123)을 가로질러 이동함에 따라, 위쪽의 재료는 개구(123)를 통하여 신속히 통과하게 되므로 망(26b)위의 섬유들의 농도를 증가시키게 된다. 섬유들은 그 최대로 분리된 다음에 후단 단부로부터 부양되므로, 비교적 순수한 상태로 사이클론 부리기(83b)로 이

송된다. 개구판상에 남아 있는 재료는 상기한 바와 같이 추가 처리하기 위해서 플랫(129)밑의 후단 단부상으로 배출된다.

제6도에 나타낸 장치를 사용한 예시적인 결과를 하기에 설명한다.

원료 처리량	세단기 산출량에 대한 중량%
세단기의 산출량	100%
트로멜 위쪽재료의 재순환량	10%
미분쇄기(24b)의 순 원료처리량	110%
(전형적으로 1500 lb/hr)	
회수	
트로멜 위쪽의 재료(메달)	10%
10-메쉬 스크린으로부터의 공기부양	20%
(섬유)	
10-메쉬 스크린 위쪽의 재료	15%
(수지)	
10-메쉬 스크린 관통재료	55%
(섬유+수지)	
여과기(79b)에서의 티끌 회수	10%
(모든 단계로부터)	

공기 부양기로부터 회수된 섬유는 전형적으로 40중량%의 유리 섬유 함량을 가지며, 25㎜의 잘게 절단된 가닥과 등가의 것이다. 관통 재료(28b)는 전형적으로 35%라는 상당한 양의 짧은 유리 섬유 함량을 가지며 그 나머지는 수지와 탄산 칼슘 충전재인 것으로 판명되었다.

공기 부양기가 없는 것을 제외하고는 제1도에서 도면 부호(34)로 나타낸 것과 유사한 40-메쉬 스크린상에서 관통 재료(28b)를 더욱 처리하였다.

하기의 결과를 얻었으며, 세단기 산출량에 대한 %로서 표시하였다:

40 메쉬 망의 위쪽 재료	30%
(섬유+수지)	
40 메쉬 망 관통 재료	25%

40-메쉬 망 위쪽의 재료에 대한 분석 결과, 8㎜의 밀링처리된 섬유와 비슷한 견고성을 갖는 유리 섬유 함량이 35중량%, 탄산 칼슘 충전재 27% 및 수지 32%를 갖는 것으로 나타났다.

40-메쉬 망 관통 재료는 3㎜의 밀링 처리된 섬유와 비슷한 견고성을 갖는 유리 섬유 함량이 28중량%, 탄산 칼슘 충전재 41% 및 수지 31%였다.

따라서, 40-메쉬 망의 위쪽 재료 및 관통 재료에 대한 그 이상의 추가 처리는, 충전재로서 사용하기 위해서 밀(50)로 처리되는 수지 및 충전재를 포함하는 부가적인 유리 제품을 산출한 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

섬유 강화 플라스틱 재료를 다수의 분리된 조각들로 작게 절단하는 단계, 상기의 조각들을 미분쇄기(pulverizer)내로 도입시켜서 상기 조각들을 충돌시키는 단계, 상기의 미분쇄기로부터 비분급된 산출물(unclassified output)을 제공하는 단계, 상기의 산출물로부터 유리된 섬유를 분리하는 단계, 및 상기 산출물의 나머지중 적어도 일부를 더욱 축소시키기 위해서 미분쇄기에 도입하는 단계를 포함하는, 섬유 강화 플라스틱 재료로부터의 섬유 분리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 체(sieve)를 가로질러 산출물을 통과시키고 상기 체로부터 상기 유리된 섬유를 공기 스트림으로 부양(lift)시키는 것에 의하여 상기 유리된 섬유를 분리시키는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 체가 공칭 지수(nominal size)에 상대적으로 산출물을 분급시키며, 상기의 공칭 치수보다 큰 산출물 부분을 유리된 섬유의 제거후 더욱 분리시키기 위하여 미분쇄기로 도입하는 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 공칭 치수 이하의 산출물 부분은 추가 분리 장치를 통과하며, 그에 의하여 분리된 유리된 섬유가 공기 스트림에 수반하여 제거되는 방법.

청구항 5

제2항에 있어서, 조각들이 공기 스트림중에 수반되어 미분쇄기를 강제 통과하게 되는 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항중 어느 한 항에 있어서, 상기 미분쇄기가 하우징내에 회전 가능한 충돌 구성 요소들을 포함하며, 상기 재료가 상기 구성 요소들의 회전축에 대체로 평행한 방향으로 하우징을 관통하게 되는 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 회전축이 수직으로 배향하는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 재료가 하우징을 통하여 수직 하방으로 흐르게 하는 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 미분쇄기가 상기 축 주위를 회전 가능한 샤프트와 상기 샤프트에 연결된 해머를 포함하며, 상기의 해머들이 회전축에 평행하지만 그로부터 간격을 두고 있는 각각의 축들 주위로 회전 가능하게 하는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 해머들이 회전축을 따라 간격을 두고 있는 다수의 층으로 배열되며, 고정 핑거(fingers)가 상기 층들 사이에 개재되는 방법.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 체가 세단기(細斷機)와 미분쇄기 사이에 위치하며, 상기 체를 통과한 재료가 상기 미분쇄기를 우회하게 하는 방법.

청구항 12

제2항에 있어서, 체로부터 부양된 유리된 섬유를 다른 체로 분급(classifying)시켜서, 상기 섬유중에 포획된 입자화된 재료들을 분리시키는 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기의 다른 체 상에서 분리된 유리된 섬유를 상기 체로부터 부양(lift)시키는 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 체의 공칭 치수 보다 큰 입자화된 재료를 더욱 축소시키기 위하여 미분쇄기로 통과시키는 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 트로멜(trommel)을 상기 체들 사이에 개재시켜, 상기 섬유중에 포획된 입자화된 재료를 방출시키는 방법.

청구항 16

제2항에 있어서, 트로멜이 미분쇄기와 체 사이에 위치하며, 유리된 섬유들은 상기 트로멜을 통과하고, 보다 큰 입자화된 재료는 상기 트로멜에 의해 유지되는 방법.

청구항 17

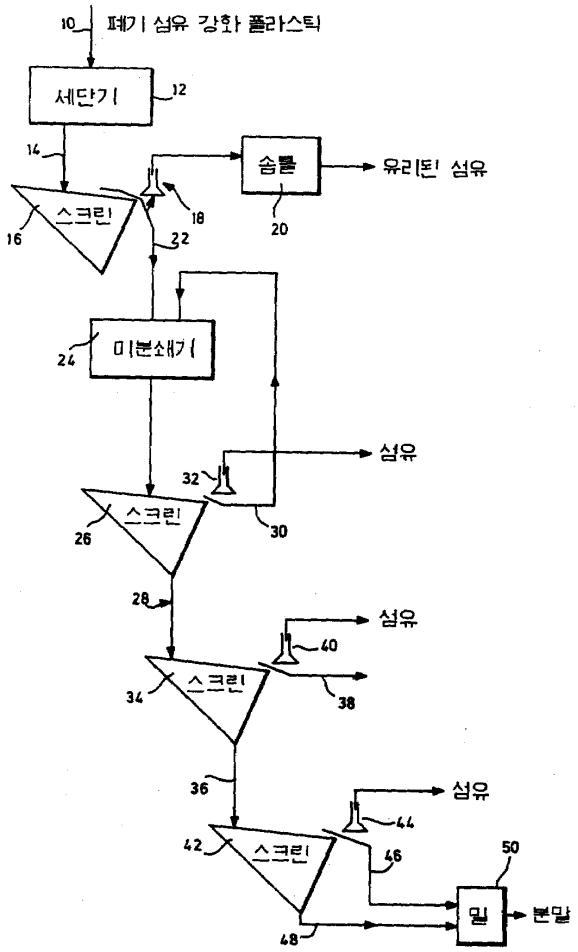
제16항에 있어서, 큰 입자화된 재료가 미분쇄기로 도입되는 방법.

청구항 18

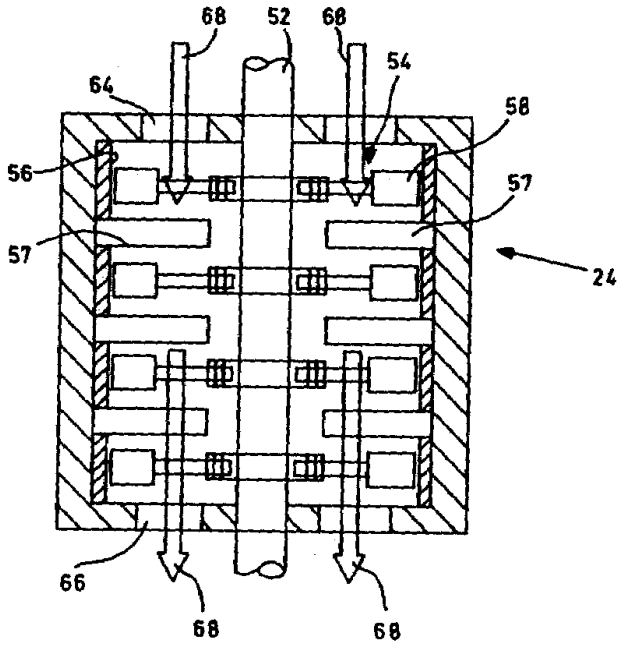
섬유 강화 플라스틱 재료를 다수의 분리된 조각들로 작게 절단하는 단계, 상기 분리된 조각들을 미분쇄기에 통과시키는 단계, 미분쇄된 재료로부터 유리된 섬유를 분리하는 단계, 및 상기 재료중 적어도 일부를 더욱 축소시키기 위해서 미분쇄기로 회송시키는 단계를 포함하는, 섬유 강화 플라스픽 재료로부터의 섬유 분리 방법.

도면

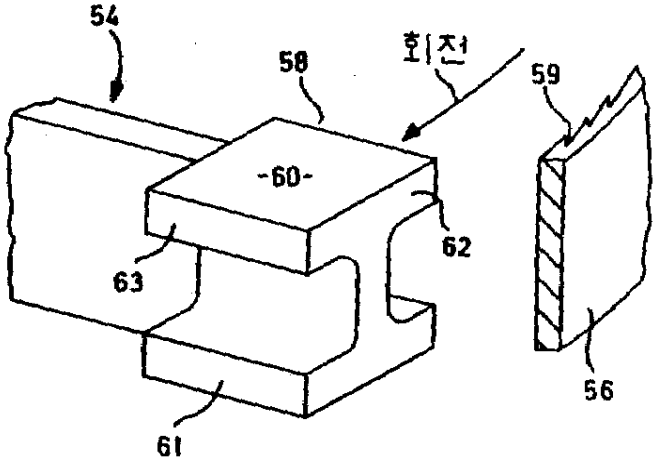
도면1


10
폐기 섬유 강화 플라스틱
세단기
12
14
솜뭉
유리된 섬유
스크린
16
18
20
22
미분쇄기
24
섬유
32
스크린
26
30
28
섬유
40
스크린
34
38
36
섬유
44
42
스크린
46
50
밀
분말
48

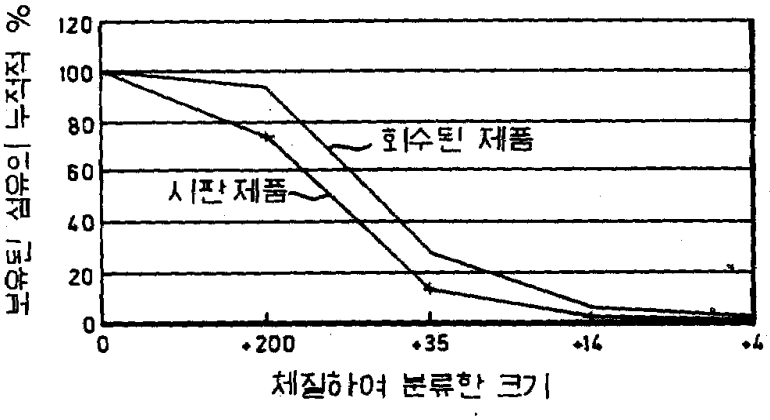
도면2


68
52
68
54
64
58
56
57
57
24
66
68
68

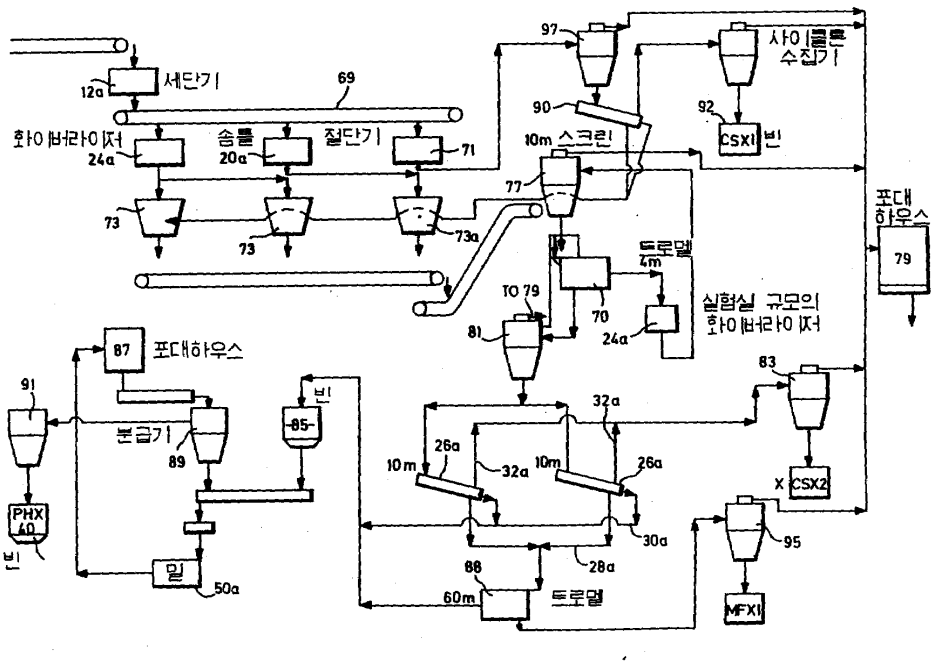
도면2a


54
58
회전
59
-60-
62
63
61
56

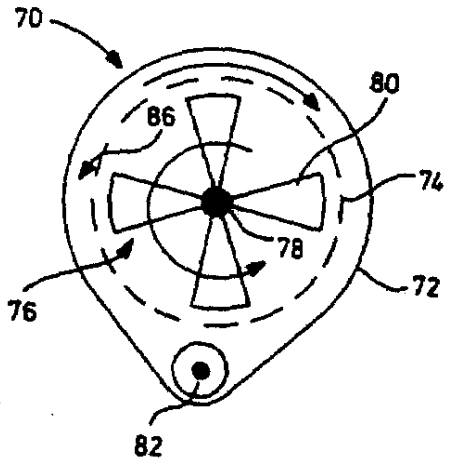
도면3


보유된 섬유의 누적적 %
120
100
80
60
40
20
0
회수된 제품
시판 제품
0
+200
+35
+14
+4
체질하여 분류한 크기

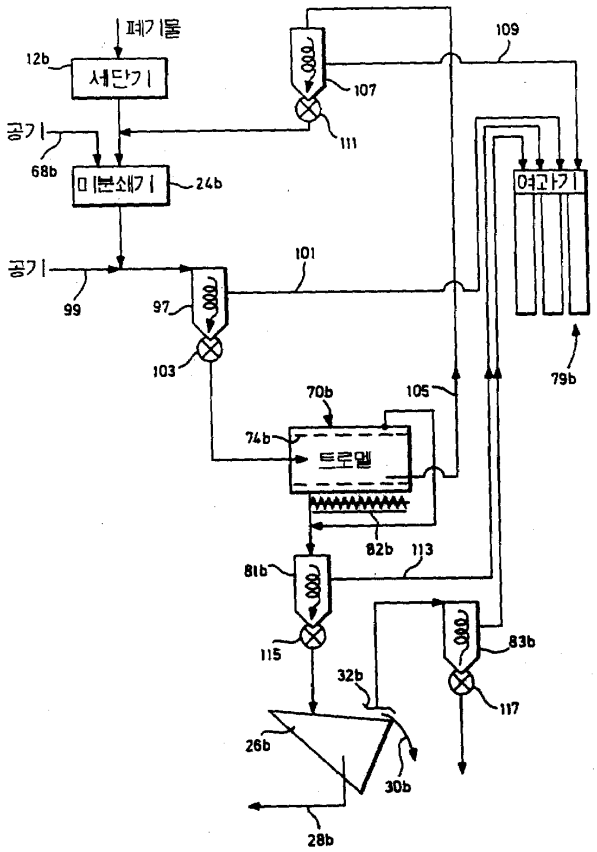
도면4


세단기
12a
69
화이버라이저
24a
송풀
20a
절단기
71
73
73
73a
97
사이클론
수집기
90
92
CSX1
빈
10m 스크린
77
포대
하우스
79
드로멜
4m
TO 79
70
81
24a
실험실 규모의
화이버라이저
87
포대하우스
91
분급기
89
85
빈
PHX
40
빈
밀
50a
83
32a
26a
10m
32a
10m
26a
X CSX2
30a
28a
95
88
60m
드로멜
MFX1

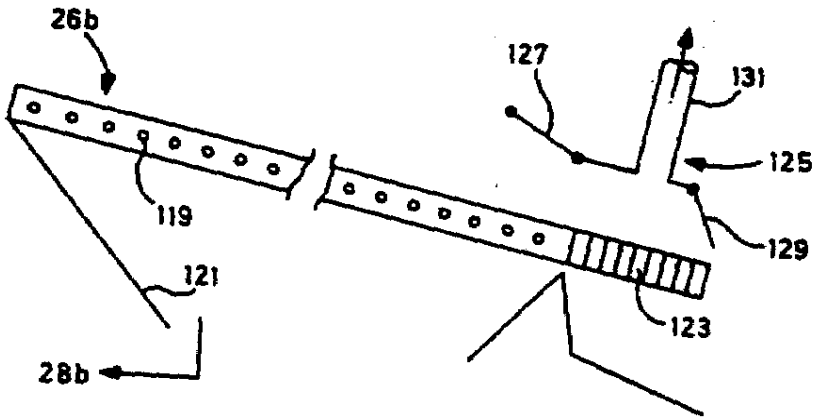
도면5


70
80
86
74
78
72
76
82

도면6


폐기물
12b
세단기
공기
68b
미분쇄기
24b
공기
99
97
103
101
107
111
109
여과기
79b
70b
105
74b
트로멜
82b
113
81b
115
83b
117
32b
26b
30b
28b

도면7


26b
119
121
28b
127
131
125
129
123