



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0155979
(43) 공개일자 2022년11월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 39/08 (2006.01) B01D 39/16 (2006.01)
B01D 39/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01D 39/083 (2013.01)
B01D 39/163 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7016024
(22) 출원일자(국제) 2021년04월02일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2022년05월12일
(86) 국제출원번호 PCT/US2021/025674
(87) 국제공개번호 WO 2021/203067
국제공개일자 2021년10월07일
(30) 우선권주장
63/004,926 2020년04월03일 미국(US)
63/081,159 2020년09월21일 미국(US)

(71) 출원인
도날드슨 컴파니, 인코포레이티드
미합중국 미네소타 55431 블루밍턴 웨스트 94번가
1400
(72) 발명자
존스, 데렉 오.
미국, 미네소타 55440-1299, 미네아폴리스, 피.
오. 박스 1299, 웨스트 94쓰 스트리트 1400
윌리스, 클렌튼 티.
미국, 미네소타 55440-1299, 미네아폴리스, 피.
오. 박스 1299, 웨스트 94쓰 스트리트 1400
(74) 대리인
(유)한양특허법인

전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 필터 복합체

(57) 요약

본 개시내용은 다수의 필터 매체 층을 포함하는 필터 복합체를 기술한다. 일부 구현예에서, 필터 복합체에는 바람직하게는 유리가 없거나 실질적으로 유리가 없다. 복합체에 유리가 없거나 실질적으로 유리가 없을 때, 복합체는 바람직하게는 유사한 유리-함유 필터 매체와 비슷하거나 더 나은 용량 및 효율을 나타낸다. 복합체는 2성분 섬유, 1 마이크론 내지 5 마이크론 범위의 섬유 직경을 갖는 효율 섬유, 및 마이크로피브릴화된 섬유를 포함하는 제1 부직포 필터 매체; 임의의 제2 부직포 필터 매체; 및 적어도 0.1 마이크론 내지 1 마이크론 미만의 섬유 직경을 갖는 효율 섬유를 포함하는 제3 부직포 필터 매체를 포함한다.

대표도 - 도2c



(52) CPC특허분류

B01D 39/18 (2013.01)

B01D 2239/0216 (2013.01)

B01D 2239/0233 (2013.01)

B01D 2239/025 (2013.01)

B01D 2239/0435 (2013.01)

B01D 2239/0622 (2013.01)

B01D 2239/0627 (2013.01)

B01D 2239/0636 (2013.01)

B01D 2239/065 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

복합체로서,

5 마이크론 내지 50 마이크론 범위의 섬유 직경 및 0.1 cm 내지 15 cm의 섬유 길이를 갖는 40 중량% 내지 90 중량%의 제1 2성분 섬유;

1 마이크론 내지 5 마이크론 범위의 섬유 직경을 갖는 0 중량% 내지 25 중량%의 제1 고효율 섬유, 및 대부분이 최대 4 마이크론의 측면 치수를 가지는 10 중량% 내지 60 중량%의 제1 마이크로피브릴화된 섬유를 포함하는 제1 부직포 필터 매체;

선택적으로,

5 마이크론 내지 50 마이크론 범위의 섬유 직경 및 0.1 cm 내지 15 cm의 섬유 길이를 갖는 40 중량% 내지 90 중량%의 제2 2성분 섬유,

1 마이크론 내지 5 마이크론 범위의 섬유 직경을 갖는 0 중량% 내지 25 중량%의 제2 고효율 섬유, 및 대부분이 최대 4 마이크론의 측면 치수를 가지는 10 중량% 내지 60 중량%의 제2 마이크로피브릴화된 섬유를 포함하는 제2 부직포 필터 매체; 및

적어도 0.1 마이크론 내지 1 마이크론 미만의 섬유 직경을 갖는 저효율 섬유를 포함하는 제3 부직포 필터 매체를 포함하되,

복합체에는 실질적으로 유리 섬유가 없는, 복합체.

청구항 2

제1항에 있어서, 2성분 섬유의 구조 폴리머 부분은 적어도 240℃의 용점을 가지며 2성분 섬유의 바인더 폴리머 부분은 100℃ 내지 190℃ 범위의 용점을 갖는, 복합체.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 제1 고효율 섬유는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)를 포함하거나, 제2 고효율 섬유는 PET를 포함하거나, 또는 제1 고효율 섬유 및 제2 고효율 섬유 모두 PET를 포함하는, 복합체.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 저효율 섬유는 0.6 마이크론 내지 0.8 마이크론 범위의 섬유 직경을 갖는, 복합체.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 저효율 섬유는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)를 포함하는, 복합체.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 복합체에는 실질적으로 수지가 없는, 복합체.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 복합체에는 유리 섬유가 없는, 복합체.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 부직포 필터 매체, 제2 부직포 필터 매체, 및 제3 부직포 필터 매체는 별개의 층인, 복합체.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 부직포 필터 매체는 액체를 제1 부직포 필터 매체에 통과시킨 이후에 제2 부직포 필터 매체에 통과시키고, 그 이후에 제3 부직포 필터 매체에 통과시키도록 구성된, 복합체.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 부직포 필터 매체는 지지층을 추가로 포함하는, 복합체.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 제2 부직포 필터 매체는 지지층과 접촉하는, 복합체.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 마이크로피브릴화된 섬유는 마이크로피브릴화된 셀룰로스 섬유를 포함하는, 복합체.

청구항 13

액체 스트림의 여과 방법으로서,

오염물을 포함하는 액체 스트림을 제1항 내지 제12항 중 어느 한 항의 복합체에 통과시키는 단계, 및

액체 스트림으로부터 오염물을 제거하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 액체 스트림은 공기를 포함하는, 방법.

청구항 15

제1항의 복합체의 제조 방법으로서, 제1 부직포 필터 매체, 제2 부직포 필터 매체, 및 제3 부직포 필터 매체를 독립적으로 제조하는 단계를 포함하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 2020년 4월 3일에 출원된 미국가출원 제63/004,926호; 및 2020년 9월 21일에 출원된 미국가출원 제 63/081,143호의 혜택을 주장하며, 이러한 문헌의 개시내용은 전문이 본원에 참고로 포함된다.

배경 기술

[0003] 필터 매체, 예를 들어 연료 여과에 사용되는 필터 매체는 종종 유리 미세 섬유를 포함한다. 그러나, 특정 유형의 여과 중에 유리 미세 섬유가 필터 매체로부터 방출되어 환경 오염을 일으키거나 여과된 연료의 경우 내연 기관에 손상을 초래할 수 있다는 우려가 있다.

발명의 내용

[0004] 본 개시내용은 필터 매체의 다수의 층을 포함하는 복합체, 그러한 복합체의 제조 방법 및 그러한 복합체의 사용 방법을 기술한다. 조성물에는 바람직하게는 유리가 없거나 실질적으로 유리가 없고, 유사한 유리-함유 필터 매체와 비슷하거나 더 나은 용량 및 효율을 나타낸다.

[0005] 일 양태에서, 본 개시내용은 제1 부직포 필터 매체; 임의로, 제2 부직포 필터 매체; 및 제3 부직포 필터 매체를

포함하는 복합체를 기술한다. 복합체에는 실질적으로 유리 섬유가 없다. 제1 부직포 필터 매체는 5 마이크로미터 내지 50 마이크로미터 범위의 섬유 직경 및 0.1 cm 내지 15 cm의 섬유 길이를 갖는 40 중량% 내지 90 중량%의 제1 2 성분 섬유; 1 마이크로미터 내지 5 마이크로미터 범위의 섬유 직경을 갖는 0 중량% 내지 25 중량%의 제1 고효율 섬유; 및 10 중량% 내지 60 중량%의 마이크로피브릴화된 섬유를 포함하며, 여기서 마이크로피브릴화된 섬유의 대부분은 최대 4 마이크로미터의 측면 치수를 갖는다. 임의의 제2 부직포 필터 매체는 5 마이크로미터 내지 50 마이크로미터 범위의 섬유 직경 및 0.1 cm 내지 15 cm의 섬유 길이를 갖는 40 중량% 내지 90 중량%의 제2 2 성분 섬유; 마이크로미터 내지 5 마이크로미터 범위의 섬유 직경을 갖는 0 중량% 내지 25 중량%의 제2 고효율 섬유; 및 10 중량% 내지 60 중량%의 제2 마이크로피브릴화된 섬유를 포함하며, 여기서 마이크로피브릴화된 섬유의 대부분은 최대 4 마이크로미터의 측면 치수를 갖는다. 제3 부직포 필터 매체는 적어도 0.1 마이크로미터 내지 1 마이크로미터 미만의 섬유 직경을 갖는 저효율 섬유를 포함한다.

- [0006] 일부 구현예에서, 2성분 섬유의 구조 폴리머 부분은 적어도 240℃의 용점을 가지며, 2성분 섬유의 바인더 폴리머 부분은 100℃ 내지 190℃ 범위의 용점을 갖는다.
- [0007] 일부 구현예에서, 제1 고효율 섬유는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)를 포함하고, 제2 고효율 섬유는 PET를 포함하거나, 또는 제1 고효율 섬유 및 제2 고효율 섬유 모두 PET를 포함한다.
- [0008] 일부 구현예에서, 저효율 섬유는 0.6 마이크로미터 내지 0.8 마이크로미터 범위의 섬유 직경을 갖는다.
- [0009] 일부 구현예에서, 저효율 섬유는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)를 포함한다.
- [0010] 일부 구현예에서, 복합체에는 실질적으로 수지가 없다.
- [0011] 일부 구현예에서, 복합체에는 유리 섬유가 없다.
- [0012] 일부 구현예에서, 제1 부직포 필터 매체, 제2 부직포 필터 매체 및 제3 부직포 필터 매체는 개별층이다.
- [0013] 일부 구현예에서, 부직포 필터 매체는 액체가 제1 부직포 필터 매체를 통과한 이후에 제2 부직포 필터 매체를 통과하고, 그 이후에 제3 부직포 필터 매체를 통과하도록 구성된다.
- [0014] 일부 구현예에서, 부직포 필터 매체는 지지층을 포함한다. 제3 부직포 필터 매체는 지지층과 접촉할 수 있다.
- [0015] 일부 구현예에서, 마이크로피브릴화된 섬유는 마이크로피브릴화된 셀룰로스 섬유를 포함한다.
- [0016] 다른 양태에서, 본 개시내용은 오염물을 포함하는 액체 스트림을 본원에 기술되는 바와 같이 복합체에 통과시키는 단계 및 액체 스트림으로부터 오염물을 제거하는 단계를 포함하는, 액체 스트림의 여과 방법을 기술한다. 액체 스트림은 공기를 포함할 수 있다.
- [0017] 다른 양태에서, 본 개시내용은 본원에 기술되는 바와 같이 제1 부직포 필터 매체, 제2 부직포 필터 매체, 및 제3 부직포 필터 매체를 독립적으로 제조하는 단계를 포함하는, 본원에 기술되는 바와 같이 복합체를 통한 제조 방법을 기술한다.
- [0018] 본원에서 사용되는 마이크로미터는 마이크로미터(μm)와 동일하다.
- [0019] 본원에서 사용되는 "섬유"는 3:1 초과, 및 바람직하게는 5:1 초과,의 종횡비(즉, 길이 대 측면 치수)를 갖는다. 예를 들어, 유리 섬유는 일반적으로 100:1 초과,의 종횡비를 갖는다. 이 맥락에서, "측면 치수"는 섬유의 폭(2차원에서) 또는 직경(3차원에서)이다. 용어 "직경"은 섬유의 원형 단면의 직경, 또는 섬유의 비-원형 단면의 가장 큰 단면 치수를 지칭한다. 섬유 길이는 원하는 결과에 따라 유한 길이 또는 무한 길이일 수 있다.
- [0020] 본원에서 사용되는 " β 비율" 또는 " β "는 실시예에 기술된 바와 같이 정상 흐름 조건(ISO 16889:2008) 하에서 다운스트림 입자에 대한 업스트림 입자의 비율이다. 필터의 효율이 높을수록, β 비율이 높아진다. β 비율은 하기와 같이 규정된다:

$$\beta_d = \frac{N_{d,U}}{N_{d,D}}$$

- [0021]
- [0022] (상기 식에서, $N_{d,U}$ 는 직경 d 이상의 입자에 대한 단위 유체 체적 당 업스트림 입자 카운트이며, $N_{d,D}$ 는 직경 d 이상의 입자에 대한 단위 유체 체적 당 다운스트림 입자 카운트임). 존재하는 경우에, β 에 부착된 아래첨자(예

를 들어, *d*)는 비율이 보고되는 입자의 크기를 나타낸다.

- [0023] 본원에서 사용되는 용어 "실질적으로 ~가 없는(substantially free of)"은 필터 매체가 필터 매체의 활성 또는 작용에 임의의 상당한 정도로 기여하는 일정량의 나열된 성분(예를 들어, 유리 섬유 또는 수지)을 함유하지 않음을 나타낸다. 이 용어는 필터 매체의 여과 특성에 어떠한 실질적인 기여를 하지 않는 미미한 양의 성분을 포함한다는 것을 의미하기도 한다. 예를 들어, 실질적으로 유리가 없는 필터 매체는 1 중량% 미만의 유리 섬유를 포함할 수 있다. 예를 들어, 실질적으로 수지가 없는 필터 매체는 5 중량% 미만의 수지를 포함할 수 있다.
- [0024] 본원에서 사용되는 용어 "~가 없는(free of)"은 필터 매체가 일정량의 나열된 성분(예를 들어, 유리 섬유 또는 수지)을 함유하지 않음을 나타낸다. 예를 들어, "유리가 없는" 필터 매체는 임의의 유리를 포함하지 않으며, "수지가 없는" 매체는 임의의 수지를 포함하지 않는다.
- [0025] 표준 방법(예를 들어, ASTM, TAPPI 등)에 대한 모든 언급은 달리 명시하지 않는 한, 본 개시내용의 출원 시점에서 방법의 이용 가능한 가장 최신 버전을 지칭한다.
- [0026] 단어 "바람직한" 및 "바람직하게는"은 특정 환경 하에서 특정 혜택을 제공할 수 있는 본 발명의 구현예를 지칭한다. 그러나, 다른 구현예 또한 동일한 또는 다른 환경 하에서 바람직할 수 있다. 또한, 하나 이상의 바람직한 구현예의 인용은 다른 구현예가 유용하지 않음을 시사하지 않고, 본 발명의 범위로부터 다른 구현예를 배제하도록 의도되지 않는다.
- [0027] 용어 "포함하다" 및 이의 파생어는 이러한 용어가 설명 및 청구항에 나타나는 경우 제한적인 의미를 갖지 않는다. 이러한 용어는 기술된 단계 또는 요소 또는 단계들 또는 요소들의 그룹의 포함을 시사하지만, 임의의 다른 단계 또는 요소 또는 단계들 또는 요소들의 그룹의 배제를 시사하지 않는 것으로 이해될 것이다.
- [0028] "~로 구성되는(consisting of)"은 구 "~로 구성되는" 앞에 오는 모든 것을 포함하고 이로 제한됨을 의미한다. 이에 따라, 구 "~로 구성되는"은 나열된 요소가 필수적이거나 의무적이고 다른 요소가 존재하지 않을 수 있음을 나타낸다. "필수적으로 구성되는"은 구 앞에 나열된 임의의 요소를 포함하는 것을 의미하지만 나열된 요소에 대한 개시내용에 기술된 활동 또는 작용을 방해하거나 기여하지 않는 다른 요소로 제한됨을 의미한다. 이에 따라, 구 "필수적으로 구성되는"은 나열된 요소가 필수적이거나 의무적이지만, 다른 요소는 선택적이고, 나열된 요소의 활동이나 작용에 실질적으로 영향을 미치는 지의 여부에 따라 존재할 수 있거나 존재하지 않을 수 있음을 나타낸다.
- [0029] 달리 기술하지 않는 한, 단수 용어 및 "적어도 하나"는 상호 교환 가능하게 사용되고, 하나 이상을 의미한다.
- [0030] 본원에서 사용되는 용어 "또는"은 일반적으로 내용이 명확하게 달리 지시하지 않는 한, "및/또는"을 포함하는 통상적인 의미로 사용된다.
- [0031] 용어 "및/또는"은 나열된 요소 중 하나 또는 모두 또는 나열된 요소 중 임의의 둘 이상의 조합을 의미한다.
- [0032] 또한, 본원에서, 종점에 의한 수치 범위의 인용은 그러한 범위 내에 포함되는 모든 숫자를 포함한다(예를 들어, 1 내지 5는 1, 1.5, 2, 2.75, 3, 3.80, 4, 5, 등을 포함함). 본원에서, "최대" 숫자(예를 들어, 최대 50)는 그러한 숫자(예를 들어, 50)를 포함한다.
- [0033] 본원에서, "최대" 숫자(예를 들어, 최대 50)는 그러한 숫자(예를 들어, 50)를 포함한다.
- [0034] 용어 "범위에서" 또는 "범위 내에서"(및 유사한 설명)는 명시된 범위의 중점을 포함한다.
- [0035] 별개의 단계들을 포함하는 본원에 개시된 임의의 방법의 경우, 단계는 임의의 실행 가능한 순서로 수행될 수 있다. 그리고, 적절한 경우에, 둘 이상의 단계의 임의의 조합은 동시에 수행될 수 있다.
- [0036] 모든 제목은 독자의 편의를 위한 것이고, 이에 따라 기술하지 않는 한, 제목에 이어지는 텍스트의 의미를 제한하기 위해 사용되지 않아야 한다.
- [0037] 본 명세서 전반에 걸쳐 "일 구현예", "구현예", "특정 구현예" 또는 "일부 구현예" 등에 대한 언급은 구현예와 관련하여 기술된 특정한 특징, 구성, 조성, 또는 특성이 본 개시내용의 적어도 하나의 구현예에 포함됨을 의미한다. 이에 따라, 본 명세서 전반에 걸쳐 다양한 위치에서 이러한 구의 출현은 반드시 본 개시내용의 동일한 구현예를 지칭하는 것은 아니다. 또한, 특정한 특징, 구성, 조성, 또는 특성은 하나 이상의 구현예에서 임의의 적합한 방식으로 조합될 수 있다.
- [0038] 달리 명시하지 않는 한, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 성분의 양, 분자량 등을 표현하는 모든 숫자는 모든

경우에 용어 "약"에 의해 수식되는 것으로 이해되어야 한다. 측정된 양과 관련하여 본원에서 사용되는 용어 "약"은 측정을 수행하고 측정의 목적 및 사용되는 측정 장비의 정밀도에 상응하는 주의 수준을 실행하는 숙련된 기술자에 의해 예상되는 측정된 양의 변동을 지칭한다. 이에 따라, 달리 반대로 명시하지 않는 한, 본 명세서 및 청구범위에 기술된 수치 파라미터는 본 발명에 의해 얻고자 하는 원하는 특성에 따라 달라질 수 있는 근사치이다. 최소한 그리고 청구범위로 등가의 고리를 제한하려는 시도가 아니라, 각 수치 파라미터는 적어도, 보고된 유효 자릿수의 관점에서 그리고 일반적인 반올림 기술을 적용하여 해석되어야 한다.

[0039] 본 발명의 넓은 범위를 설명하는 수치 범위 및 파라미터가 근사치임에도 불구하고, 특정 예에 기술된 수치 값은 가능한 한 정확하게 보고된다. 그러나, 모든 숫자 값은 본질적으로, 이의 개개 시험 측정에서 발견된 표준 편차로부터 필연적으로 얻어진 범위를 포함한다.

[0040] 본 발명의 상기 요약은 각각의 개시된 구현예 또는 본 발명의 모든 구현예를 기술하도록 의도되는 것은 아니다. 하기 설명은 예시적인 구현예를 보다 구체적으로 예시한다. 명세서 전반에 걸쳐 여러 위치에서, 다양한 조합으로 사용될 수 있는 예의 목록을 통해 지침이 제공된다. 각 경우에, 인용된 목록은 단지 대표적인 그룹으로서 역할을 하고, 배타적인 목록으로서 해석되어서는 안된다.

도면의 간단한 설명

[0041] 도 1a는 실시예 1에 기술되는 바와 같이 제조된 복합체의 로딩 용량을 도시한다. 도 1b는 실시예 1에 기술되는 바와 같이 제조된 미세 섬유층을 포함하는 복합체의 효율을 도시한다.

도 2a는 일부 구현예에서 실시예 1에 기술되는 바와 같이 제조될 수 있는 예시적인 복합체의 개략도를 도시한다. 도 2b는 예시적인 복합체의 개략도를 도시한다. 도 2c는 일부 구현예에서 실시예 2에 기술되는 바와 같이 제조될 수 있는 예시적인 복합체의 개략도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0042] 본 개시내용은 다수의 층의 필터 매체를 포함하는 복합체, 그러한 복합체의 제조 방법 및 그러한 복합체의 사용 방법을 기술한다. 조성물에는 바람직하게는 유리가 없거나 실질적으로 유리가 없고, 유사한 유리-함유 필터 매체와 비슷하거나 더 나은 용량 및 효율을 나타낸다.

[0043] **복합체**

[0044] 일 양태에서, 본 개시내용은 다수의 부직포 필터 매체를 포함하는 복합체를 기술한다. 일부 구현예에서, 각각의 부직포 필터 매체에는 바람직하게는 유리가 없거나 실질적으로 유리가 없다.

[0045] 복합체는 제1 부직포 필터 매체, 임의의 제2 부직포 필터 매체 및 제3 부직포 필터 매체를 포함한다. 제1 부직포 필터 매체는 제1 2성분 섬유; 1 마이크로 내지 5 마이크로 범위의 섬유 직경을 갖는 제1 고효율 섬유; 및 제1 마이크로피브릴화된 섬유를 포함한다. 제2 부직포 필터 매체는, 존재하는 경우, 제2 2성분 섬유; 1 마이크로 내지 5 마이크로 범위의 섬유 직경을 갖는 제2 고효율 섬유; 및 제2 마이크로피브릴화된 섬유를 포함한다. 제3 부직포 필터 매체는 적어도 0.1 마이크로 내지 1 마이크로 미만의 섬유 직경을 갖는 저효율 섬유를 포함한다. 본원에서 사용되는 "고효율 섬유"는 1 마이크로 내지 5 마이크로 범위의 섬유 직경을 갖는 섬유이다. 본원에서 사용되는 "저효율 섬유"는 적어도 0.1 마이크로 내지 1 마이크로 미만의 섬유 직경을 갖는 섬유이다.

[0046] 일부 구현예에서, 저효율 섬유는 바람직하게는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)를 포함한다. 일부 구현예에서 제1 고효율 섬유는 바람직하게는 PET를 포함한다. 일부 구현예에서 제2 고효율 섬유는 바람직하게는 PET를 포함한다.

[0047] 일부 구현예에서, 복합체의 섬유 중 하나 이상 또는 복합체의 층은 매체의 정전기 전하를 변경하기 위해 선택 또는 처리될 수 있다. 전하는 통상적으로, 폴리머의 표면에 또는 부근에 트랩핑된 양전하 또는 음전하의 층, 또는 폴리머의 벌크에 저장된 전하 클라우드를 포함한다. 전하는 또한, 분자의 쌍극자의 정렬로 동결된 분극 전하를 포함할 수 있다. 물질을 전기 전하로 처리하는 방법은 당업자에 의해 널리 공지되어 있다. 이러한 방법은 예를 들어, 열적, 액체-접촉, 전자빔, 플라즈마, 및 코로나 방전 방법을 포함한다.

[0048] 일부 구현예에서, 복합체는 지지층을 추가로 포함한다.

[0049] 일부 구현예에서, 제1 부직포 필터 매체, 존재하는 경우 임의의 제2 부직포 필터 매체 및 제2 부직포 필터 매체는 개별층이다. 즉, 제1 부직포 필터 매체와 제2 부직포 필터 매체 사이 또는 제2 부직포 필터 매체와 제3 부직

포 필터 매체 사이에 구배가 존재하지 않는다. 제2 부직포 필터 매체가 존재하지 않는 경우, 제1 부직포 필터 매체와 제3 부직포 필터 매체 사이에 구배가 존재하지 않는다.

- [0050] 일부 구현예에서, 제1 부직포 필터 매체는 제2 부직포 필터 매체와 접촉하고, 제2 부직포 필터 매체는 제3 부직포 필터 매체와 접촉한다. 복합체가 지지층을 추가로 포함할 때, 제3 부직포 필터 매체는 지지층과 접촉할 수 있다.
- [0051] 일부 구현예에서, 복합체는 액체가 제1 부직포 필터 매체를 통과한 이후에 제2 부직포 필터 매체를 통과하고, 이후에 제3 부직포 필터 매체를 통과하도록 구성된다.
- [0052] 일부 구현예에서, 복합체가 지지층을 포함할 때, 복합체는 액체가 제1 부직포 필터를 통과한 이후에 제2 부직포 필터 매체, 이후에 제3 부직포 필터 매체를 통과하고 그 이후에 지지층을 통과하도록 구성된다.
- [0053] 일부 구현예에서, 제1 부직포 필터 매체는 제2 부직포 필터 매체와 접촉한다. 복합체가 지지층을 추가로 포함할 때, 제3 부직포 필터 매체는 지지층과 접촉한다.
- [0054] 일부 구현예에서, 복합체는 액체가 제1 부직포 필터 매체를 통과한 이후에 제3 부직포 필터 매체를 통과하도록 구성된다. 복합체가 지지층을 추가로 포함할 때, 복합체는 액체가 제1 부직포 필터 매체를 통과한 이후에 제3 부직포 필터 매체를 통과하고 그 이후에 지지층을 통과하도록 구성된다.
- [0055] 일부 구현예에서, 복합체에는 실질적으로 유리가 없다. 일부 구현예에서, 복합체는 수지를 포함하지 않는다.
- [0056] 복합체에는 예를 들어 유리 섬유를 포함하는 유리가 실질적으로 없다. 일부 구현예에서, 복합체는 유리를 포함하지 않는다.
- [0057] 예시적인 구현예에서, 복합체는 제1 부직포 필터 매체, 임의의 제2 부직포 필터 매체 및 제3 부직포 필터 매체를 포함한다. 제1 부직포 필터 매체는 5 마이크론 내지 50 마이크론 범위의 섬유 직경 및 0.1 cm 내지 15 cm의 섬유 길이를 갖는 40 중량% 내지 90 중량%의 제1 2성분 섬유; 0 중량% 내지 25 중량%의 제1 고효율 섬유; 및 10 중량% 내지 60 중량%의 제1 마이크로피브릴화된 섬유를 포함하며, 여기서 마이크로피브릴화된 섬유의 대부분은 최대 4 마이크론의 측면 치수를 갖는다. 임의의 제2 부직포 필터 매체는 5 마이크론 내지 50 마이크론 범위의 섬유 직경 및 0.1 cm 내지 15 cm의 섬유 길이를 갖는 40 중량% 내지 90 중량%의 제2 2성분 섬유; 0 중량% 내지 25 중량%의 제2 고효율 섬유; 및 10 중량% 내지 60 중량%의 제2 마이크로피브릴화된 섬유를 포함하며, 여기서 마이크로피브릴화된 섬유의 대부분은 최대 4 마이크론의 측면 치수를 갖는다. 제3 부직포 필터 매체는 저효율 섬유를 포함한다.
- [0058] 한 예시적인 구현예가 도 2c에 도시되어 있다.
- [0059] 실시예 1에 기술되는 바와 같이, 1 μm -직경 전기방사 미세 섬유층을 필터 매체 복합체에 첨가하면 미세 섬유층이 없는 복합체에 비해 복합체의 효율이 증가하였다. 실시예 2에 기술되는 바와 같이 및 도 2c에 도시된 바와 같이, 미세 섬유층은 저효율 섬유층을 포함하는 층으로 대체될 수 있으며 - 생성된 복합체는 미세 섬유층을 포함하는 복합체와 유사한 효율을 가질 것으로 예상된다.
- [0060] 실시예 1의 결과는 매체층 사이에 인터페이스를 생성하는 것이 바람직하지 않고 대신 구배 구조를 추구해야 한다고 이전에 보고되었기 때문에 예상치 못한 결과였다(예를 들어, 미국출원 제2014/0360145호 참고). 이론에 의해 얽매이고자 하는 것은 아니지만, 매체층(예를 들어 저효율 미세 섬유를 포함하는 층 및 로딩층으로 작용하는 필터 매체의 층을 포함하는 부직포 필터 매체의 층을 포함함) 사이에 인터페이스를 생성하는 것은 각 층의 불균일성이 매체 깊이 전체에 정렬되지 않기 때문에 구배 구조를 사용하는 것 보다 더 높은 효율을 허용할 수 있다고 여겨진다.
- [0061] **제1 및 제2 부직포 필터 매체**
- [0062] 제1 부직포 필터 매체 및 존재하는 경우 임의의 제2 부직포 필터 매체 각각은 2성분 섬유, 1 마이크론 내지 5 마이크론 범위의 섬유 직경을 갖는 고효율 섬유, 및 마이크로피브릴화된 섬유를 포함한다.
- [0063] 일부 구현예에서, 제1 및 제2 부직포 필터 매체 중 하나 또는 둘 모두는 로딩층으로서 작용하는데, 이는 오염물이 매체의 깊이에 걸쳐 수집되는 위치를 분포시키는 필터 매체이다. 제1 및 제2 부직포 필터 매체 모두가 로딩층으로서 작용하는 예시적인 실시예가 도 2c에 도시되어 있다. 제2 부직포 필터가 포함되지 않은 예시적인 실시예가 도 2b에 도시되어 있다.

- [0064] 일부 구현예에서, 제1 및 제2 부직포 필터 매체 중 하나 또는 둘 모두는 적어도 2%, 적어도 3%, 적어도 4%, 적어도 5%, 적어도 6%, 적어도 7%, 적어도 8%, 적어도 9%, 또는 적어도 10%의 강도를 갖는다. 일부 구현예에서, 부직포 필터 매체는 최대 5%, 최대 6%, 최대 7%, 최대 8%, 최대 9%, 최대 10%, 최대 11%, 최대 12%, 최대 13%, 최대 14%, 최대 15%, 최대 16%, 최대 17%, 최대 18%, 최대 19%, 또는 최대 20%의 강도를 갖는다. 예시적인 구현예에서, 제1 부직포 필터 매체는 5% 내지 15% 범위의 강도를 갖는다. 예시적인 구현예에서, 제2 부직포 필터 매체는 5% 내지 15% 범위의 강도를 갖는다. 일부 구현예에서, 강도는 바람직하게는 실시예에 기술되는 바와 같이 측정된다.
- [0065] 일부 구현예에서, 제1 및 제2 부직포 필터 매체 중 하나 또는 둘 모두는 적어도 20 g/m^2 , 적어도 24 g/m^2 , 적어도 25 g/m^2 , 적어도 30 g/m^2 , 적어도 35 g/m^2 , 적어도 40 g/m^2 , 적어도 50 g/m^2 , 적어도 60 g/m^2 , 또는 적어도 70 g/m^2 의 평량을 갖는다. 일부 구현예에서, 부직포 필터 매체는 최대 25 g/m^2 , 최대 30 g/m^2 , 최대 35 g/m^2 , 최대 40 g/m^2 , 최대 50 g/m^2 , 최대 60 g/m^2 , 최대 70 g/m^2 , 최대 75 g/m^2 , 최대 80 g/m^2 , 최대 85 g/m^2 , 최대 90 g/m^2 , 최대 95 g/m^2 , 최대 100 g/m^2 , 또는 최대 105 g/m^2 의 평량을 갖는다. 예시적인 구현예에서, 제1 부직포 필터 매체는 24 g/m^2 내지 100 g/m^2 범위의 평량을 갖는다. 예시적인 구현예에서, 제2 부직포 필터 매체는 24 g/m^2 내지 100 g/m^2 범위의 평량을 갖는다. 일부 구현예에서, 평량은 바람직하게는 ASTM D646-13를 사용하여 측정된다.
- [0066] 일부 구현예에서, 제1 및 제2 부직포 필터 매체 중 하나 또는 둘 모두는 적어도 0.5 마이크론, 적어도 1 마이크론, 적어도 1.5 마이크론, 적어도 2 마이크론, 적어도 3 마이크론, 적어도 5 마이크론, 또는 적어도 10 마이크론의 기공 크기를 갖는다. 일부 구현예에서, 부직포 필터 매체는 최대 5 마이크론, 최대 10 마이크론, 최대 15 마이크론 또는 최대 20 마이크론의 기공 크기를 갖는다. 예시적인 구현예에서, 제1 부직포 필터 매체는 0.5 마이크론 내지 20 마이크론 범위의 기공 크기를 갖는다. 예시적인 구현예에서, 제2 부직포 필터 매체는 0.5 마이크론 내지 20 마이크론 범위의 기공 크기를 갖는다. 다른 예시적인 실시예에서, 제1 부직포 필터 매체는 2 마이크론 내지 15 마이크론 범위의 기공 크기를 갖는다. 다른 예시적인 실시예에서, 제2 부직포 필터 매체는 2 마이크론 내지 15 마이크론 범위의 기공 크기를 갖는다. 본원에서 사용되는 기공 크기는 ASTM F316-03에 기술된 바와 같이 계산된 평균 흐름 기공 크기를 지칭한다.
- [0067] 일부 구현예에서, 제1 및 제2 부직포 필터 매체 중 하나 또는 둘 모두는 적어도 0.1 mm, 적어도 0.12 mm, 적어도 0.15 mm, 또는 적어도 0.2 mm의 두께를 갖는다. 일부 구현예에서, 부직포 필터 매체는 최대 0.2 mm, 최대 0.4 mm, 최대 0.5 mm, 최대 0.7 mm, 또는 최대 1 mm의 두께를 갖는다. 예시적인 구현예에서, 제1 부직포 필터 매체는 0.12 mm 내지 1 mm 범위의 두께를 갖는다. 예시적인 구현예에서, 제2 부직포 필터 매체는 0.12 mm 내지 1 mm 범위의 두께를 갖는다. 일부 구현예에서, 필터 매체의 두께는 바람직하게는 1.5 psi의 풋 압력(foot pressure)을 사용하는 TAPPI T411 om-15 검사에 따라 측정된다.
- [0068] 일부 구현예에서, 제1 및 제2 부직포 필터 매체 중 하나 또는 둘 모두는 0.5인치의 물에서 적어도 $1 \text{ ft}^3/\text{ft}^2/\text{분}$, 0.5인치의 물에서 적어도 $5 \text{ ft}^3/\text{ft}^2/\text{분}$, 또는 0.5인치의 물에서 적어도 $10 \text{ ft}^3/\text{ft}^2/\text{분}$ 의 투과성을 갖는다. 일부 구현예에서, 부직포 필터 매체는 0.5인치의 물에서 최대 $10 \text{ ft}^3/\text{ft}^2/\text{분}$, 0.5인치의 물에서 최대 $20 \text{ ft}^3/\text{ft}^2/\text{분}$, 0.5인치의 물에서 최대 $50 \text{ ft}^3/\text{ft}^2/\text{분}$, 0.5인치의 물에서 최대 $75 \text{ ft}^3/\text{ft}^2/\text{분}$, 또는 0.5인치의 물에서 최대 $100 \text{ ft}^3/\text{ft}^2/\text{분}$ 의 투과성을 갖는다. 예시적인 구현예에서, 부직포 필터 매체는 0.5인치의 물에서 $1 \text{ ft}^3/\text{ft}^2/\text{분}$ 내지 0.5인치의 물에서 $100 \text{ ft}^3/\text{ft}^2/\text{분}$ 범위의 투과성을 갖는다. 예시적인 구현예에서, 제2 부직포 필터 매체는 0.5인치의 물에서 $1 \text{ ft}^3/\text{ft}^2/\text{분}$ 내지 0.5인치의 물에서 $100 \text{ ft}^3/\text{ft}^2/\text{분}$ 범위의 투과성을 갖는다. 다른 예시적인 실시예에서, 제1 부직포 필터 매체는 0.5인치의 물에서 $10 \text{ ft}^3/\text{ft}^2/\text{분}$ 내지 0.5인치의 물에서 $75 \text{ ft}^3/\text{ft}^2/\text{분}$ 범위의 투과성을 갖는다. 다른 예시적인 실시예에서, 제2 부직포 필터 매체는 0.5인치의 물에서 $10 \text{ ft}^3/\text{ft}^2/\text{분}$ 내지 0.5인치의 물에서 $75 \text{ ft}^3/\text{ft}^2/\text{분}$ 범위의 투과성을 갖는다. 일부 구현예에서, 공기 투과성은 바람직하게는 ASTM D737-18에 따라 측정된다.
- [0069] 일부 구현예에서, 제1 및 제2 부직포 필터 매체 중 하나 또는 둘 모두에는 실질적으로 수지가 없다. 일부 구현

예에서, 제1 및 제2 부직포 필터 매체 중 하나 또는 둘 모두는 수지를 포함하지 않는다.

- [0070] 일부 구현예에서, 제1 및 제2 부직포 필터 매체 중 하나 또는 둘 모두에는 실질적으로 유리 섬유가 없다. 일부 구현예에서, 제1 및 제2 부직포 필터 매체 중 하나 또는 둘 모두는 유리 섬유를 포함하지 않는다.
- [0071] 2성분 섬유
- [0072] 제1 및 제2 필터 매체는 각각 2성분 섬유를 포함한다. 임의의 적합한 2성분 섬유는 각 매체에 사용될 수 있으며, 2성분 섬유는 매체의 의도된 용도에 따라 선택될 수 있다.
- [0073] 일부 구현예에서, 제1 및 제2 부직포 필터 매체 중 하나 또는 둘 모두는 적어도 25 중량%, 적어도 30 중량%, 적어도 35 중량%, 적어도 40 중량%, 적어도 45 중량%, 적어도 50 중량%, 적어도 55 중량%, 적어도 60 중량%, 적어도 65 중량%, 또는 적어도 70 중량%의 2성분 섬유를 포함한다. 일부 구현예에서, 제1 및 제2 필터 매체 각각은 최대 30 중량%, 최대 35 중량%, 최대 40 중량%, 최대 45 중량%, 최대 50 중량%, 최대 55 중량%, 최대 60 중량%, 최대 65 중량%, 최대 70 중량%, 최대 75 중량%, 최대 80 중량%, 최대 85 중량%, 최대 90 중량%의 2성분 섬유를 포함한다. 예시적인 구현예에서, 제1 필터 매체는 40 중량% 내지 90 중량%의 2성분 섬유를 포함한다. 예시적인 구현예에서, 제2 필터 매체는 40 중량% 내지 90 중량%의 2성분 섬유를 포함한다. 다른 예시적인 실시예에서, 제1 필터 매체는 40 중량% 내지 75 중량%의 2성분 섬유를 포함한다. 예시적인 구현예에서, 제2 필터 매체는 40 중량% 내지 75 중량%의 2성분 섬유를 포함한다.
- [0074] 일부 구현예에서, 2성분 섬유는 적어도 1 마이크론, 적어도 5 마이크론, 적어도 10 마이크론, 적어도 15 마이크론, 또는 적어도 20 마이크론의 섬유 직경을 갖는다. 일부 구현예에서, 2성분 섬유는 최대 5 마이크론, 최대 10 마이크론, 최대 15 마이크론, 최대 20 마이크론, 최대 25 마이크론, 최대 30 마이크론, 최대 35 마이크론, 최대 40 마이크론, 최대 45 마이크론, 또는 최대 50 마이크론의 섬유 직경을 갖는다. 예시적인 구현예에서, 2성분 섬유는 5 마이크론 내지 50 마이크론 범위의 섬유 직경을 갖는다. 다른 예시적인 실시예에서, 2성분 섬유는 5 마이크론 내지 25 마이크론 범위의 섬유 직경을 갖는다. 다른 예시적인 실시예에서, 2성분 섬유는 14 마이크론의 섬유 직경을 갖는다.
- [0075] 일부 구현예에서, 2성분 섬유는 적어도 0.1 cm, 적어도 0.5 cm, 또는 적어도 1 cm의 섬유 길이를 갖는다. 일부 구현예에서, 2성분 섬유는 최대 0.5 cm, 최대 1 cm, 최대 5 cm, 최대 10 cm, 또는 최대 15 cm의 섬유 길이를 갖는다. 예시적인 구현예에서, 2성분 섬유는 0.1 cm 내지 15 cm 범위의 섬유 길이를 갖는다. 다른 예시적인 구현예에서, 2성분 섬유는 6 mm의 섬유 길이를 갖는다.
- [0076] 일부 구현예에서, 2성분 섬유는 구조 폴리머 부분 및 열가소성 바인더 폴리머 부분을 포함하고, 구조 폴리머 부분은 바인더 폴리머 부분의 용점보다 더 높은 용점을 갖는다.
- [0077] 구조 폴리머 부분 및 바인더 폴리머 부분은 임의의 적합한 물질로 만들어질 수 있다. 예를 들어, 구조 폴리머 부분은 PET를 포함할 수 있고, 바인더 폴리머 부분은 코폴리머 PET(coPET)를 포함할 수 있다. 추가적인 예에서, 구조 폴리머 부분은 PET를 포함할 수 있고, 바인더 폴리머 부분은 폴리에틸렌(PE), PET, 나일론, 폴리프로필렌(PP), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 폴리에테르설폰(PES), 폴리페닐렌 설파이드(PPS), 메타-아라미드 또는 파라-아라미드를 포함할 수 있다. 추가 예에서, 바인더 폴리머 부분은 폴리에틸렌(PE), 폴리락트산(PLA), 나일론, 에틸렌 비닐 알코올(EVOH), 폴리비닐 클로라이드(PVC), 폴리비닐리덴 플루오라이드(PVDF)(예를 들어, KYNAR), 또는 임의의 다른 폴리머 또는 코어 구조 폴리머보다 낮은 용융 온도로 설계된 변형 폴리머를 포함할 수 있다.
- [0078] 일부 구현예에서, 구조 폴리머 부분은 코어이고, 열가소성 바인더 폴리머 부분은 2성분 섬유의 피복이다.
- [0079] 일부 구현예에서, 2성분 섬유의 구조 폴리머 부분은 적어도 240°C의 용점을 가지며 2성분 섬유의 바인더 폴리머 부분은 최대 115°C의 용점을 갖는다. 구조 폴리머 부분이 적어도 240°C의 용점을 가지며 바인더 폴리머 부분이 최대 115°C의 용점을 갖는 예시적인 2성분 섬유는 Advansa(Hamm, Germany)로부터 입수 가능한 14 μ m-직경 섬유인 271P이다.
- [0080] 일부 구현예에서, 2성분 섬유의 구조 폴리머 부분은 적어도 240°C의 용점을 가지며 2성분 섬유의 바인더 폴리머 부분은 100°C 내지 190°C 범위의 용점을 갖는다. 한 예시적인 구현예에서, 2성분 섬유의 구조 폴리머 부분은 적어도 240°C의 용점을 가지며 2성분 섬유의 바인더 폴리머 부분은 120°C 내지 170°C 범위의 용점을 갖는다. 다른 예시적인 구현예에서, 2성분 섬유의 구조 폴리머 부분은 적어도 240°C의 용점을 가지며 2성분 섬유의 바인더 폴리머 부분은 140°C 내지 160°C의 용점을 갖는다.

- [0081] 구조 폴리머 부분이 적어도 240℃의 용점을 가지며 바인더 폴리머 부분이 100℃ 내지 190℃의 용점을 갖는 예시적인 2성분 섬유는, 일본 오사카의 Teijin Fibers Limited로부터 입수 가능한 TJ04CN(110℃의 바인더 폴리머 부분 용점을 가짐), TJ04BN(150℃의 바인더 폴리머 부분 용점을 가짐); 독일 함(Hamm)의 Advansa로부터 입수 가능한 271P(110℃의 바인더 폴리머 부분 용점을 가짐); 및 미국 테네시 주 존슨 시티의 Fiber Innovation Technology, Inc로부터 입수 가능한 T-202 또는 T-217(각각 180℃의 바인더 폴리머 부분 용점을 가짐)이다.
- [0082] 일부 구현예에서, 2성분 섬유는 제1 2성분 섬유 및 제2 2성분 섬유를 포함할 수 있다. 예시적인 구현예에서, 2성분 섬유는, 구조 부분이 적어도 240℃의 용점을 가지며 바인더 폴리머 부분이 최대 115℃의 용점을 갖는 제1 2성분 섬유와 구조 폴리머 부분이 적어도 240℃의 용점을 가지며 바인더 폴리머 부분이 100℃ 내지 190℃의 용점을 갖는 제2 2성분 섬유를 포함할 수 있다. 예를 들어, 2성분 섬유는 Advansa 271P 및 TJ04BN을 모두 포함할 수 있다.
- [0083] *고효율 섬유*
- [0084] 제1 및 제2 필터 매체는 각각 "고효율 섬유"를 포함할 수 있으며, 여기서 본원에서 사용되는 "고효율 섬유"는 1 마이크로미터 내지 5 마이크로미터 범위의 섬유 직경을 갖는 섬유이다. 일부 구현예에서, 제1 및 제2 필터 매체 중 하나 또는 둘 모두는 고효율 섬유를 포함하지 않는다.
- [0085] 일부 구현예에서, 고효율 섬유는 바람직하게는 PET 섬유를 포함한다. 일부 구현예에서, 고효율 섬유는 본질적으로 PET로 구성될 수 있다. 일부 구현예에서, 고효율 섬유는 PET로 구성될 수 있다.
- [0086] 추가적으로 또는 대안적으로, 고효율 섬유는, 나일론, 아크릴, 레이온, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 에틸렌 비닐 알코올(EVOH), 폴리락트산(PLA), 폴리비닐 알코올(PVA), 폴리비닐 클로라이드(PVC), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 또는 다른 적합한 용융성 폴리머를 포함할 수 있다.
- [0087] 일부 구현예에서, 제1 및 제2 필터 매체 각각은 적어도 0 중량%, 적어도 0.1 중량%, 적어도 1 중량%, 적어도 5 중량%, 적어도 10 중량%, 적어도 15 중량%, 적어도 20 중량%, 또는 적어도 25 중량%의 고효율 섬유를 포함한다. 일부 구현예에서, 제1 및 제2 필터 매체 각각은 최대 15 중량%, 최대 20 중량%, 또는 최대 25 중량%의 고효율 섬유를 포함한다. 예시적인 구현예에서, 제1 필터 매체는 0 중량% 내지 25 중량%의 고효율 섬유를 포함한다. 예시적인 구현예에서, 제2 필터 매체는 0 중량% 내지 25 중량%의 고효율 섬유를 포함한다. 다른 예시적인 실시예에서, 제1 필터 매체는 10 중량% 내지 25 중량%의 고효율 섬유를 포함한다. 다른 예시적인 실시예에서, 제2 필터 매체는 10 중량% 내지 25 중량%의 고효율 섬유를 포함한다.
- [0088] 일부 구현예에서, 고효율 섬유는 적어도 1 마이크로미터, 적어도 1.5 마이크로미터, 적어도 2 마이크로미터, 적어도 3 마이크로미터, 또는 적어도 4 마이크로미터의 섬유 직경을 갖는다. 일부 구현예에서, 고효율 섬유는 최대 1.5 마이크로미터, 최대 2 마이크로미터, 최대 3 마이크로미터, 최대 4 마이크로미터, 또는 최대 5 마이크로미터의 섬유 직경을 갖는다. 예를 들어, 예시적인 구현예에서, 고효율 섬유는 2 마이크로미터 내지 4 마이크로미터 범위의 섬유 직경을 갖는다. 다른 예시적인 실시예에서, 고효율 섬유는 2.7 마이크로미터의 섬유 직경을 갖는다. 추가의 예시적인 구현예에서, 고효율 섬유는 2.5 마이크로미터의 섬유 직경을 갖는다.
- [0089] 실시예에서, 고효율 섬유는 PET를 포함하며 2.7 마이크로미터의 섬유 직경을 갖는다.
- [0090] 일부 구현예에서, 고효율 섬유는 적어도 0.5 mm, 적어도 1 mm, 또는 적어도 1.5 mm의 길이를 갖는다. 일부 구현예에서, 고효율 섬유는 최대 10 mm, 최대 11 mm, 최대 12 mm, 또는 최대 15 mm의 길이를 갖는다. 예시적인 구현예에서, 고효율 섬유는 1 mm 내지 15 mm 범위의 길이를 갖는다. 추가의 예시적인 구현예에서, 고효율 섬유는 1 mm 내지 12 mm 범위의 길이를 갖는다.
- [0091] 일부 구현예에서, 고효율 섬유가 PET를 포함할 때, PET는 적어도 250℃, 더 바람직하게는 적어도 275℃, 더욱 더 바람직하게는 적어도 290℃의 용점을 갖는다.
- [0092] *마이크로피브릴화된 섬유*
- [0093] 제1 및 임의의 제2 필터 매체 각각은 마이크로피브릴화된 섬유를 포함한다. 본원에서 사용되는 마이크로피브릴화된 섬유는 가공되지 않은 섬유보다 더 큰 표면적, 분지형 구조를 갖는 섬유를 발달시키기 위해 가공된 섬유이다.
- [0094] 일부 구현예에서, 마이크로피브릴화된 섬유는 예를 들어 피브릴화된 CFF 섬유(Engineered Fiber Technology(Shelton, CT)로부터 입수 가능함)를 포함하는 마이크로피브릴화된 아크릴 섬유일 수 있다. 일부 구

현에서, 마이크로피브릴화된 섬유는 예를 들어 Lyocell 또는 TENCEL과 같은 레이온을 포함하는 마이크로피브릴화된 셀룰로스 섬유일 수 있다. 일부 구현예에서 마이크로피브릴화된 섬유는 예를 들어 TWARON Pulp(Teijin Aramid, B.V., The Netherlands)를 포함하는 마이크로피브릴화된 파라-아라미드 섬유일 수 있다. 일부 구현예에서, 마이크로피브릴화된 섬유는 예를 들어 마이크로피브릴화된 VECTRAN 섬유(Engineered Fiber Technology(Shelton, CT)로부터 입수 가능함)를 포함하는 마이크로피브릴화된 액정 폴리머(LCP) 섬유일 수 있다. 일부 구현예에서, 마이크로피브릴화된 섬유는 예를 들어 피브릴화된 ZYLON 섬유(Engineered Fiber Technology(Shelton, CT)로부터 입수 가능함)를 포함하는 마이크로피브릴화된 폴리-p-페닐렌 벤조비스속사졸(PBO) 섬유일 수 있다.

[0095] 일부 구현예에서, 제1 및 제2 필터 매체 각각은 적어도 10 중량%, 적어도 15 중량%, 적어도 20 중량%, 적어도 25 중량%, 적어도 30 중량%, 적어도 35 중량%, 적어도 40 중량%, 적어도 50 중량%, 또는 적어도 55 중량%의 마이크로피브릴화된 섬유를 포함한다. 일부 구현예에서, 필터 매체는 최대 15 중량%, 최대 20 중량%, 최대 25 중량%, 최대 30 중량%, 최대 35 중량%, 최대 40 중량%, 최대 45 중량%, 최대 50 중량%, 최대 55 중량%, 또는 최대 60 중량%의 마이크로피브릴화된 섬유를 포함한다. 예시적인 구현예에서, 필터 매체는 10 중량% 내지 60 중량%의 마이크로피브릴화된 섬유를 포함한다. 다른 예시적인 실시예에서, 필터 매체는 10 중량% 내지 40 중량%의 마이크로피브릴화된 섬유를 포함한다.

[0096] 일부 구현예에서, 마이크로피브릴화된 섬유는 마이크로피브릴화 셀룰로스를 포함한다. 본원에서 사용되는 마이크로피브릴화된 셀룰로스(MFC)는 문헌[G. Chinga-Carrasco in Nanoscale Research Letters, 2011; 6:417: "MFC 물질은 (1) 나노피브릴, (2) 피브릴 미세물(fibrillar fine), (3) 섬유 단편, 및 (4) 섬유를 포함할 수 있다. 이는 MFC가 반드시 마이크로피브릴, 나노피브릴 또는 임의의 다른 셀룰로스 나노-구조와 동의어가 아님을 시사한다. 그러나, 적절히 생성된 MFC 물질은 주요 성분으로서, 나노-구조, 즉, 나노피브릴을 함유한다"]에서 규정된 그러한 물질을 지칭한다. 이러한 성분의 직경(또는 마이크로피브릴화된 셀룰로스 섬유의 경우, "측면 치수")은 그러한 동일한 문헌의 표 1에서 재현되고, 하기와 같다: (1) 나노피브릴($<0.1 \mu\text{m}$); (2) 피브릴 미세물($<1 \mu\text{m}$); (3) 섬유 또는 섬유 단편(10 내지 $50 \mu\text{m}$).

[0097] 또한, 본원에서 사용되는 용어 "마이크로피브릴화된 셀룰로스"는 건식 미분된 셀룰로스(미분화된 셀룰로스 또는 초미세 셀룰로스로도 지칭됨)를 포함하지 않고, 미국특허 제5,554,287호에 기술된 바와 같이, 산 가수분해에 의해 비정질 부분을 제거함으로써 얻어진 미정질 셀룰로스를 포함하지 않는다.

[0098] 일부 구현예에서, 마이크로피브릴화된 섬유의 대부분(즉, 절반 초과)은 최대 1 마이크로론, 최대 1.5 마이크로론, 최대 2 마이크로론, 최대 3 마이크로론, 또는 최대 4 마이크로론의 측면 치수(예를 들어, 2차원에서 폭)를 갖는다. 일부 구현예에서, 마이크로피브릴화된 섬유의 대부분은 적어도 0.5 마이크로론, 또는 적어도 0.7 마이크로론의 측면 치수를 갖는다. 예시적인 구현예에서, 마이크로피브릴화된 섬유의 대부분은 0.5 마이크로론 내지 4 마이크로론 범위의 측면 치수를 갖는다. 다른 예시적인 실시예에서, 마이크로피브릴화된 섬유의 대부분은 0.5 마이크로론 내지 1.5 마이크로론 범위의 측면 치수를 갖는다. 추가의 예시적인 구현예에서, 마이크로피브릴화된 섬유의 대부분은 최대 2 마이크로론의 측면 치수를 갖는다.

[0099] 일부 구현예에서, 마이크로피브릴화된 섬유는 섬유질 매체 내에 통합되어(즉, 전체에 분포되어) 필터 매체(filter media/filtration medium/filter medium)를 형성한다.

[0100] 제3 부직포 필터 매체

[0101] 제3 부직포 필터 매체는 "저효율 섬유"를 포함하며, 여기서 본원에서 사용되는 "저효율 섬유"는 적어도 0.1 마이크로미터 내지 1 마이크로미터의 섬유 직경을 갖는 섬유이다.

[0102] 일부 구현예에서, 저효율 섬유는 바람직하게는 PET 섬유이다. 일부 구현예에서, 저효율 섬유는 본질적으로 PET로 구성될 수 있다. 일부 구현예에서, 저효율 섬유는 PET로 구성될 수 있다.

[0103] 추가적으로 또는 대안적으로, 저효율 섬유는 나일론, 아크릴, 레이온, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 에틸렌 비닐 알코올(EVOH), 폴리락트산(PLA), 폴리비닐 알코올(PVA), 폴리비닐 클로라이드(PVC), 폴리테트라플루오로에틸렌 (PTFE) 또는 다른 적합한 용융성 폴리머를 포함할 수 있다.

[0104] 일부 구현예에서, 제3 부직포 필터 매체는 저효율 섬유 외에 섬유 및 성분을 포함할 수 있다. 이러한 추가 섬유 및 성분은 2성분 섬유, 1성분 열융융성 섬유, 수지 등을 포함할 수 있다.

[0105] 제2 부직포 필터 매체가 저효율 섬유 외에 섬유 및 성분을 포함할 수 있을 때, 제3 필터 매체는 바람직하게는

적어도 10 중량%, 적어도 15 중량%, 적어도 20 중량%, 적어도 25 중량%, 적어도 30 중량%, 적어도 35 중량%, 적어도 40 중량%, 또는 적어도 45 중량%의 저효율 섬유를 포함한다. 일부 구현예에서, 제3 부직포 필터 매체는 최대 15 중량%, 최대 20 중량%, 최대 25 중량%, 최대 30 중량%, 최대 35 중량%, 최대 40 중량%, 최대 45 중량%, 또는 최대 50 중량%의 저효율 섬유를 포함한다.

[0106] 일부 구현예에서, 저효율 섬유는 적어도 0.1 마이크론, 적어도 0.2 마이크론, 적어도 0.3 마이크론, 적어도 0.4 마이크론, 적어도 0.5 마이크론, 적어도 0.6 마이크론, 또는 적어도 0.7 마이크론의 섬유 직경을 갖는다. 일부 구현예에서, 저효율 섬유는 최대 0.7 마이크론, 최대 0.8 마이크론, 최대 0.9 마이크론, 또는 1 마이크론 미만의 섬유 직경을 갖는다. 예를 들어, 예시적인 구현예에서, 저효율 섬유는 적어도 0.4 마이크론 및 1 마이크론 미만의 섬유 직경을 갖는다. 다른 예시적인 구현예에서, 저효율 섬유는 0.6 마이크론 내지 0.8 마이크론 범위의 섬유 직경을 갖는다. 추가의 예시적인 구현예에서, 저효율 섬유는 0.7 마이크론(700nm)의 섬유 직경을 갖는다.

[0107] 일부 구현예에서, 저효율 섬유는 적어도 0.5 mm, 적어도 1 mm, 또는 적어도 1.5 mm의 길이를 갖는다. 일부 구현예에서, 저효율 섬유는 최대 10 mm, 최대 11 mm, 최대 12 mm, 또는 최대 15 mm의 길이를 갖는다. 예시적인 구현예에서, 저효율 섬유는 1 mm 내지 15 mm 범위의 길이를 갖는다. 추가의 예시적인 구현예에서, 저효율 섬유는 1 mm 내지 12 mm 범위의 길이를 갖는다.

[0108] 한 예시적인 구현예에서, 저효율 섬유는 0.7 마이크론의 섬유 직경을 갖는 PET 섬유이다.

[0109] 일부 구현예에서, 저효율 섬유가 PET를 포함할 때, 저효율 섬유의 PET는 적어도 250℃, 더 바람직하게는 적어도 275℃, 더욱 더 바람직하게는 적어도 290℃의 용점을 갖는다.

[0110] 지지층

[0111] 일부 구현예에서, 복합체는 지지층(스크림이라고도 지칭됨)을 포함한다. 임의의 적합한 지지층이 사용될 수 있다.

[0112] 지지층은 임의의 적합한 다공성 물질을 포함하거나 이로 제조될 수 있다. 지지층은, 일부 구현예에서, 바람직하게는 폴리머일 수 있다.

[0113] 지지층을 위한 적합한 물질의 예는 스펀본드, 웨트레이드, 카디드, 또는 멜트-블로운 부직포 물질, 또는 예를 들어, 스펀본드-멜트블로운-스펀본드를 포함하는 이의 조합을 포함한다. 섬유는 직조물 또는 부직포의 형태일 수 있다. 합성 부직포의 예는 폴리에스테르 부직포, 나일론 부직포, 폴리올레핀(예를 들어, 폴리프로필렌) 부직포, 폴리카보네이트 부직포, 또는 이의 블렌딩된 또는 다성분 부직포를 포함한다. 시트-유사 지지층(예를 들어, 셀룰로스, 합성, 및/또는 유리 또는 조합 웹)은 필터 지지층의 통상적인 예이다. 적합한 지지층의 다른 예는 스펀본드에서 폴리에스테르 또는 2성분 폴리에스테르 섬유 또는 폴리프로필렌/폴리에틸렌 테레프탈레이트, 또는 폴리에틸렌/폴리에틸렌 테레프탈레이트 2성분 섬유를 포함한다.

[0114] 일부 구현예에서, 지지층은 복수의 섬유 또는 가닥을 포함한다. 지지층의 섬유 또는 가닥은 연속적이거나 비-연속적이다. 연속 섬유(예를 들어, 가닥)는 멜트블로운 공정, 멜트스핀, 압출 프로세스, 직조 안, 레이드 스크림, 및/또는 스펀본드 프로세스와 같은 "연속" 섬유 형성 공정에 의해 제조되며, 통상적으로 하기에 더 자세히 기술되는 바와 같이 비-연속적 섬유보다 더 긴 길이를 갖는다. 비-연속적 섬유는 예를 들어 특정 길이 또는 길이 범위를 갖도록 일반적으로(예를 들어, 필라멘트로부터) 절단되거나 비-연속적인 별도의 섬유로 형성되는 스테이플 섬유이다.

[0115] 특정 구현예에서, 지지층의 복수의 섬유 또는 가닥은 합성 섬유 또는 가닥(예를 들어, 합성 폴리머 섬유 또는 가닥)을 포함한다. 지지층의 합성 섬유 또는 가닥은 연속 섬유일 수 있다. 적합한 합성 섬유/가닥의 비제한적인 예는 폴리에테르, 폴라마라미드, 폴리아미드, 폴리올레핀(예를 들어, 고밀도 폴리에틸렌, 저밀도 폴리에틸렌, 및/또는 선형 저밀도 폴리에틸렌과 같은 폴리에틸렌), 에틸렌-비닐 아세테이트, 폴리아크릴아미드, 폴리락트산, 폴리프로필렌, Kevlar, Nomex, 할로겐화 폴리머(예를 들어, 폴리에틸렌 테레프탈레이트), 아크릴, 폴리페닐렌 옥사이드, 폴리페닐렌 설파이드, 열가소성 엘라스토머(예를 들어, 열가소성 폴리우레탄), 폴리메틸 펜텐, 및 이들의 조합을 포함한다.

[0116] 일부 구현예에서, 지지층의 평균 기공 크기는 100 마이크론 이하이며 종종 적어도 0.5 마이크론이다.

[0117] 일부 구현예에서, 지지 스크림의 다공도는 20% 이상이며 통상적으로 90% 이하이다.

- [0118] 예시적인 지지층은 Cincinnati, Ohio의 Midwest Filtration으로부터의 상표명 FINON C303NW 및 FINON C3019 NW 하에 입수 가능한 것들 또는 상표명 CEREX 23000(Cerex Advanced Fabrics, Inc., Cantomont, FL) 하에 입수 가능한 것들을 포함한다. CEREX 23200은 나일론 6,6을 포함하고, 8.4 mil(0.21 mm)의 두께, 67.8 g/m²의 평량, 28%의 강도, 및 615.1의 강도 당 투과성을 갖는다. 다른 예시적인 스크림 물질을 예를 들어 미국특허 제 2009/0120868호에 기술된다.
- [0119] **복합체의 사용 방법**
- [0120] 다른 양태에서, 본 개시내용은 본원에 기술되는 복합체의 사용 방법을 기술한다.
- [0121] 일부 구현예에서, 복합체의 사용 방법은 액체 스트림을 여과시키는 단계를 포함한다. 예를 들어, 이러한 방법은 오염물을 포함하는 액체 스트림을 복합체에 통과시키는 단계, 및 액체 스트림으로부터 오염물을 제거하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0122] 액체 스트림은 예를 들어 연료, 유압유, 공정수, 공기, 디젤 엔진 유체(DEF), 디젤 엔진 윤활유, 또는 블로우바이 가스(blow-by gas), 또는 이들의 조합을 포함한다.
- [0123] 일부 구현예에서, 복합체의 이용 방법은 액체 스트림을 제1 부직포 필터 매체에 통과시킨 이후에 제2 부직포 필터 매체에 통과시키고, 그 이후에 부직포 필터 매체에 통과시키는 단계를 포함한다.
- [0124] **복합체의 제조 방법**
- [0125] 추가 양태에서, 본 개시내용은 복합체의 제조 방법을 기술한다.
- [0126] 일부 구현예에서, 제1 부직포 필터 매체 및 제2 부직포 필터 매체는 독립적으로 제조될 수 있다. 일부 구현예에서, 제1 부직포 필터 매체 및 제3 부직포 필터 매체는 독립적으로 제조될 수 있다. 일부 구현예에서, 제2 부직포 필터 매체 및 제3 부직포 필터 매체는 독립적으로 제조될 수 있다. 일부 구현예에서, 제1 부직포 필터 매체, 제2 부직포 필터 매체, 및 제3 부직포 필터 매체는 독립적으로 제조될 수 있다. 부직포 필터 매체가 독립적으로 제조될 때, 부직포 필터 매체는 동일한 방법으로 제조되더라도 동일한 프로세스로 제조되지 않는다. 예를 들어, 3개의 필터 매체가 각각 웨트레이드 프로세스를 사용하여 제조되더라도 그것들이 독립적으로 제조된다면, 3개의 별도의 웨트레이드 프로세스로 형성된 이후에 단일 웨트레이드 프로세스로 형성되지 않고 서로 접촉하게 배치된다.
- [0127] 일부 구현예에서, 제1 부직포 필터 매체, 제2 부직포 필터 매체, 및 제3 부직포 필터 매체 중 적어도 하나는 웨트레이드 프로세스를 사용하여 형성된다. 일부 구현예에서, 제1 부직포 필터 매체, 제2 부직포 필터 매체, 및 제3 부직포 필터 매체는 웨트레이드 프로세스를 사용하여 형성된다.
- [0128] 일부 구현예에서, 복합체의 제조 방법은 제1 부직포 필터 매체를 제2 부직포 필터 매체와 접촉하게 배치시키는 단계, 또는 제2 부직포 필터 매체를 제3 부직포 필터 매체와 접촉하게 배치시키는 단계, 또는 두 단계 모두를 포함한다.
- [0129] 복합체가 지지층을 포함할 때, 방법은 제3 부직포 필터 매체를 지지체와 접촉하게 배치시키는 단계를 포함한다. 일부 구현예에서, 방법은 지지층 상에 제3 부직포 필터 매체를 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0130] 일부 구현예에서, 복합체의 제조 방법은 제1 부직포 필터 매체를 제2 부직포 필터 매체에 결합시키는 단계, 또는 제2 부직포 필터 매체를 제3 부직포 필터 매체에 결합시키는 단계, 또는 두 단계 모두를 포함한다. 예를 들어, 라미네이션을 포함한 임의의 적합한 결합 수단이 사용된다.
- [0131] **예시적인 복합체 양태**
- [0132] 양태 A1은 5 마이크로미터 내지 50 마이크로미터의 섬유 직경 및 0.1 cm 내지 15 cm의 섬유 길이를 갖는 40 중량% 내지 90 중량%의 제1 2성분 섬유; 1 마이크로미터 내지 5 마이크로미터 범위의 섬유 직경을 갖는 0 중량% 내지 25 중량%의 제1 고효율 섬유; 및 10 중량% 내지 60 중량%의 제1 마이크로피브릴화된 섬유를 포함하며, 여기서 마이크로피브릴화된 섬유의 대부분은 최대 4 마이크로미터의 측면 치수를 갖는, 제1 부직포 필터 매체; 5 내지 50 마이크로미터 범위의 섬유 직경 및 0.1 cm 내지 15 cm의 섬유 길이를 갖는 40 중량% 내지 90 중량%의 제2 2성분 섬유; 0 중량% 내지 25 중량%의 제2 고효율 섬유; 및 10 중량% 내지 60 중량%의 제2 마이크로피브릴화된 섬유를 포함하며, 여기서 마이크로피브릴화된 섬유의 대부분은 최대 4 마이크로미터의 측면 치수를 갖는, 제2 부직포 필터 섬유; 및 적어도 0.1 마이크로미터 내지 1 마이크로미터 미만의 섬유 직경을 갖는 저효율 섬유를 포함하는 제3 부직포 필터 매체를 포함

하는 복합체이며; 복합체에는 실질적으로 유리 섬유가 없다.

- [0133] 양태 A2는 제1 2성분 섬유가 구조 폴리머 부분 및 열가소성 바인더 부분을 포함하며, 여기서 구조 폴리머 부분이 바인더 폴리머 부분의 용점보다 더 높은 용점을 갖는, 양태 A1의 복합체이다.
- [0134] 양태 A3는 제2 2성분 섬유가 구조 폴리머 부분 및 열가소성 바인더 폴리머 부분을 포함하며, 여기서 구조 폴리머 부분이 바인더 폴리머 부분의 용점 보다 더 높은 용점을 갖는, 양태 A1 또는 A2의 복합체이다.
- [0135] 양태 A4는 2성분 섬유의 구조 폴리머 부분이 적어도 240℃의 용점을 가지며 2성분 섬유의 바인더 폴리머 부분이 최대 115℃의 용점을 갖는, 양태 A2 또는 A3의 복합체이다.
- [0136] 양태 A5는 2성분 섬유의 구조 폴리머 부분이 적어도 240℃의 용점을 가지며 2성분 섬유의 바인더 폴리머 부분이 100℃ 내지 190℃ 범위의 용점을 갖는, 양태 A2 또는 A3의 복합체이다.
- [0137] 양태 A6는 2성분 섬유의 바인더 폴리머 부분이 140℃ 내지 160℃ 범위의 용점을 갖는, 양태 A5의 복합체이다.
- [0138] 양태 A7은 제1 2성분 섬유 또는 제2 2성분 섬유가 적어도 2개의 상이한 2성분 섬유를 포함하는, 양태 A1 내지 A6 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0139] 양태 A8은 제1 부직포 필터 매체가 40 중량% 내지 60 중량%의 제1 2성분 섬유를 포함하는, 양태 A1 내지 A7 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0140] 양태 A9는 제2 부직포 필터 매체가 40 중량% 내지 60 중량%의 제2 2성분 섬유를 포함하는, 양태 A1 내지 A8 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0141] 양태 A10은 제1 고효율 섬유가 2.7 마이크론의 섬유 직경을 갖는 양태 A1 내지 A9 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0142] 양태 A11은 제1 고효율 섬유가 PET를 포함하는, 양태 A1 내지 A10 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0143] 양태 A12는 제2 고효율 섬유가 2.7 마이크론의 섬유 직경을 갖는, 양태 A1 내지 A11 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0144] 양태 A13은 제2 고효율 섬유가 PET를 포함하는, 양태 A1 내지 A12 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0145] 양태 A14는 제1 부직포 필터 매체가 적어도 10 중량%의 제1 고효율 섬유를 포함하는, 양태 A1 내지 A13 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0146] 양태 A15는 제2 부직포 필터 매체가 적어도 10 중량%의 제2 고효율 섬유를 포함하는, 양태 A1 내지 A14 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0147] 양태 A16은 제1 부직포 필터 매체의 마이크로피브릴화된 섬유의 대부분이 최대 2 마이크론의 측면 치수를 갖는, 양태 A1 내지 A15 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0148] 양태 A17은 제2 부직포 필터 매체의 마이크로피브릴화된 섬유의 대부분이 최대 2 마이크론의 측면 치수를 갖는, 양태 A1 내지 A16 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0149] 양태 A18은 제1 부직포 필터 매체의 마이크로피브릴화된 섬유의 대부분이 0.5 마이크론 내지 1.5 마이크론 범위의 측면 치수를 갖는, 양태 A1 내지 A17 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0150] 양태 A19는 제2 부직포 필터 매체의 마이크로피브릴화된 섬유의 대부분이 0.5 마이크론 내지 1.5 마이크론 범위의 측면 치수를 갖는, 양태 A1 내지 A18 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0151] 양태 A20은 제1 부직포 필터 매체가 10 중량% 내지 40 중량%의 마이크로피브릴화된 섬유를 포함하는, 양태 A1 내지 A19 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0152] 양태 A21은 제2 부직포 필터 매체가 10 중량% 내지 40 중량%의 마이크로피브릴화된 섬유를 포함하는, 양태 A1 내지 A20 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0153] 양태 A22는 제1 부직포 필터 매체가 5% 내지 15% 범위의 강도를 갖는, 양태 A1 내지 A21 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0154] 양태 A23은 제1 부직포 필터 매체가 24 g/m^2 내지 100 g/m^2 범위의 평량을 갖는, 양태 A1 내지 A22 중 어느 하나의 복합체이다.

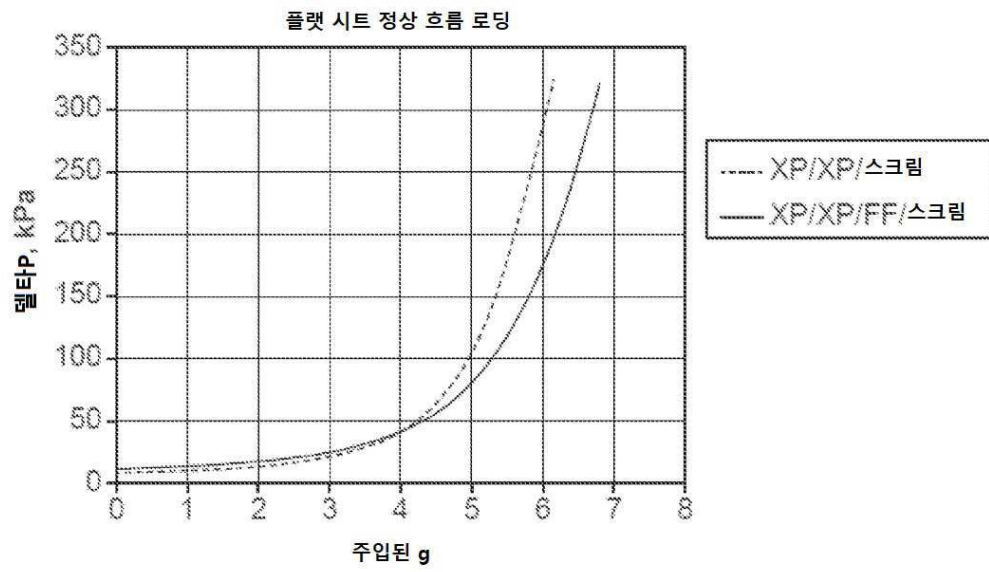
- [0155] 양태 A24는 제1 부직포 필터 매체가 0.5 마이크론 내지 20 마이크론의 기공 크기를 갖는, 양태 A1 내지 A23 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0156] 양태 A25는 제1 부직포 필터 매체가 0.12 mm 내지 1 mm 범위의 두께를 갖는, 양태 A1 내지 A24 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0157] 양태 A26은 제1 부직포 필터 매체가 0.5인치의 물에서 $1 \text{ ft}^3/\text{ft}^2/\text{분}$ 내지 0.5인치의 물에서 $100 \text{ ft}^3/\text{ft}^2/\text{분}$ 범위의 투과성을 갖는, 양태 A1 내지 A25 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0158] 양태 A27은 제2 부직포 필터 매체가 5% 내지 15% 범위의 강도를 갖는, 양태 A1 내지 A26중 어느 하나의 복합체이다.
- [0159] 양태 A28은 제2 부직포 필터 매체가 24 g/m^2 내지 100 g/m^2 범위의 평량을 갖는, 양태 A1 내지 A27중 어느 하나의 복합체이다.
- [0160] 양태 A29는 제2 부직포 필터 매체가 0.5 마이크론 내지 20 마이크론의 기공 크기를 갖는, 양태 A1 내지 A28중 어느 하나의 복합체이다.
- [0161] 양태 A30은 제2 부직포 필터 매체가 0.12 mm 내지 1 mm 범위의 두께를 갖는, 양태 A1 내지 A29 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0162] 양태 A31은 제2 부직포 필터 0.5인치의 물에서 $1 \text{ ft}^3/\text{ft}^2/\text{분}$ 내지 0.5인치의 물에서 $100 \text{ ft}^3/\text{ft}^2/\text{분}$ 범위의 투과성을 갖는, 양태 A1 내지 A30 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0163] 양태 A32는 저효율 섬유가 적어도 0.4 마이크론 내지 1 마이크론 미만의 섬유 직경을 갖는, 양태 A1 내지 A31 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0164] 양태 A33은 저효율 섬유가 0.6 마이크론 내지 0.8 마이크론 범위의 섬유 직경을 갖는, 양태 A1 내지 A32 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0165] 양태 A34는 저효율 섬유가 0.7 마이크론의 섬유 직경을 갖는, 양태 A1 내지 A33 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0166] 양태 A35는 저효율 섬유 PET가 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)를 포함하는, 양태 A1 내지 A34 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0167] 양태 A36은 복합체에 실질적으로 수지가 없는, 양태 A1 내지 A35 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0168] 양태 A37은 복합체에 유리 섬유가 없는 양태 A1 내지 A36 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0169] 양태 A38은 제1 부직포 필터 매체, 제2 부직포 필터 매체, 및 제3 부직포 필터 매체가 개별 층인, 양태 A1 내지 A37 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0170] 양태 A39는 부직포 필터 매체가 액체를 제1 부직포 필터에 통과시킨 이후에 제2 부직포 필터 매체에 통과시키고, 그 이후에 제3 부직포 필터 매체를 통과시키도록 구성되는, 양태 A1 내지 A38 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0171] 양태 A40은 부직포 필터 매체가 지지층을 추가로 포함하는, 양태 A1 내지 A39 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0172] A41은 지지층이 다공성, 폴리머 물질을 포함하는, 양태 40의 복합체이다.
- [0173] 양태 A42는 부직포 필터 매체가 액체를 제1 부직포 필터 매체에 통과시킨 이후에 제2 부직포 필터 매체에 통과시키고, 이후에 제3 부직포 필터 매체에 통과시키고, 그 이후에 지지층에 통과시키도록 구성되는, 양태A40 또는 양태 A41의 복합체이다.
- [0174] 양태 A43은 제3 부직포 필터 매체가 지지층과 접촉하는, 양태 A40 내지 A42 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0175] 양태 A44는 제1 부직포 필터 매체가 제2 부직포 필터 매체와 접촉하며, 제2 부직포 필터 매체가 제3 부직포 필터 매체와 접촉하는, 양태 A41 내지 A43 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0176] 양태 A45는 제1 고효율 섬유가 PET를 포함하고 PET가 적어도 250°C , 적어도 275°C , 또는 적어도 290°C 의 용점을 갖는, 양태 A1 내지 A44 중 어느 하나의 복합체이다.

- [0177] 양태 A46은 제2 고효율 섬유가 PET를 포함하고 PET가 적어도 250℃, 적어도 275℃, 또는 적어도 290℃의 용점을 갖는, 양태 A1 내지 A45 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0178] 양태 A47은 제1 부직포 필터 매체의 마이크로피브릴화된 섬유가 마이크로피브릴화된 셀룰로스 섬유를 포함하는, 양태 A1 내지 A46 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0179] 양태 A48은 제2 부직포 필터 매체의 마이크로피브릴화된 섬유가 마이크로피브릴화된 셀룰로스 섬유를 포함하는, 양태 A1 내지 A47 중 어느 하나의 복합체이다.
- [0180] **복합체 양태를 사용하는 예시적인 방법**
- [0181] 양태 B1은 액체 스트림을 "예시적입 복합체 양태" (양태 A1 내지 A48) 중 어느 하나의 복합체에 통과시키는 단계, 및 액체스트림으로부터 오염물을 제거하는 단계를 포함하는, 액체 스트림의 여과 방법이다.
- [0182] 양태 B2는 액체 스트림이 연료, 유압유, 공정수, 공기, 디젤 엔진 유체(DEF), 디젤 엔진 윤활유, 또는 블로우바 이 가스, 또는 이들의 조합을 포함하는, 양태 B1의 방법이다.
- [0183] 양태 B3은 액체 스트림이 제1 부직포 필터 매체를 통과한 이후에 제2 부직포 필터 매체를 통과하고, 이후에 제3 부직포 필터 매체를 통과하는, 양태 B1 또는 B2의 방법이다.
- [0184] **복합체 양태를 제조하는 예시적인 제조 방법**
- [0185] 양태 C1은 제1 부직포 필터 매체, 제2 부직포 필터 매체, 및 제3 부직포 필터 매체를 독립적으로 제조하는 단계를 포함하는, "예시적인 복합체 양태" (양태 A1 내지 A48) 중 어느 하나의 복합체를 제조하는 방법이다.
- [0186] 양태 C2는 제1 부직포 필터 매체, 제2 부직포 필터 매체, 및 제3 부직포 필터 매체가 웨트레이드 프로세스를 사용하여 형성되는, 양태 C1의 방법이다.
- [0187] 양태 C3은 제1 부직포 필터 매체를 제2 부직포 필터 매체와 접촉하게 배치시키는 단계, 및 제2 부직포 필터 매체를 제3 부직포 필터 매체와 접촉하게 배치시키는 단계를 추가로 포함하는, 양태 C1 또는 C2의 방법이다.
- [0188] 양태 C4는 제1 부직포 필터 매체를 제2 부직포 필터 매체에 결합시키는 단계 또는 제2 부직포 필터 매체를 제3 부직포 필터 매체에 결합시키는 단계를 추가로 포함하는, 양태 C3의 방법이다.
- [0189] 양태 C5는 결합은 라미네이션을 포함하는, 양태 C4의 방법이다.
- [0190] 양태 C6은 제3 부직포 필터 매체를 지지층과 접촉하게 배치시키는 단계를 추가로 포함하는, 양태 C1 내지 C5 중 어느 하나의 방법이다.
- [0191] 본 발명은 하기 실시예에 의해 예시된다. 특정 예, 물질, 양, 및 절차가 본원에 기재된 바와 같은 본 발명의 범위 및 사상에 따라 광범위하게 해석되어야 하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0192] 실시예
- [0193] 하기 실시예에 사용된 모든 시약, 출발 물질 및 용매는 상업적 공급업체(예를 들어 Sigma Aldrich, St. Louis, MO)로부터 구입하였으며 달리 명시하지 않는 한 추가 정제 없이 사용하였다.
- [0194] **매체 특성규명**
- [0195] **액체 여과 성능 시험**
- [0196] 압력 강하 및 4 μm 베타($\beta_{4\mu\text{m}}$)는 원형 플랫 시트를 사용하여 계산하였다. 매체를 ISO Medium Test Dust 대신 ISO Fine Test Dust 가 사용된 유압유가 포함된 경우를 제외하고 16889:2008(필터 요소의 여과 성능을 평가하기 위한 유압유 출력—필터—다중-통과 방법)에 기술된 바와 같이 시험하였다. 매체 면적은 0.0507 m^2 이었고; 시험 흐름 속도는 2 L/분이었고, 시험은 200 kPa의 단자 요소 차압으로 수행되었다.
- [0197] 강도
- [0198] 부직포층(예를 들어, 비-미세 섬유층 또는 미세 섬유층 및 비-미세 섬유층을 포함하는 복합체를 포함함)의 강도(c)는 하기 식을 사용하여 계산된다:
- [0199]
$$c = BW/\rho Z$$

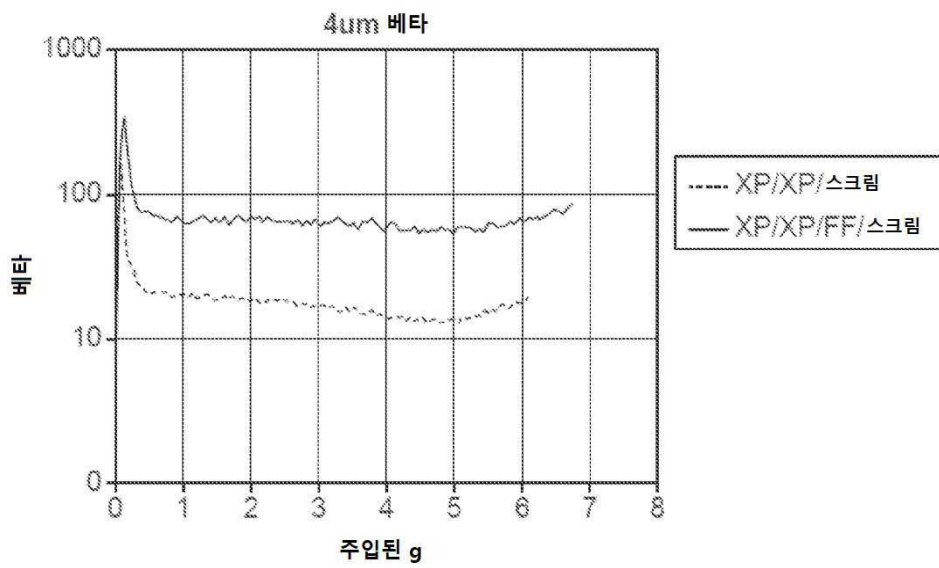
- [0200] (상기 식에서, BW는 평량이며, ρ 는 섬유 밀도이며, Z는 매체의 두께임).
- [0201] 두께를 TAPPI T411 om-15(명칭 "Thickness(caliper) of paper, paperboard, and combined board")에 따라 측정하고, 1.5 psi의 콧 압력을 사용하였다. 평량을 TAPPI T410 om-08을 사용하여 측정하였다.
- [0202] **실시예 1**
- [0203] 이 실시예는 미세 섬유층을 포함하는 복합체를 사용하여 얻어지는 증가된 효율 및 수명을 기술한다.
- [0204] 스크림(상포명 Reemay 하에 판매되는 1 oz/yd² 폴리에스테르)과 스크림에 오버레이된 Synteq® 10XP(Donaldson Company, Inc., Minneapolis, MN)를 포함하거나(도 2a, 왼쪽 패널), 또는 그 위에 층을 형성하기 위해 1 μ m-직경 미세 섬유가 전기방사되는 동일한 스크림과 미세 섬유층에 오버레이된 Synteq® 10XP를 사용하는(도 2a, 오른쪽 패널) 플랫폼을 제공하였다.
- [0205] 도 1a에 도시되는 바와 같이, 미세 섬유층을 추가하면 미세 섬유층이 없는 플랫폼에 비해 플랫폼의 로딩 용량(즉 수명)이 증가하였다. 도 1b에 도시되는 바와 같이, 미세 섬유층을 추가하면 미세 섬유층이 없는 플랫폼에 비해 플랫폼의 효율이 증가하였다.
- [0206] 매체층 사이에 인터페이스를 생성하는 것이 바람직하지 않고 대신 구매 구조를 추구해야 한다고 이전에 보고되었기 때문에 예상치 못한 결과였다. (예를 들어, 미국출원 제2014/0360145호 참고).
- [0207] 이론에 의해 얹매이고자 하는 것은 아니지만, 매체층 사이에 인터페이스를 생성하는 것은 각 층의 불균일성이 매체 깊이 전체에 정렬되지 않기 때문에 구매 구조를 사용하는 것 보다 더 높은 효율을 허용할 수 있다고 여겨진다.
- [0208] **실시예 2**
- [0209] 실시예 1에서 보고된 부하 용량 및 효율이 동일하게 증가하는 것은 스크림, 700 nm-직경 PET 섬유층, 및 40% 내지 60% 14 μ m-직경 2성분 섬유, 0 내지 25% 2.5 μ m-직경 PET 섬유, 및 10 내지 40% 1 μ m-직경 피브릴화된 레이온 섬유(도 2b)를 포함하는 실시예 1에 기술된 바와 같이 제조된 핸드시트를 포함하는 플랫폼에서 예상된다.
- [0210] 이론에 의해 얹매이고자 하는 것은 아니지만, 700 nm-직경 PET 섬유층은 효율층으로서 작용하고 핸드시트는 로딩층으로서 작용할 것으로 여겨진다. 핸드시트를 단독으로 사용했을 경우 관찰되는 가변 효율은 700 nm-직경 PET 섬유(효율층으로서 작용함)와의 조합에 의해 해소될 것으로 예상된다.
- [0211] 이론에 의해 얹매이고자 하는 것은 아니지만, 매체층 사이에 인터페이스를 생성하는 것은 각 층의 불균일성이 매체 깊이 전체에 정렬되지 않기 때문에 구매 구조를 사용하는 것 보다 더 높은 효율을 허용할 수 있다고 여겨진다.
- [0212] 본원에서 인용된 모든 특허, 특허출원, 및 간행물, 및 전자적으로 입수 가능한 자료의 완전한 개시내용은 참조로 포함된다. 본 출원의 개시내용과 본원에 참조로 포함된 임의의 문헌의 개시내용(들) 사이에 임의의 불일치가 존재하는 경우에, 본 출원의 개시내용이 우선해야 한다. 하기 상세한 설명 및 실시예는 단지 이해의 명확성을 위해 제공되었다. 이로부터 불필요한 제한이 이해되어서는 안된다. 당업자에게 명백한 변형이 청구범위에 의해 규정된 본 발명 내에 포함될 것이므로, 본 발명은 도시되고 기술된 정확한 세부사항으로 제한되지 않는다.

도면

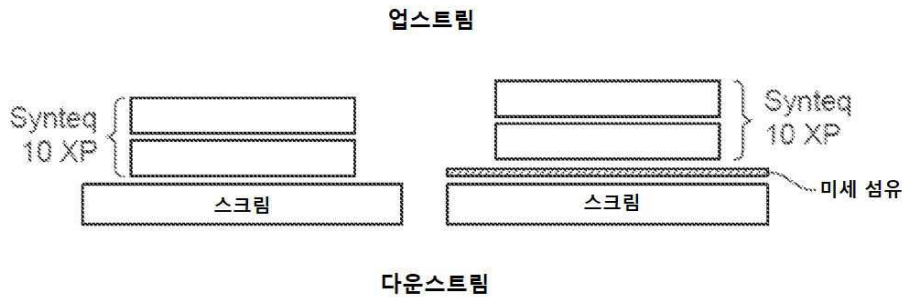
도면1a



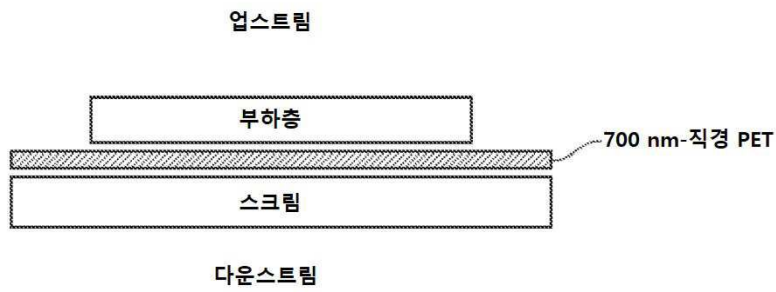
도면1b



도면2a



도면2b



도면2c

