

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2012-0112461 (43) 공개일자 2012년10월11일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) B01D 39/08 (2006.01) B01D 39/02 (2006.01) B01D 39/16 (2006.01) B01D 46/00 (2006.01)		(71) 출원인 이 아이 듀폰 디 네모아 앤드 캄파니 미합중국 데라웨어주 (우편번호 19898) 월밍톤시 마아캣트 스트리트 1007
(21) 출원번호 10-2012-7015697	(22) 출원일자(국제) 2010년11월03일	(72) 발명자 존스, 데이비드, 찰스 미국 23113 버지니아주 미들로티안 옛지뷰 레인 2308 시디퀴, 주네이드, 에이. 미국 23237 버지니아주 리치몬드 터키 오크 로드 5720
(85) 번역문제출일자 2012년06월18일	(86) 국제출원번호 PCT/US2010/055228	(74) 대리인 김영, 양영준, 양영환
(87) 국제공개번호 WO 2011/062761 국제공개일자 2011년05월26일	(30) 우선권주장 61/262,738 2009년11월19일 미국(US)	

전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 **고습도 환경을 위한 여과 매체**

(57) 요약

본 발명은 적어도 하나의 수분 민감성 중합체를 함유하는 나노섬유에 관한 것이다. 섬유는 또한 섬유의 본체 내로 포함된 수소 결합 재료의 나노입자를 함유한다. 수소 결합 재료는 중합체 중량의 2% 초과에 해당하는 양으로 존재하며 나노섬유는 그 길이를 따라 측정된 평균 섬유 직경이 1 마이크로미터 미만이다. 섬유의 나노웹으로부터 제조된 필터 매체가 또한 포함된다.

특허청구의 범위

청구항 1

적어도 하나의 수분 민감성 중합체 및 나노섬유의 본체 내에 포함된 수소 결합 재료의 본질적으로 구형인 나노입자를 포함하며, 여기서 재료는 중합체 중량의 2% 초과에 해당하는 양으로 존재하며, 길이를 따라 측정한 평균 섬유 직경이 1 마이크로미터 미만인 나노섬유.

청구항 2

제1항에 있어서, 수분 민감성 중합체는 폴리아세탈, 폴리아미드, 폴리에스테르, 셀룰로오스 에테르, 셀룰로오스 에스테르, 폴리알킬렌 설파이드, 폴리아릴렌 옥사이드, 폴리설펜, 개질된 폴리설펜 중합체 및 그 혼합물, 폴리(비닐클로라이드), 폴리메틸메타크릴레이트, 및 가교결합 및 비가교결합 형태의 폴리비닐알코올로 이루어진 군으로부터 선택되는 나노섬유.

청구항 3

제1항에 있어서, 재료는 실리카, 알루미늄, 지르코니아, 및 유기 중합체로 이루어진 군으로부터 선택되는 나노섬유.

청구항 4

제1항에 있어서, 재료는 중합체 중량의 2.5% 초과에 해당하는 양으로 존재하는 나노섬유.

청구항 5

제1항에 있어서, 재료는 중합체 중량의 3% 초과에 해당하는 양으로 존재하는 나노섬유.

청구항 6

제1항에 있어서, 재료는 중합체 중량의 4% 초과에 해당하는 양으로 존재하는 나노섬유.

청구항 7

제1항에 있어서, 재료는 중합체 중량의 5% 초과에 해당하는 양으로 존재하는 나노섬유.

청구항 8

나노웹브를 포함하며, 상기 나노웹브는 수 평균 섬유 직경이 1 마이크로미터 이하인 수분 민감성 중합체성 섬유를 포함하며, 상기 섬유는 수소 결합 재료의 본질적으로 구형인 나노입자를 포함하며, 여기서 재료는 중합체 중량의 2% 초과에 해당하는 양으로 존재하는 필터 매체.

청구항 9

제8항에 있어서, 수분 민감성 중합체는 폴리아세탈, 폴리아미드, 폴리에스테르, 셀룰로오스 에테르, 셀룰로오스 에스테르, 폴리알킬렌 설파이드, 폴리아릴렌 옥사이드, 폴리설펜, 개질된 폴리설펜 중합체 및 그 혼합물, 폴리(비닐클로라이드), 폴리메틸메타크릴레이트, 및 가교결합 및 비가교결합 형태의 폴리비닐알코올로 이루어진 군으로부터 선택되는 매체.

청구항 10

제8항에 있어서, 재료는 실리카, 알루미늄, 지르코니아, 및 유기 중합체로 이루어진 군으로부터 선택되는 매체.

청구항 11

제8항에 있어서, 재료는 중합체 중량의 2.5% 초과에 해당하는 양으로 존재하는 매체.

청구항 12

제8항에 있어서, 재료는 중합체 중량의 3% 초과에 해당하는 양으로 존재하는 매체.

청구항 13

제8항에 있어서, 재료는 중합체 중량의 4% 초과에 해당하는 양으로 존재하는 매체.

청구항 14

제8항에 있어서, 재료는 중합체 중량의 5% 초과에 해당하는 양으로 존재하는 매체.

청구항 15

매체를 통해 공기를 통과시키는 단계를 포함하며, 상기 매체는 나노웹를 포함하며, 상기 나노웹는 수 평균 섬유 직경이 1 마이크로미터 이하인 수분 민감성 중합체성 섬유를 포함하며, 상기 섬유는 섬유의 본체 내에 포함된 수소 결합 재료의 나노입자를 포함하며, 여기서 재료는 중합체 중량의 2% 초과에 해당하는 양으로 존재하는 공기 여과 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 중합체와 재료는 나노입자의 존재하에서 매체가 1.78 cm/s의 공기 유동 면속도와 함께 161.3 제곱센티미터의 표면적에 걸쳐 55 내지 70 ml/분의 물 유속의 존재하에서 220 mmH₂O 미만의 압력 스파이크를 나타내도록 선택되며 압력 스파이크는 나노입자의 부재하에서는 240 mmH₂O를 초과하는 방법.

청구항 17

제15항에 있어서, 나노입자는 본질적으로 구형인 방법.

청구항 18

제16항에 있어서, 나노입자는 본질적으로 구형인 방법.

청구항 19

제8항의 필터 매체를 포함하는 필터 조립체.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 여과 분야에 관한 것으로, 구체적으로는 공기 및 다른 가스 스트림을 여과하기 위한 개선된 방법 및 재료에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 공기 및 가스 스트림과 같은 유체 스트림은 종종 그 안에 미립자 물질을 지닌다. 유체 스트림으로부터 미립자 물질의 전부 또는 일부를 제거할 필요가 있다. 예를 들어, 동력 차량의 선실로의 공기 흡입 스트림, 컴퓨터 디스크 드라이브 내의 공기, HVAC 공기, 클린룸 통풍 및 필터 백, 차단 천, 직조 재료를 이용하는 응용, 동력 차량을 위한 엔진 또는 전원 생성 장비로의 공기; 가스 터빈에 보내지는 가스 스트림; 및 다양한 연소 노로의 공기 스트림은 종종 그 안에 미립자 물질을 포함한다. 선실 공기 필터의 경우, 승객의 편안함을 위해 그리고/또는 심미감을 위해 미립자 물질을 제거하는 것이 바람직하다. 엔진, 가스 터빈 및 연소 노로의 공기 및 가스 흡입 스트림에 대하여, 미립자는 관련된 다양한 메커니즘에 대한 내부 작업장에 상당한 손상을 야기할 수 있기 때문에 미립자 물질을 제거하는 것이 바람직하다. 다른 경우에, 산업 공정 또는 엔진으로부터의 생성 가스 또는 배출 가스(off gas)가 그 안에 미립자 물질을 함유할 수 있다. 그러한 가스가 다양한 하류측 장비를 통해 대기 로 배출될 수 있거나 배출되어야 하기 전에, 그들 스트림으로부터 미립자 물질을 실질적으로 제거하는 것이 바람직할 수 있다.

[0003] 중합체성 재료로 제조된 여과 매체에 대해 요구가 보다 많은 응용이 예상됨에 따라서, 주위 보다 높은 온도 및 특히 높은 습도의 가습 또는 액수(liquid water)의 존재를 견디기 위해 상당히 개선된 재료가 요구된다. 중합체성 재료는 열 및/또는 수분의 존재하에서 분해되거나 형태 변화를 겪을 수 있으며, 여과 효율 또는 압력 강하가 영향을 받을 수 있다. 수분의 존재하에서 압력 강하가 일어나는 경우, 필터의 수명이 감소되거나 또는 필

터를 통해 공기 또는 가스를 통과시키는 비용이 상승된다.

[0004] 따라서, 형성 후 필터 부재의 한 가지 중요한 파라미터는 열, 습도 또는 둘 모두의 영향에 대한 내성이다. 필터가 수분을 관리할 수 있을 필요에 대한 한 가지 실제 예는 터빈이 해안 영역 근처 또는 비나 안개 조건에서 작동되는 가스 터빈 흡입 필터에 대해서 이다. 수분은 필터 요소에 동반되어 터빈의 동력 출력을 감소시키는 압력 강하의 증가를 야기시킬 수 있다. 필터 매체가 수분에 의해 영향을 받지 않는 능력은 터빈 작업자에게 중요할 것이며 터빈이 내흡입성 증가로 인한 어떤 손실도 없이 동력을 생성하도록 한다.

[0005] 본 발명은 높은 온도와 높은 습도를 가진 스트림을 여과하기 위한 개선된 특성을 제공하는 중합체성 재료, 마이크로섬유 및 나노섬유 재료, 및 필터 구조물에 대한 필요성을 해결한다. 특히, 본 발명은 습도의 존재하에서 압력 변동을 나타내지 않는 필터 구조물에 관한 것이다.

발명의 내용

[0006] 본 발명은 적어도 하나의 수분 민감성 중합체 및 섬유의 본체 내에 포함된 수소 결합 재료의 본질적으로 구형인 나노입자를 포함하는 나노섬유에 관한 것으로, 여기서 재료는 중합체 중량의 2% 초과에 해당하는 양으로 존재하며 나노섬유는 그 길이를 따라 측정된 평균 섬유 직경이 1 마이크로미터 미만이다.

[0007] 본 발명은 추가로 나노웹를 포함하는 필터 매체에 관한 것으로, 상기 나노웹는 수 평균 섬유 직경이 1 마이크로미터 이하인 수분 민감성 중합체성 나노섬유를 포함하며, 상기 섬유는 수소 결합 재료의 본질적으로 구형인 나노입자를 포함하며, 여기서 수소 결합 재료는 중합체 중량의 2% 초과에 해당하는 양으로 존재하며 나노섬유는 그 길이를 따라 측정된 평균 섬유 직경이 1 마이크로미터 미만이다.

[0008] 본 발명은 추가로 매체를 통해 공기를 통과시키는 단계를 포함하는 공기 여과 방법에 관한 것으로, 상기 매체는 진술된 바와 같이 나노웹를 포함하며, 상기 나노웹는 수 평균 섬유 직경이 1 마이크로미터 이하인 수분 민감성 중합체성 섬유를 포함하고 수소 결합 재료의 나노입자를 포함하며, 여기서 재료는 중합체 중량의 2% 초과에 해당하는 양으로 존재하며 나노섬유는 그 길이를 따라 측정된 평균 섬유 직경이 1 마이크로미터 미만이다. 본 방법의 일 실시 형태에서 나노입자는 본질적으로 구형이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 본 발명은 적어도 하나의 수분 민감성 중합체 및 섬유의 본체 내에 포함된 수소 결합 재료의 나노입자를 포함하는 나노섬유에 관한 것으로, 여기서 재료는 중합체 중량의 2% 초과에 해당하는 양으로 존재하며 나노섬유는 그 길이를 따라 측정된 평균 섬유 직경이 1 마이크로미터 미만이다. 바람직하게는 나노입자는 본질적으로 구형이다.

[0010] 수분 민감성 중합체는 특별히 제한되지 않지만, 폴리아세탈, 폴리아미드, 폴리에스테르, 셀룰로오스 에테르 및 에스테르, 폴리알킬렌 설파이드, 폴리아릴렌 옥사이드, 폴리설폰, 개질된 폴리설폰 중합체 및 그 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다. 또한, 가교결합 및 비가교결합 형태의 다양한 정도의 가수분해도(87% 내지 99.5%)의 폴리비닐알코올, 폴리(비닐클로라이드), 폴리메틸메타크릴레이트 (및 기타 아크릴 수지).

[0011] 수소 결합 재료 또한 특별히 제한되지 않지만, 실리카, 알루미나, 지르코니아, 및 유기 중합체로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다.

[0012] 수소 결합 재료는 또한 중합체 중량의 2.5% 초과, 바람직하게는 중합체 중량의 3% 초과, 그리고 심지어는 중합체 중량의 4% 또는 5% 초과에 해당하는 양으로 존재할 수 있다.

[0013] 본 발명은 추가로 나노웹를 포함하는 필터 매체에 관한 것으로, 상기 나노웹는 수 평균 섬유 직경이 1 마이크로미터 이하인 수분 민감성 중합체성 나노섬유를 포함하며, 상기 섬유는 진술된 바와 같이 수소 결합 재료의 나노입자를 포함하고 중합체 중량의 2% 또는 2.5% 초과, 바람직하게는 중합체 중량의 3% 초과, 그리고 심지어는 중합체 중량의 4% 또는 5% 초과에 해당하는 양으로 존재한다.

[0014] 본 발명은 또한 진술된 바와 같은 필터 매체를 포함하는 필터 조립체에 관한 것이다.

[0015] 본 발명은 추가로 매체를 통해 공기를 통과시키는 단계를 포함하는 공기 여과 방법에 관한 것으로, 상기 매체는 진술된 바와 같은 나노웹를 포함하며, 상기 나노웹는 수 평균 섬유 직경이 1 마이크로미터 이하인 수분 민감성 중합체성 섬유를 포함하고, 수소 결합 재료의 나노입자를 포함하고, 중합체 중량의 2% 또는 심지어 2.5% 초과, 바람직하게는 중합체 중량의 3% 초과, 그리고 심지어는 중합체 중량의 4% 또는 5% 초과에 해당하는 양으로

로 존재한다. 본 방법의 일 실시 형태에서 나노입자는 본질적으로 구형이다.

[0016] 정의

[0017] "현탁액" 또는 "줄"은 유체 내의 입자의 형상 또는 크기의 입자의 입자의 슬러리, 현탁액 또는 에멀전이라 할 수 있다. 정상적으로 유체는 물이지만, 본 발명은 수성 현탁액으로 제한되지 않는다. 현탁액은, 시간에 따른 침전에 관하여 불안정하지만 본 발명에서 사용기간 동안 분산되는 시스템이라 할 수 있다.

[0018] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "섬유"는 세장형 본체를 나타내며, 그의 길이 치수는 폭과 두께의 가로 치수보다 훨씬 크다. 따라서, "섬유"는, 예를 들어 모노필라멘트, 멀티필라멘트 안(연속 또는 스테이플(staple)), 리본, 스트립, 스테이플 및 조각나거나, 절단되거나 불연속적인 섬유의 다른 형태, 및 규칙적이거나 불규칙적인 단면을 가진 기타를 포함한다. "섬유"는 상기 중 입자의 하나의 복수개 또는 상기의 조합을 포함한다.

[0019] 본 발명에서 사용되는 바와 같은 "나노입자"는 무기 또는 유기 재료로 실질적으로 제조된 입자를 의미하며, 큰(최장) 치수는 약 750 nm 미만이고 바람직하게는 500 nm 미만, 더욱 바람직하게는 200 또는 심지어 100 nm 미만이다. 본 발명의 나노입자는 그들이 포함되는 중합체에 수소 결합할 수 있다. "수소 결합"이라는 용어는 당업자, 특히 화학 분야의 당업자가 이해할 분자간 결합의 종류를 의미한다. 본 발명의 맥락에서, 아민, 아미드 및 카르복실 결합과 같은 중합체 상의 극성 기는 재료 상의 극성 결합에 정전기적으로 결합될 수 있다. 재료가 무기물일 경우, 재료 상의 그러한 극성 결합은 전형적으로 금속-산소 결합, 예를 들어, Si-O, Al-O, Zr-O, Ti-O, 등일 것이다.

[0020] "본질적으로 구형"은 입자가 그의 제조 방법에 의해 허용되는 정밀도 이내로 구형 대칭을 가지며, 입자의 어떤 축 또는 방향도 어떤 다른 것보다 유의하게 큰 것으로 판단될 수 없음을 의미한다. 중합체 섬유 매트릭스 내의 입자의 배향에서 어느 하나의 축도 바람직하지 않다. 입자의 관찰 또는 제조 방법의 결과로서 발생하는 구형 대칭으로부터의 왜곡은 여전히 본 발명의 개념에서는 입자가 구형 대칭이도록 한다.

[0021] 본 발명에 사용하기 적합한 나노미립자 재료는 실리카, 알루미나, 지르코니아, 티타니아, 및 중합체 매트릭스 내로 포함될 경우 나노미립자 구조물을 형성하는 하이브리드 재료, 또는 유기 중합체를 포함하지만 이로 제한되지 않는다. 카울린 점토가 본 발명에서 사용될 수 있으며 수화($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$) 또는 하소($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$)될 수 있다. 수화 및 하소된 카울린 점토는 잘 알려진 구매가능한 재료이다.

[0022] 나노입자는 다양한 기술에 의해 폴리아미드 섬유 내로 포함될 수 있다. 예를 들어, 나노입자는 중합 전에 중합체를 형성하는 단량체(들)와 혼합될 수 있거나, 또는 비휘발성 오일과 혼합되어 부울 수 있는 슬러리를 형성한 후 이는 중합체에 첨가될 수 있다. 추가 방법은 마스터배치 기술에 의한 것으로, 여기서는 폴리아미드와 카울린 점토를 함유하는 농축물이 공급물 또는 베이스 폴리아미드 수지 내로 블렌딩되거나 강하된다. 이어서, 블렌드는 섬유로 방사된다. 농축물은 베이스 중합체 수지를 포함하는 방사 기계 내로 주입될 수 있다. 농축물은 농축물의 중량을 기준으로, 약 9 내지 약 50, 바람직하게는 약 25 내지 약 35 중량%의 나노미립자 재료를 포함할 수 있으며, 나머지는 중합체이다.

[0023] 섬유 내의 나노미립자의 양은 중합체 섬유의 중량을 기준으로 약 2.0 초과, 바람직하게는 2.5, 3.0, 4.0 또는 심지어 5.0 중량% 초과이어야 한다. 만일 2 중량% 미만이 포함되면, 중합체 섬유는 원하는 내수분성을 나타내지 못할 것이다.

[0024] "캘린더링"은 2개의 롤 사이의 닙(nip)을 통하여 웹을 통과시키는 공정이다. 롤들은 서로 접촉할 수 있거나, 롤 표면들 사이에 고정 또는 가변 간극이 존재할 수 있다. 유리하게, 본 캘린더링 공정에서, 연질 롤과 경질 롤 사이에 닙이 형성된다. "연질 롤"은 2개의 롤을 함께 캘린더로 유지하기 위해 가해진 압력 하에서 변형하는 롤이다. "경질 롤"은 공정 또는 제품에 심각한 영향을 미치는 변형이 공정 중의 압력 하에서 발생하지 않는 표면을 갖는 롤이다. "비패터닝된" 롤은 그를 제조하기 위해 사용되는 공정의 능력 내에서 매끄러운 표면을 가진 롤이다. 점 접합 롤과 달리, 웹이 닙을 통과함에 따라 의도적으로 웹 상에 패터를 생성하는 점 또는 패터이 존재하지 않는다.

[0025] "스크림"은 지지 층이며, 나노웹이 접합, 접착, 또는 라미네이팅될 수 있는 입자의 구조물일 수 있다. 유리하게는, 본 발명에 유용한 스크림 층은 스펀본드 부직포 층이지만, 부직포 섬유 등의 카디드(carded) 웹으로부터 제조될 수 있다. 몇몇 필터 응용에 유용한 스크림 층은 주름 및 데드 폴드(dead fold)를 유지하기에 충분한 강성을 필요로 한다.

[0026] "부직포"라는 용어는 다수의 섬유들을 포함한 웹을 의미한다. 섬유들은 서로 접합될 수 있거나 접합되지 않

을 수 있다. 섬유는 스테이플 섬유 또는 연속 섬유일 수 있다. 섬유는 단일 재료, 또는 상이한 섬유들의 조합으로서 또는 각각 상이한 재료들로 구성된 유사한 섬유들의 조합으로서 다수의 재료를 포함할 수 있다.

[0027] 본 발명의 실시 형태에 유용한 부직포 섬유질 웹은, 예를 들어 탄성중합체, 폴리에스테르, 레이온, 셀룰로오스, 나일론, 및 그러한 섬유들의 블렌드와 같은 재료의 수분 민감성 섬유를 포함한다. 부직포 섬유질 웹에 대해 다수의 정의가 제안되었다. 섬유는 보통 스테이플 섬유 또는 연속적인 필라멘트를 포함한다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "부직포 섬유질 웹"은 비교적 평탄하고 가요성이며 다공성인 대체로 평면인 구조물을 정의하도록 그의 포괄적 의미로 사용되고, 스테이플 섬유 또는 연속 필라멘트로 구성된다. 부직포의 상세한 설명에 대해서는, 문헌["Nonwoven Fabric Primer and Reference Sampler" by E. A. Vaughn, ASSOCIATION OF THE NONWOVEN FABRICS INDUSTRY, 3d Edition (1992)]을 참조한다. 부직포는 그러한 제품이 당업계에 잘 알려져 있는 바와 같이 카디드(carded), 스핀 본디드(spun bonded), 웨트 레이드(wet laid), 에어 레이드(air laid) 및 멜트 블로운(melt blown)될 수 있다.

[0028] 부직포 천의 예에는 멜트블로운 웹, 스핀본드 웹, 카디드 웹, 에어-레이드 웹, 웨트-레이드 웹, 스핀레이드(spunlaced) 웹, 및 하나 초과 부직포 층을 포함한 복합 웹이 포함된다.

[0029] 본 명세서에 사용된 바와 같이 용어 "나노섬유"는 수 평균 직경(number average diameter)이 약 1000 nm 미만, 심지어 약 800 nm 미만, 심지어 약 50 nm 내지 500 nm, 그리고 심지어 약 100 내지 400 nm인 섬유를 말한다. 비-원형 단면의 나노섬유의 경우, 본 명세서에 사용된 바와 같이 용어 "직경"은 최대 단면 치수를 말한다.

[0030] "수분 민감성 중합체성 섬유를 포함하는 웹"은 웹이 공기와 같은 가스에서 필터 매체로 사용될 때, 습한 공기 또는 가스 스트림의 형태 또는 액체 소적 형태의 수분의 존재하에서 압력 스파이크(spike)를 나타내는 중합체로 만들어진 섬유를 포함하는 웹을 의미한다. 그러한 중합체는 보통 중합체 사슬의 골격에 또는 그의 말단기에, 2개의 유사하지 않은 요소들 사이에 적어도 하나의 극성 공유 결합을 가질 것이다.

[0031] 본 발명의 중합체성 조성물에 사용될 수 있는 수분 민감성 중합체성 재료의 예에는 부가 중합체 재료 및 축합 중합체 재료 둘 모두, 예를 들어 폴리아세탈, 폴리아미드, 폴리에스테르, 셀룰로오스 에테르 및 에스테르, 폴리알킬렌 설파이드, 폴리아릴렌 옥사이드, 폴리설폰, 개질된 폴리설폰 중합체, 및 이들의 혼합물 - 그러나 이에 제한되지 않음 - 이 포함된다. 이들 포괄 부류에 속하는 바람직한 재료는 가교결합 및 비가교결합된 형태의 다양한 정도의 가수분해도(87% 내지 99.5%)의 폴리비닐알코올, 폴리(비닐클로라이드), 폴리메틸메타크릴레이트(및 기타 아크릴 수지)를 포함한다. 바람직한 부가 중합체는 폴리비닐클로라이드 및 폴리메틸메타크릴레이트, 및 폴리비닐알코올 재료에 대한 경우에서와 같이 유리질(실온보다 높은 Tg)일 수 있으며, 가소제를 포함할 수 있다.

[0032] 본 발명에 유용한 폴리아미드 축합 중합체의 한 부류는 나일론 재료이다. 용어 "나일론"은 모든 장쇄 합성 폴리아미드에 대한 포괄 명칭이다. 전형적으로, 나일론 명명법은 출발 재료가 C₆ 다이아민 및 C₆ 이산(첫 번째 숫자는 C₆ 다이아민을 나타내고 두 번째 숫자는 C₆ 다이카복실산 화합물을 나타냄)임을 나타내는 나일론-6,6에서와 같이 일련의 숫자를 포함한다. 나일론은 또한 소량의 물의 존재하에서 ε 카프로락탐의 중축합에 의해 제조될 수 있다. 이 반응은 선형 폴리아미드인 나일론-6 (ε-아미노카프로산으로도 알려진 환형 락탐으로부터 제조됨)을 형성한다. 추가로, 나일론 공중합체가 또한 고려된다. 공중합체는 다양한 다이아민 화합물, 다양한 이산 화합물 및 다양한 환형 락탐 구조물을 반응 혼합물로 배합한 후 폴리아미드 구조 내에 무작위로 위치된 단량체 재료를 가진 나일론을 형성함으로써 제조될 수 있다. 예를 들어, 나일론 6,6-6,10 재료는 헥사메틸렌 다이아민과 이산의 C₆ 및 C₁₀ 블렌드로부터 제조된 나일론이다. 나일론 6-6,6-6,10은 입실론아미노카프로산, 헥사메틸렌 다이아민 및 C₆과 C₁₀ 이산 재료의 블렌드의 공중합에 의해 제조된 나일론이다.

[0033] 블록 공중합체 또한 본 발명의 생성물 및 방법에서 유용하다. 그러한 공중합체에서 용매 팽윤제의 선택이 중요하다. 선택된 용매는 블록 모두가 용매에 가용성인 것이다. 그러한 블록 공중합체의 예는 e-카프로락탐-b-에틸렌 옥사이드의 페박스(Pebax)(등록상표) 유형, 심파텍스(Sympatex)(등록상표) 폴리에스테르-b-에틸렌 옥사이드 및 아이소시아네이트와 에틸렌 옥사이드의 폴리우레탄이다.

[0034] 폴리비닐 알코올, 폴리비닐 아세테이트, 무정형 부가 중합체, 예를 들어, 폴리(아크릴로니트릴) 및 그의 아크릴산 및 메타크릴레이트와의 공중합체, 폴리스티렌, 폴리(비닐 클로라이드) 및 그의 다양한 공중합체, 폴리(메틸 메타크릴레이트) 및 그의 다양한 공중합체와 같은 부가 중합체가 본 발명에 사용하기 적합하며, 그들은 낮은 압력과 온도에서 가용성이므로 상대적으로 용이하게 용액 방사될 수 있다.

- [0035] 중합체 혼합물, 합금 형식 또는 가교결합된 화학적 결합 구조로 둘 이상의 중합체 재료를 포함하는 중합체성 조성물을 형성하는 것이 유리할 수 있다. 그러한 중합체 조성물은 중합체 사슬 유연성 또는 사슬 이동성의 개선, 전체 분자량의 증가 및 중합체성 재료의 네트워크 형성을 통한 보강의 제공과 같은 중합체 속성의 변화에 의해 물리적 특성을 개선한다.
- [0036] 이러한 개념의 일 실시 형태에서, 두 가지 상관된 중합체 재료가 유리한 특성을 위해 블렌딩될 수 있다. 예를 들어, 고분자량 폴리비닐클로라이드가 저분자량 폴리비닐클로라이드와 블렌딩될 수 있다. 유사하게, 고분자량 나일론 재료가 저분자량 나일론 재료와 블렌딩될 수 있다. 추가로, 일반적인 중합체 부류의 상이한 화학종이 블렌딩될 수 있다. 예를 들어, 나일론-6 재료는 나일론-6; 6,6; 6,10 공중합체와 같은 나일론 공중합체와 블렌딩될 수 있다. 추가로, 87% 가수분해된 폴리비닐알코올과 같은 가수분해도가 낮은 폴리비닐알코올이 가수분해도가 98 내지 99.9% 이상인 완전히 또는 초과 가수분해된 폴리비닐알코올과 블렌딩될 수 있다. 혼합물 내의 이들 재료 모두는 적절한 가교결합 메커니즘을 이용하여 가교결합될 수 있다. 나일론은 아마이드 결합 내의 질소 원자와 반응성인 가교결합제를 이용하여 가교결합될 수 있다. 폴리비닐알코올 재료는 모노알데히드, 예를 들어, 포름알데히드, 우레아, 멜라민-포름알데히드 수지 및 그 유사체, 봉산 및 다른 무기 화합물, 다이알데히드, 이산, 우레탄, 에폭시 및 다른 공지의 가교결합제와 같은 하이드록실 반응성 재료를 이용하여 가교결합될 수 있다. 가교결합 기술은 잘 알려져 있으며 이해되는 현상으로, 여기서 가교결합 시약은 반응하여 중합체 사슬들 사이에 공유 결합을 형성하여 분자량, 내화학적, 전체 강도 및 기계적 분해에 대한 내성을 실질적으로 개선한다.
- [0037] 극히 다양한 섬유질 필터 매체가 상이한 응용들을 위해 존재하는 것을 이해하여야 한다. 본 발명에서 설명된 내구성 나노섬유 및 마이크로섬유가 임의의 매체에 첨가될 수 있다. 본 발명에서 설명된 섬유는 또한 이들의 기존의 매체의 섬유 구성요소를 대체하여, 더 큰 내구성을 나타내는 한편, 그들의 작은 직경으로 인하여 개선된 성능(개선된 효율 및/또는 감소된 압력 강하)의 상당한 효과를 제공할 수 있다.
- [0038] 본 발명의 방사된 상태 그대로의 나노웹은 물리적 특성의 원하는 개선을 부여하기 위해 캘린더링될 수 있다. 본 발명의 일 실시 형태에서, 방사된 상태 그대로의 나노웹은 2개의 비패터닝된 롤들 - 여기서 하나의 롤은 비패터닝된 연결 롤이고 하나의 롤은 비패터닝된 경질 롤임 - 사이의 닙 내로 공급되며, 경질 롤의 온도는 나노웹의 나노섬유가 캘린더 닙을 통과할 때 가소화된 상태에 있도록, 본 명세서에서 중합체가 유리질로부터 고무질 상태로의 전이되는 온도로 정의되는 T_g 와 본 명세서에서 중합체의 용융 개시 온도로 정의되는 T_m 사이의 온도에서 유지된다. 롤의 조성과 경도는 원하는 최종 용도 특성을 얻기 위하여 변할 수 있다. 본 발명의 일 실시 형태에서, 하나의 롤은 스테인리스강과 같은 초경금속(hard metal)이고, 나머지는 연금속 또는 중합체가 코팅된 롤이나 로크웰 B 70 미만의 경도를 갖는 복합 롤이다. 2개의 롤들 사이의 닙 내에서의 웹의 체류 시간은 웹의 선속도에 의해, 바람직하게 약 1 m/min 내지 약 50 m/min으로 제어되고, 2개의 롤들 사이의 풋프린트(footprint)는 웹이 양 롤과 동시에 접촉하여 이동하는 기계 방향 거리이다. 풋프린트는 2개의 롤들 사이의 닙에서 가해지며 일반적으로 롤의 선형 CD 치수당 힘으로 측정되는 압력에 의해 제어되고, 바람직하게는 약 1 mm 내지 약 30 mm이다.
- [0039] 또한, 부직포 웹은, 선택적으로 나노섬유 중합체의 T_g 와 최저 T_m 사이인 온도로 가열되는 동안, 신장될 수 있다. 신장은 웹이 캘린더 롤에 공급되기 전 그리고/또는 후 언제든지, 그리고 기계 방향과 횡방향 둘 모두 또는 어느 한 방향으로 발생할 수 있다.
- [0040] 용어 "나노입자"는 또한 "나노점토" 및 "유기점토"를 포함할 수 있다. "나노입자"란, 최대 치수(예를 들어, 직경)가 약 750 nm(나노미터) 미만 또는 이하인 입자를 의미한다. 0 nm 내지 750 nm인 입자 크기의 모든 범위가, 본 명세서에 명시적으로 기재된 것처럼, 본 명세서에 또한 포함된다. 본 명세서 전체에 걸쳐 주어진 모든 한계는, 경우에 따라서, 하한 또는 상한이 본 명세서에 명시적으로 기재된 것처럼, 모든 하한 또는 상한을 포함할 것이다. 나노입자의 입자 크기 분포의 비제한적인 예는 약 2 nm 내지 약 750 nm 미만, 대안적으로 약 2 nm 내지 약 200 nm 미만, 그리고 대안적으로 약 2 nm 내지 약 150 nm 미만의 범위 내에 해당하는 것들이다. 입자 크기의 소정 범위가 나노입자가 포함되는 섬유의 크기에 따라 유용할 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 다양한 유형의 입자의 평균 입자 크기는 입자의 입자 크기 분포와 상이할 수 있다. 예를 들어, 계층화 합성 실리케이트는 평균 입자 크기가 약 25 나노미터일 수 있는 한편, 그의 입자 크기 분포는 일반적으로 약 10 nm와 약 40 nm 사이에서 변할 수 있다. (본 명세서에서 설명되는 입자 크기는 입자가 수성 매질에 분산될 때의 입자에 대한 것이며 평균 입자 크기는 입자 수 분포의 평균에 기초한다는 것을 이해하여야 한다).
- [0041] 구형 입자가 본 발명에서 바람직하지만, 나노입자는 비구형 입자를 포함할 수 있다. 나노입자의 비제한적인 예

는 입자 크기가 약 2 내지 약 750 나노미터인 결정형 또는 무정형 입자를 포함할 수 있다. 예를 들어, 베마이트 알루미늄은 평균 입자 크기 분포가 2 내지 750 nm일 수 있다. 나노튜브는 최대 1 센티미터 길이의 구조를 포함할 수 있으며, 대안적으로 입자 직경이 약 2 내지 약 50 나노미터일 수 있다.

[0042] 본 발명의 구성물에 사용하기 적합한 나노입자는 실질적으로 형상이 구형일 수 있으며, 평균 입자 직경이 약 750 나노미터 미만이며, 화학 조성이 실질적으로 무기성이다. 나노입자는 실리카와 같은 단일 산화물을 본질적으로 포함할 수 있거나 또는 다른 유형의 산화물이 위에 침착되는 어느 한 유형의 산화물의 코어(또는 금속 산화물 외의 다른 재료의 코어)를 포함할 수 있다. 일반적으로, 나노입자는 또한 크기(평균 입자 직경)가 약 2 나노미터 내지 약 750 나노미터, 약 2 나노미터 내지 약 500 나노미터, 약 10 나노미터 내지 약 300 나노미터, 또는 약 10 나노미터 내지 약 100 나노미터 범위일 수 있으며, 5 내지 500 나노미터의 임의의 범위의 크기 범위일 수 있다. 나노입자가 주어진 평균 입자 크기 주변에 비교적 좁은 입자 크기 분포를 갖는 것이 또한 바람직하다.

[0043] 일부 계층화 점토 광물 및 무기 금속 산화물은 나노입자의 예일 수 있으며, 또한 본 명세서에서 "나노점토"로 불린다. 본 발명에 사용하기 적합한 계층화 점토 광물은 스멕타이트, 카올린, 일라이트, 클로라이트, 아타풀가이트 및 혼합 층 점토의 지질학적 부류 내의 것들을 포함한다. 이들 부류에 속하는 구체적인 점토의 전형적인 예는 스멕티스, 카올린, 일라이트, 클로라이트, 아타풀가이트 및 혼합 층 점토이다. 스멕타이트는, 예를 들어 몬트모릴로나이트, 벤토나이트, 파이로필라이트, 헥토라이트, 사포나이트, 사우코나이트, 논트로나이트, 활석, 베이텔라이트, 볼콘스코이트 및 질석을 포함한다. 카올린은 카올리나이트, 디카이트, 내크라이트, 안티고라이트, 아녹자이트, 할로이사이트, 인텔라이트 및 크리스타일을 포함한다. 일라이트는 브라베이사이트, 백운모, 파라고나이트, 금운모 및 흑운모를 포함한다. 클로라이트는 코펜사이트, 페니나이트, 돈바사이트, 수도이트, 페닌 및 클리노클로어를 포함한다. 아타풀가이트는 세피올라이트 및 폴리고르스카이트를 포함한다. 혼합층 점토는 알레바르다이트 및 베르미큘라이트바이오타이트를 포함한다. 이들 계층화 점토 광물의 변형 및 등정형 대체물은 독특한 응용을 제공한다.

[0044] 계층화 점토 광물은 천연 발생이거나 합성일 수 있다. 본 명세서에 사용되는 나노점토 입자의 한 가지 비제한적인 실시 형태의 일 예는 천연 또는 합성 헥토라이트, 몬트모릴로나이트 및 벤토나이트를 이용한다. 다른 실시 형태는 구매가능한 헥토라이트 점토를 이용하며, 상업적 헥토라이트의 전형적인 공급원은 미국의 서던 클레이 프로덕츠, 인크.(Southern Clay Products, Inc.)로부터의 라포나이트(LAPONITE)(등록상표); 미국의 알.티. 반데르빌트(R.T. Vanderbilt)로부터의 비굼 프로(Veegum Pro) 및 비굼 F; 및 미국의 내셔널 리드 컴프(National Read Comp)의 바로이드 디비전(Baroid Division)으로부터의 바라심(Barasym), 매칼로이드(Macaloids) 및 프로파로이드(Propaloid)이다.

[0045] 천연 점토 광물은 전형적으로 계층화 실리케이트 광물로서 존재하며 덜 빈번하게는 무정형 광물로서 존재한다. 계층화 실리케이트 광물은 2차원 네트워크 구조로 배열된 SiO_4 4면체 시트를 갖는다. 2:1 타입의 계층화 실리케이트 광물은 2개의 실리카 4면체 시트들 사이에 마그네슘 8면체 시트 또는 알루미늄 8면체 시트가 개재되어 있는 3층 구조를 가진 실리케이트 시트 여러 개 내지 수십 개의 라미네이팅된 구조를 갖는다. 일부 실시 형태에서, 나노섬유 조성물은 2:1 계층화 실리케이트 이외의 다른 유형의 (또는 제1 그룹의) 나노입자를 포함하는 복수의 나노입자를 포함하는 것이 바람직할 수 있다. 그러한 나노입자 그룹은 나노입자 유형을 말하며, 그러한 나노입자는 임의의 방식으로 나노섬유 조성물 전체에 분포될 수 있으며 함께 모여 있을 필요가 없음을 이해하여야 한다. 또한, 이들 실시 형태에서도, 나노섬유 조성물은 (두 번째 그룹의 나노입자를 포함할 수 있는) 2:1 계층화 실리케이트를 포함하는 나노입자 중 적어도 일부(가능하게는 비기능적 양)를 포함할 수 있다.

[0046] 용융 방사 공정을 통해 섬유 내로 나노입자를 직접 포함시킬 경우, 비교적 높은 농도의 박리된 점토를 함유한 나노복합체 조성물의 마스터배치가 제조되어 사용될 수 있다. 예를 들어 30 중량%의 박리된 점토를 함유하는 나노복합체 조성물 마스터배치가 사용될 수 있다. 만일 3 중량%의 박리된 점토를 가진 조성물이 필요하다면, 3 중량%를 함유한 조성물은 1중량부의 30% 마스터배치를 9 중량부의 "순수한" 폴리아미드와 혼합하여 제조될 수 있다. 혼합은 압출 가공에 의해 또는 대안적으로는 마스터배치와 "순수한" 폴리아미드를 공통 용매에서 공동 용해시킴으로써 중합체 용융물에서 이루어질 수 있다.

[0047] 그러한 마스터배치 조성물은 전형적인 용융 혼합 기술에 의해 이루어질 수 있다. 예를 들어, 성분들은 단축 또는 이축 압출기에 또는 반죽기에 첨가되어 정상적인 방식으로 혼합될 수 있다. 재료를 혼합한 후 그들은 편리한 취급을 위해 펠렛 또는 다른 입자로 형성(절단)될 수 있다. 스멕틱 점토(예를 들어, 몬트모릴로나이트)는, 만일 중합체와 더 상용성이 되면, 중합체 매트릭스에 걸쳐 개별 소판(platelet)으로서 가장 균질하게 분산되고

박리될 수 있다. 이는 중합체와 더 상용성인 알킬 암모늄 이온으로 몬트모릴로나이트 점토 내의 나트륨을 양이온 교환하거나, 또는, 예를 들어 그래프팅에 의해 중합체를 화학적으로 변경하여 그것을 점토와 더 상용성이 되도록 함으로써 이루어질 수 있다.

[0048] 점토의 층을 분리시키고 후속하여 그렇게 박리된 점토 소판을 용융물 내에 균일하게 분포시키기 위하여 중합체/점토 혼합물에 적절한 전단 응력을 인가하는 것이 필요하다. 압출기 스크류는 고전단 응력 및 어느 정도의 층 혼합을 가하도록 설계되어야 한다.

[0049] 용액 방사 공정에 의해 섬유 내로 직접 나노입자를 포함시킬 경우, 나노입자는 방사 전에 중합체 용액 내로 직접 포함될 수 있다. 그 경우에, 나노입자는 용액 내의 현탁액 또는 콜로이드를 형성한다. 계면활성제는 선택적으로 첨가되어 나노입자를 용액 내에 적절히 분산시키는 것을 보장할 수 있다. 입자의 충분한 분산을 달성하기 위하여 용액에 열 및 전단이 인가되는 것이 필요할 수 있으며, 당업자는 이 작업을 이루는 공정과 장치를 인식할 수 있을 것이다.

[0050] 이러한 방사된 상태 그대로의 나노웹은 전기방사(electrospinning), 예를 들어 고전적인 전기방사 또는 일렉트로블로잉(electroblowing)에 의해, 그리고 소정 환경에서는 멜트블로잉(meltblowing) 또는 기타 그러한 적합한 공정에 의해 유리하게 생성된 나노섬유를 주로 또는 나노섬유만을 포함한다. 나노섬유 및 부직포 매트(nonwoven mat)를 생성하기 위해 고전압이 용액 중의 중합체에 인가되는 고전적인 전기방사는 전체적으로 본 명세서에 포함되는 미국 특허 제4,127,706호에 예시된 기술이다. 그러나, 전기방사 공정에서의 총 처리량은 더 무거운 평량의 웹을 형성함에 있어서 상업적으로 실행가능하기에는 너무 낮다.

[0051] "일렉트로블로잉" 공정은 전체적으로 본 명세서에 참고로 포함되는 국제 특허 출원 공개 WO 03/080905호에 개시되어 있다. 중합체 및 용매를 포함하는 중합체 용액의 스트림이 저장 탱크로부터, 고전압이 인가되고 중합체 용액이 통과하여 배출되게 하는 방사구 내의 일련의 방사 노즐로 공급된다. 한편, 선택적으로 가열된 압축 공기가 방사 노즐의 측면 또는 주변부에 배치된 공기 노즐로부터 방출된다. 공기는 블로잉 기체 스트림으로서 대체로 하방으로 지향되며, 이 블로잉 기체 스트림은 새로 방출된 중합체 용액을 둘러싸서 전진시키고, 진공 챔버 위의 접지된 다공성 수집 벨트 상에 수집되는 섬유질 웹의 형성을 돕는다. 일렉트로블로잉 공정은 비교적 단 기간에 약 1 gsm을 초과하는, 심지어 약 40 gsm 이상만큼 높은 평량의 나노웹의 상업적 크기 및 수량을 형성하는 것을 가능하게 한다.

[0052] 나노웹은 또한 본 발명을 위해 원심 방사 공정에 의해 제조될 수 있다. 원심 방사는 적어도 하나의 중합체가 적어도 하나의 용매 중에 선택적으로 용해된 방사 용액 또는 용융물을, 오목한 내측 표면 및 전방 표면 배출 에지를 갖는 회전 원추형 노즐을 구비한 회전식 분무기에 공급하는 단계; 상기 방사 용액을 노즐의 배출 에지의 전방 표면을 향해 분배하도록 방사 용액을 회전식 분무기로부터 오목한 내측 표면을 따라 방출하는 단계; 및 전계의 존재 또는 부재 하에서 용매가 기화되어 중합체 섬유를 생성하는 동안 방사 용액으로부터 개별 섬유질 스트림을 형성하는 단계를 포함하는 섬유 형성 공정이다. 방사 용액을 회전식 분무기로부터 멀어지는 쪽으로 지향시키기 위해 형상화 유체가 노즐 둘레에서 유동할 수 있다. 섬유는 수집기 상으로 수집되어 섬유질 웹을 형성할 수 있다. 원심 방사 공정의 예는 그 전체가 참고로 본 명세서에 포함되는 출원 번호 제11/593,959호 및 제12/077,355호에서 알게 된다.

[0053] 기재 또는 스크림이 수집기 상에 배열되고, 기재 상에 방사된 나노섬유 웹을 수집 및 조합하여서, 조합된 섬유 웹은 고성능 필터, 와이퍼(wiper) 등으로서 사용되게 할 수 있다. 기재의 예에는 다양한 부직포 천, 예를 들어 멜트블로운 부직포 천, 니들-펀칭된(needle-punched) 또는 스펀레이싱된(spunlaced) 부직포 천, 직포 천, 편직포 천, 종이 등이 포함될 수 있으며, 나노섬유 층이 기재 상에 부가될 수 있는 한 제한 없이 사용될 수 있다. 부직포 천은 스펀본드 섬유, 드라이-레이드(dry-laid) 또는 웨트-레이드(wet-laid) 섬유, 셀룰로오스 섬유, 멜트 블로운 섬유, 유리 섬유, 또는 이들의 블렌드를 포함할 수 있다.

[0054] 본 발명에 따른 필터 매체 구조는 나노웹만을, 또는 제1 표면을 가진 투과성의 거친 섬유질 매체 또는 기재의 제1 층을 포함할 수 있다. 미세 섬유 매체의 제1 층은 투과성의 거친 섬유질 매체의 제1 층의 제1 표면에 고정된다. 바람직하게는 투과성의 거친 섬유질 재료의 제1 층은 평균 직경이 적어도 10 마이크로미터, 전형적으로는 그리고 바람직하게는 약 12 (또는 14) 내지 30 마이크로미터인 섬유를 포함한다. 또한 바람직하게는 투과성의 거친 섬유질 재료의 제1 층은 평량이 약 300 그램/미터² 이하, 바람직하게는 약 70 내지 270 g/m², 그리고 가장 바람직하게는 적어도 15 g/m²인 매체를 포함한다. 바람직하게는 투과성의 거친 섬유질 매체의 제1 층은 두께가 12 마이크로미터(0.0005 인치)이며, 전형적으로는 그리고 바람직하게는 약 25 내지 800 마이크로미터

(0.001 내지 0.030 인치)이다.

[0055] 본 발명에 따른 소정의 바람직한 장치는, 전체 필터 구성에서, 일반적으로 정의된 바와 같은 필터 매체를 포함한다. 그러한 사용을 위한 일부 바람직한 장치는 원통형의 주름진 구성으로 배열된 매체를 포함하는데, 주름은 일반적으로 종방향으로, 즉, 원통형 패턴의 종축과 동일한 방향으로 연장한다. 그러한 장치의 경우, 매체는 종래의 필터에서처럼, 말단 캡에 매립될 수 있다. 그러한 장치는 전형적인 종래의 목적을 위해, 원하면 상류 라이너와 하류 라이너를 포함할 수 있다.

[0056] 일부 응용에서, 본 발명에 따른 매체는 전체적인 여과 성능 또는 수명을 개선하기 위하여, 다른 매체 유형, 예를 들어 종래의 매체와 함께 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명에 따른 매체는 종래 매체에 라미네이팅되거나, 적층 배열체로 사용되거나, 또는 종래 매체의 하나 이상의 구역을 포함하는 매체 구조물 내로 포함(통합 특징부)될 수 있다. 이는 우수한 장입을 위하여, 그러한 매체의 상류에서 이용될 수 있고 그리고/또는 고효율 연마 필터로서, 종래 매체로부터의 하류에서 사용될 수 있다.

[0057] 본 발명에 따라, 여과 방법이 제공된다. 본 방법은 일반적으로, 여과를 위하여, 설명된 바와 같은 매체를 유리하게 이용하는 것을 포함한다. 본 발명에 따른 매체는 비교적 효율적인 시스템에서 비교적 긴 수명을 제공하기 위하여 필터 설계 분야의 당업자에 의해 구체적으로 구성되고 제작될 수 있다.

[0058] 실시예

[0059] 수분 시험

[0060] 필터 매체의 습윤 및 공기 유동 저항에서의 관련된 증가의 측정의 시뮬레이션은 17.8 센티미터 × 17.8 센티미터의 매체 샘플을 이용하는 것을 포함하였다. 주연부 둘레에 균일하게 이격된 10개의 내구성 있는 클램프를 이용하여 161.3 제곱센티미터의 압력 챔버 개구 위에 샘플을 고정하고 밀봉하였다. 이어서, 공기 배관을 저압 조절기에 연결하고 압력 챔버 내로의 공기유동을 3개의 별도의 유량계로 제어하였다. 대략 0 내지 100 리터/분의 측정 용량으로, 유량계는 공기가 압력 챔버 내로 들어가도록 하였다. 이어서, 0 mmH₂O와 1270 mmH₂O 사이를 측정하는 3개의 압력 게이지가 17.2 리터/분으로 설정된 공기 유동이 매체 샘플의 12.7 cm × 12.7 cm(5 인치 × 5 인치)의 정사각형 영역을 통과하려고 할 때 챔버 내의 압력을 나타냈다. 이러한 건조 샘플 압력 측정값을 초기압으로 기록하였다. 17.2 리터/분의 유속에 의해 생성된 면속도는 161.3 제곱센티미터의 매체 영역에 대해 대략 1.78 센티미터/초였으며 작업 가스 터빈 필터에서 발견되는 전형적인 면속도에 상응하였다. 6분의 기간 동안 55 내지 70 ml/min의 유속으로 압력 챔버 내부에 위치된 노즐로부터의 수분 미스트 분무를 샘플에 가한다. 수분 분무 개시시에, 샘플이 건조되어 대략 초기 건조 출발 압력으로 돌아갈 때까지 매 30초마다 압력을 측정하였다.

[0061] 실시예 1

[0062] 수분 시험 절차를 이용하여, 대략 2 g/m²의 나일론 6,6 일렉트로블로잉된 나노섬유와 대면하는 코오롱 인더스트리즈, 인크.(Kolon Industries, Inc.)에 의해 제조된 165 g/m² 스펠본드 폴리에스테르, 스타일 L2165로 이루어진 대조 샘플을 기준선 성능 데이터 세트로서 시험하였다. 동일한 기본 재료와 평량으로 가공되지만, 또한 상표명 EG-ST의 에틸렌 글리콜을 가진 니산 케미컬스(Nissan Chemicals)에 의해 제조된 실리카 나노입자의 첨가제를 20.7% 부피 농도로 함유하며 일렉트로블로잉된 나일론 6,6 나노섬유와 공동방사된 샘플에 대해 동일한 프로토콜을 이용한 후속 수분 시험을 실시하였다. 대략 2 g/m²의 나일론 6,6이 직경이 100 nm인 무정형 실리카 나노입자를 대략 3중량% 및 5 중량% 함유하도록 2가지 중량 농도의 EG-ST를 생성하였다. 표 1에 나타난 결과는 무정형 실리카 나노입자를 함유하지 않은 2 g/m²의 나일론 6,6 나노섬유와 165 g/m² 스펠본드 폴리에스테르의 대조 샘플과 비교하여 첨가된 무정형 실리카 나노입자의 농도와 관련된 개선을 입증한다. 무정형 실리카 나노입자가 첨가되지 않았던 구조의 스펠본드 PET 부분만의 압력 강하 기여를 분리하도록, 나일론 6,6 나노섬유 없이 코오롱 인더스트리즈, 인크.에 의해 제조된 165 g/m² 스펠본드 폴리에스테르, 스타일 L2165만의 성능이 또한 나타나 있다.

[0063] [표 1]

샘플	최대 ΔP	최대 ΔP 에 도달하는 시간
	(mmH ₂ O)	초
기본 165 g/m ² 스펀본드 PET	135	180
2 g/m ² 나일론 6,6 나노섬유를 가진 165 g/m ² 스펀본드 PET	241	360
3 중량% 무정형 실리카 나노입자를 함유한 2 g/m ² 나일론 6,6 나노섬유를 가진 165 g/m ² 스펀본드 PET	203	360
5 중량% 무정형 실리카 나노입자를 함유한 2 g/m ² 나일론 6,6 나노섬유를 가진 165 g/m ² 스펀본드 PET	130	210

[0064]

[0065] 실시예 2

[0066]

수분 시험 절차를 이용하여, 대략 2 g/m²의 나일론 6,6 일렉트로블로잉된 나노섬유와 대면하는 코오롱 인더스트리즈, 인크.(Kolon Industries, Inc.)에 의해 제조된 165 g/m² 스펀본드 폴리에스테르, 스타일 L2165로 이루어진 대조 샘플을 기준선 성능 데이터 세트로서 시험하였다. 동일한 기본 재료와 평량으로 가공되지만, 또한 상표명 MEK-ST의 메틸렌 클로라이드를 가진 니산 케미칼스에 의해 제조된 실리카 나노입자의 첨가제를 30.5% 부피 농도로 함유하며 일렉트로블로잉된 나일론 6,6 나노섬유와 공동방사된 샘플에 대해 동일한 프로토콜을 이용한 후속 수분 시험을 실시하였다. 대략 2 g/m²의 나일론 6,6이 직경이 100 nm인 무정형 실리카 나노입자를 대략 1 중량%, 3중량% 및 5 중량% 함유하도록 3가지 중량 농도의 MEK-ST를 생성하였다. 표 2에 나타난 결과는 무정형 실리카 나노입자를 함유하지 않은 2 g/m²의 나일론 6,6 나노섬유와 165 g/m² 스펀본드 폴리에스테르의 대조 샘플과 비교하여 첨가된 무정형 실리카 나노입자의 농도에 관련된 개선을 입증한다. 무정형 실리카 나노입자가 첨가되지 않았던 구조의 스펀본드 PET 부분만의 압력 강하 기여를 분리하도록, 나일론 6,6 나노섬유 없이 코오롱 인더스트리즈, 인크.에 의해 제조된 165 g/m² 스펀본드 폴리에스테르, 스타일 L2165만의 성능이 또한 나타나 있다.

[0067] [표 2]

샘플	최대 ΔP (mmH ₂ O)	최대 ΔP 에 도달하는 시간 초
기본 165 g/m ² 스펀본드 PET	135	180
2 gsm 나일론 6,6 나노섬유를 가진 165 gsm 스펀본드 PET	241	360
1 중량% 무정형 실리카 나노입자를 가진 2 gsm 나일론 6,6 나노섬유를 함유한 165 gsm 스펀본드 PET	137	360
3 중량% 무정형 실리카 나노입자를 가진 2 gsm 나일론 6,6 나노섬유를 함유한 165 gsm 스펀본드 PET	126	360
5 중량% 무정형 실리카 나노입자를 가진 2 gsm 나일론 6,6 나노섬유를 함유한 165 gsm 스펀본드 PET	127	360

[0068]