



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0136998
(43) 공개일자 2017년12월12일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 39/16 (2006.01) *B01D 63/08* (2006.01)
B01D 69/10 (2006.01) *B01D 71/32* (2006.01)
B01D 71/34 (2006.01) *D01F 8/00* (2006.01)
D04H 1/4318 (2012.01) *D04H 1/54* (2006.01)
D04H 1/728 (2012.01)
- (52) CPC특허분류
B01D 39/1607 (2013.01)
B01D 63/08 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-0068484
- (22) 출원일자 2017년06월01일
 심사청구일자 2017년06월01일
- (30) 우선권주장
 1020160069040 2016년06월02일 대한민국(KR)

- (71) 출원인
 주식회사 아모그린텍
 경기도 김포시 통진읍 김포대로1950번길 91
- (72) 발명자
 정의영
 인천광역시 남동구 백범로294번길 16, 201동 190
 3호 (간석동, 간석LH2단지)
- 서인용
 서울특별시 중랑구 면목로72길 66, 가동 402호(면
 목동, 현대하이츠빌라)
- (74) 대리인
 특허법인이름리온

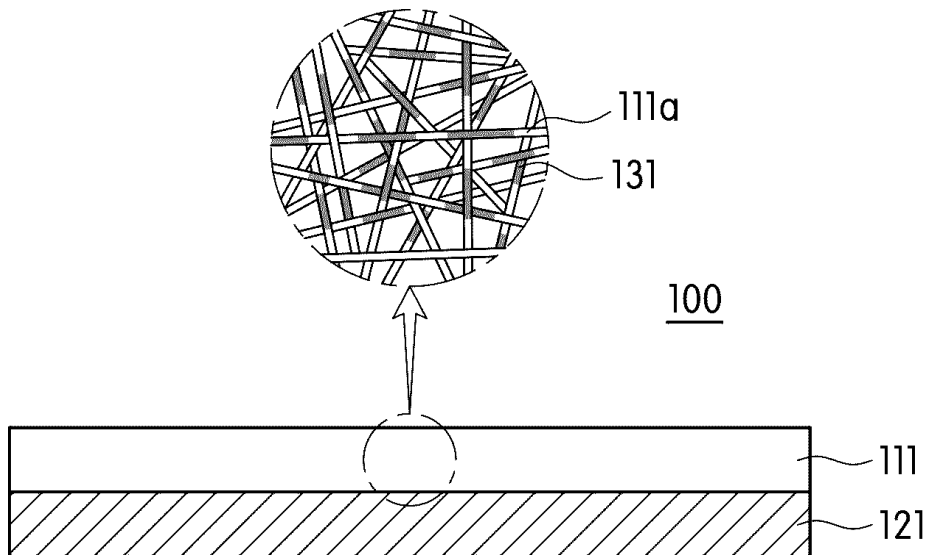
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **필터여재, 이의 제조방법 및 이를 포함하는 필터모듈**

(57) 요약

필터여재가 제공된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 필터여재는 나노섬유를 포함하는 3차원 네트워크 구조의 섬유 웹층, 및 상기 나노섬유의 외부면 적어도 일부를 피복하는 친수성 코팅층;을 포함하여 구현된다. 이에 의하면, 필터여재의 향상된 친수성으로 유량이 현저히 증가할 수 있다. 또한, 향상된 친수성이 오랜 기간 유지됨에 따라서 사용주기가 현저히 연장될 수 있다. 나아가, 친수화 과정에서 여재의 기공구조의 변경이 최소화됨에 따라서 초도에 설계한 여재의 물성이 온전히 발현될 수 있음에 따라서 내화학성, 우수한 수투과도 및 내구성을 갖는 필터여재를 통하여 수처리 분야에서 다양하게 응용될 수 있다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류

B01D 69/10 (2013.01)

B01D 71/32 (2013.01)

B01D 71/34 (2013.01)

D01F 8/00 (2013.01)

D04H 1/4318 (2013.01)

D04H 1/54 (2013.01)

D04H 1/728 (2013.01)

B01D 2239/025 (2013.01)

B01D 2239/0471 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

나노섬유를 포함하는 3차원 네트워크 구조의 섬유웹층; 및
상기 나노섬유의 외부면 적어도 일부를 피복하는 친수성 코팅층;을 포함하는 필터여재.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 섬유웹층의 적어도 일면 상에 배치되는 지지체를 더 구비하는 필터여재.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 지지체는 지지성분 및 저용점 성분을 포함하여 상기 저용점 성분의 적어도 일부가 외부면에 노출되도록 배치된 복합섬유를 구비하고, 상기 복합섬유의 저용점 성분이 섬유웹에 열융착된 필터여재.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 나노섬유는 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)계, 테트라플루오로에틸렌-퍼플루오로알킬 비닐 에테르 공중합체(PFA)계, 테트라플루오로에틸렌-헥사플루오로프로필렌 공중합체(FEP)계, 테트라플루오로에틸렌-헥사플루오로프로필렌-퍼플루오로알킬 비닐 에테르 공중합체(EPE)계, 테트라플루오로에틸렌-에틸렌 공중합체(ETFE)계, 폴리클로로트리플루오로에틸렌(PCTFE)계, 클로로트리플루오로에틸렌-에틸렌 공중합체(ECTFE)계 및 폴리비닐리덴플루오라이드(PVDF)계로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 불소계 화합물을 포함하는 필터여재.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 섬유웹은 평균공경이 0.1 ~ 5 μ m이고, 기공도가 40 ~ 90%인 필터여재.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 나노섬유는 직경이 0.05 ~ 2 μ m인 필터여재.

청구항 7

제1항에 있어서,
상기 친수성 코팅층은 히드록시기를 구비하는 친수성 고분자화합물과 카르복시기를 구비하는 가교제가 가교되어 형성된 필터여재.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 가교제는 적어도 3개 이상의 카르복시기를 포함하는 필터여재.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 친수성 고분자화합물은 중량평균분자량이 20,000 ~ 100,000이고, 검화도가 85 ~ 90%인 폴리비닐알코올을 포함하는 필터여재.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 친수성 코팅층은 섬유웹 단위면적(m²)당 0.1 ~ 2g 포함되도록 나노섬유를 피복하는 필터여재.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 친수성 고분자화합물은 폴리비닐알코올이며, 상기 친수성 코팅층은 폴리비닐알코올 100 중량부에 대하여 가교제를 5 ~ 20 중량부 포함하여 형성된 필터여재.

청구항 12

제1항에 있어서,

노출된 상기 섬유웹층 표면 내 임의의 서로 다른 5개 지점에 대한 평균 초기 젖음각은 40° 이하이며, 5개 지점에 대한 초기 젖음각의 평균편차가 7° 이하인 필터여재.

청구항 13

- (1) 나노섬유를 포함하는 3차원 네트워크 구조의 섬유웹층을 형성하는 단계; 및
- (2) 상기 섬유웹층에 친수성 코팅조성물을 처리하여 친수성 코팅층을 형성시키는 단계;를 포함하는 필터여재 제조방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 (1) 단계의 섬유웹층은 방사용액을 지지체 상에 전기방사 하여 형성되는 필터여재 제조방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

적층된 지지체 및 섬유웹층에 열 및 압력 중 어느 하나 이상을 가하여 지지체 및 섬유웹층을 열융착시키는 단계를 더 포함하는 필터여재 제조방법.

청구항 16

제13항에 있어서,

상기 친수성 코팅조성물에는 나노섬유 외부면에 친수성 코팅층의 형성성을 향상시키는 젖음성 개선제를 더 포함하며,

상기 젖음성 개선제는 이소프로필알코올, 에틸알코올 및 메틸알코올로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하는 필터여재 제조방법.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 친수성 코팅조성물은 친수성 고분자화합물로서 폴리비닐알코올(PVA)을 포함하며, 상기 폴리비닐알코올 100 중량부에 대하여 카르복시기를 포함하는 가교제를 5 ~ 20 중량부로 포함하는 필터여재 제조방법.

청구항 18

제13항에 있어서,

상기 친수성 코팅조성물은 친수성 고분자화합물로서 폴리비닐알코올(PVA)을 0.3 ~ 1중량%로 포함하는 필터여재 제조방법.

청구항 19

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 따른 필터여재를 포함하는 필터모듈.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 필터여재는 평막 또는 절곡된 원통형 형상으로 구비되는 필터모듈.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 필터여재에 관한 것이며, 더욱 상세하게는 우수한 수투과도를 갖는 동시에 내구성이 우수한 필터여재, 이의 제조방법 및 이를 포함하는 필터모듈에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 분리막은 기공크기에 따라 정밀 여과막(MF), 한외 여과막(UF), 나노분리막(NF) 또는 역삼투막(RO)으로 분류될 수 있다.

[0003] 상기 예시되는 분리막들은 용도, 기공의 크기 차이점을 가지고 있지만, 공통적으로 섬유로부터 형성된 여과매체 또는 다공성 고분자 여과매체이거나 이들이 복합화된 막의 형태를 가진다는 공통점이 있다.

[0004] 상기 다공성 고분자 여과매체는 고분자 막 또는 고분자 증공사 내부에 형성되는 기공을 조액에 포함된 별도의 기공형성제를 통해서 상기 기공형성제를 소결시키거나 외부응고액에 용해시키는 등의 방법을 통해 형성시키는 것이 일반적이다. 이에 반하여 상기 섬유로부터 형성된 여과매체는 제조된 단섬유를 축적시킨 후 열/압력 등을 가하여 제조하거나 방사와 동시에 열/압력 등을 가하여 제조되는 것이 일반적이다.

[0005] 상기 섬유로부터 형성된 여과매체의 대표적인 예가 부직포인데, 통상적으로 부직포의 기공은 단섬유의 직경, 매체의 평량 등으로 조절된다. 그러나 일반적인 부직포에 포함되는 단섬유의 직경은 마이크로 단위임에 따라 섬유의 직경, 평량을 조절하는 것만으로는 미세하고 균일한 기공구조를 가지는 분리막을 구현에 한계가 있었고, 이에 따라 통상의 부직포만으로는 정밀여과막 정도의 여과능을 갖는 분리막만 구현가능하고 그 보다 미세한 입자를 여과하기 위한 한외여과막, 나노분리막과 같은 여과능을 갖는 분리막은 구현되기 어려웠다.

[0006] 이를 해결하기 위해 고안된 방법이 섬유의 직경이 나노단위인 극세섬유를 통해 제조된 분리막이다. 다만, 직경이 나노단위인 극세섬유는 일반적인 습식방사와 같은 섬유방사공정으로는 단 1회의 방사만으로 제조되기 어렵고, 해도사 등으로 방사된 후 해성분을 별도로 용출시켜 극세섬유인 도성분을 수득해야 하는 번거로움, 비용상승, 생산시간의 연장 문제가 있다. 이에 따라 최근에는 전기방사를 통해 직경이 나노단위인 섬유를 직접 방사하여 섬유로부터 형성된 여과매체를 많이 제조하고 있는 추세에 있다.

[0007] 한편, 수처리 용도에 적합하기 위한 물성 중 하나는 유량인데, 상기 유량은 분리막의 기공도, 공경, 기공구조뿐만 아니라, 분리막의 재질의 친수성 정도에 영향을 받으며, 친수성이 부족한 재질의 분리막의 경우 막 표면을 플라즈마 처리, 친수성기로 표면개질, 별도의 친수성층을 코팅하는 등의 방법을 통해 유량을 향상시켜 왔다.

[0008] 그러나 분리막의 재질이 소수성이 강한 경우 물과 같은 코팅조성물의 투과력이 좋지 못하며, 친수성이 향상되도록 소수성의 분리막을 개질시키는 경우에도 목적하는 수준까지 유량을 증가시킬 수 없고, 개질되어 구비된 친수성도 수처리 중 쉽게 손실되어 초기 유량을 지속적으로 발현하기 어려운 문제가 있다.

[0009] 또한, 목적하는 유량 및 분리효율을 달성하기 위하여 초도에 설계한 분리막의 기공구조, 즉, 기공도와 공경 크기가 친수화 되는 과정에서 변경될 수 있어서 초도에 설계한 수준의 유량 및 분리효율을 발현하지 못할 수 있다.

[0010] 이에 따라서 분리막의 친수성을 향상시켜 유량을 현저히 증가시키면서도 분리막 자체의 기공구조의 변경을 최소화하고, 내구성을 보유해 오랜기간 친수성이 유지될 수 있는 분리막의 개발이 시급한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제10-0871440호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명은 상기와 같은 점을 감안하여 안출한 것으로, 분리막의 친수성을 높여 유량이 현저히 증가한 필터여재 및 이의 제조방법을 제공하는데 목적이 있다.
- [0013] 또한, 본 발명은 친수성이 오랜기간 유지됨에 따라서 사용주기가 현저히 연장된 필터여재 및 이의 제조방법을 제공하는데 다른 목적이 있다.
- [0014] 나아가, 본 발명은 친수화 과정에서 여재의 기공구조의 변경이 최소화됨에 따라서 초도에 설계한 여재의 물성이 온전히 발현될 수 있는 필터여재 및 이의 제조방법을 제공하는데 또 다른 목적이 있다.
- [0015] 더불어, 본 발명은 내화학적, 우수한 수투과도 및 내구성을 갖는 필터여재를 통하여 수처리 분야에서 다양하게 응용될 수 있는 필터모듈을 제공하는데 또 다른 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0016] 상술한 과제를 해결하기 위하여 본 발명은 나노섬유를 포함하는 3차원 네트워크 구조의 섬유웹층, 및 상기 나노섬유의 외부면 적어도 일부를 피복하는 친수성 코팅층을 포함하는 필터여재를 제공한다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 섬유웹층의 적어도 일면 상에 배치되는 지지체를 더 구비할 수 있고, 상기 지지체는 부직포, 직물 및 편물 중 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 지지체는 지지성분 및 저융점 성분을 포함하여 상기 저융점 성분의 적어도 일부가 외부면에 노출되도록 배치된 복합섬유를 구비하고, 상기 복합섬유의 저융점 성분이 섬유웹에 열융착될 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 나노섬유는 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)계, 테트라플루오로에틸렌-퍼플루오로알킬 비닐 에테르 공중합체(PFA)계, 테트라플루오로에틸렌-헥사플루오로프로필렌 공중합체(FEP)계, 테트라플루오로에틸렌-헥사플루오로프로필렌-퍼플루오로알킬 비닐 에테르 공중합체(EPE)계, 테트라플루오로에틸렌-에틸렌 공중합체(ETFE)계, 폴리클로로트리플루오로에틸렌(PCTFE)계, 클로로트리플루오로에틸렌-에틸렌 공중합체(ECTFE)계 및 폴리비닐리덴 플루오라이드(PVDF)계로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 불소계 화합물을 포함할 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 섬유웹은 평균공경이 0.1 ~ 5 μ m이고, 기공도가 40 ~ 90%일 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 나노섬유는 직경이 0.05 ~ 2 μ m 일 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 친수성 코팅층은 히드록시기를 구비하는 친수성 고분자화합물과 카르복시기를 구비하는 가교제가 가교되어 형성된 것일 수 있다. 보다 바람직하게는 상기 히드록시기를 구비한 친수성 고분자화합물은 중량평균분자량이 20,000 ~ 100,000이고, 검화도가 85 ~ 90%인 폴리비닐알코올 일 수 있다. 또한, 상기 가교제는 적어도 3개 이상의 카르복시기를 포함할 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 친수성 고분자화합물은 폴리비닐알코올이며, 상기 친수성 코팅층은 폴리비닐알코올 100 중량부에 대하여 가교제를 5 ~ 20 중량부 포함하여 형성될 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 불소계화합물은 중량평균분자량이 300,000 ~ 600,000인 폴리비닐리덴플루오라이드 (PVDF)일 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 친수성 코팅층은 섬유웹 단위면적(m^2)당 0.1 ~ 2g 포함되도록 나노섬유를 피복할 수 있다.
- [0026] 또한, 상기 가교제는 폴리(아크릴산-말레산), 폴리(아크릴산 및 폴리(스티렌술폰산-말레산)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0027] 또한, 노출된 상기 섬유웹층 표면 내 임의의 서로 다른 5개 지점에 대한 평균 초기 젖음각은 40° 이하이며, 5

개 지점에 대한 초기 젖음각의 평균편차가 7° 이하일 수 있다.

- [0029] 또한, 본 발명은 (1) 나노섬유를 포함하는 3차원 네트워크 구조의 섬유웹층을 형성하는 단계, 및 (2) 상기 섬유 웹층에 친수성 코팅조성물을 처리하여 친수성 코팅층을 형성시키는 단계를 포함하는 필터여재 제조방법을 제공한다.
- [0030] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 (1) 단계의 섬유웹층은 방사용액을 지지체 상에 전기방사 하여 형성될 수 있다.
- [0031] 또한, 상기 (1) 단계는 적층된 지지체 및 섬유웹층에 열 및 압력 중 어느 하나 이상을 가하여 지지체 및 섬유웹층을 열융착시키는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0032] 또한, 상기 친수성 코팅조성물은 친수성 고분자화합물로서 폴리비닐알코올(PVA)을 포함하며, 상기 폴리비닐알코올 100 중량부에 대하여 카르복시기를 포함하는 가교제 5 ~ 20 중량부로 포함할 수 있다.
- [0033] 또한, 상기 친수성 코팅조성물은 친수성 고분자화합물로서 폴리비닐알코올(PVA)을 0.3 ~ 1중량%로 포함할 수 있다.
- [0034] 또한, 상기 (2) 단계는 2-1) 상기 섬유웹층에 친수성 코팅조성물을 처리하는 단계, 및 2-2) 친수성 코팅조성물이 처리된 섬유웹층을 열처리하여 친수성 코팅층을 형성시키는 단계를 포함하여 수행될 수 있다.
- [0035] 또한, 상기 친수성 코팅조성물에는 나노섬유 외부면에 친수성 코팅층의 형성성을 향상시키는 젖음성 개선제를 더 포함할 수 있다. 또한, 상기 친수성 코팅조성물은 이소프로필알코올, 에틸알코올 및 메틸알코올로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.
- [0037] 또한, 본 발명은 본 발명에 따른 필터여재를 포함하는 필터모듈을 제공한다.
- [0038] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 필터여재는 평막 또는 절곡된 원통형 형상으로 구비될 수 있다.

발명의 효과

- [0039] 본 발명에 의하면, 필터여재의 향상된 친수성으로 유량이 현저히 증가할 수 있다. 또한, 향상된 친수성이 오랜 기간 유지됨에 따라서 사용주기가 현저히 연장될 수 있다. 나아가, 친수화 과정에서 여재의 기공구조 변경이 최소화됨에 따라서 초도에 설계한 여재의 물성이 온전히 발현될 수 있음에 따라서 수처리 분야에서 다양하게 응용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0040] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 일 실시예에 의한 필터여재의 단면도로서, 도 1a는 필터여재의 단면 및 섬유웹층의 부분확대 모식도를 나타낸 도면이고, 도 1b는 필터여재의 단면 SEM 사진을 나타낸 도면,
 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 포함되는 섬유웹층에 대한 사진으로서, 도 2a는 섬유웹층의 표면 SEM 사진, 도 2b는 섬유웹층의 단면 SEM사진,
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 포함되는 섬유웹층의 공경분포에 대한 그래프,
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 포함되는 섬유웹층에 구비된 나노섬유의 섬도분포에 대한 그래프,
 도 5는 본 발명의 일 실시예에 의한 평막으로 필터여재를 구비하는 필터모듈의 사시도, 그리고
 도 6은 본 발명의 일 실시예에 의한 절곡구조로 필터여재를 구비하는 필터모듈의 분해사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0041] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 부가한다.

- [0042] 도 1에 도시된 것과 같이, 본 발명의 일 실시예에 의한 필터여재(100)는 3차원 네트워크 구조의 섬유웹층(111)과 상기 섬유웹층(111)을 형성하는 나노섬유(111a)의 외부면 적어도 일부를 피복하는 친수성 코팅층(131)을 포함하여 구현되고, 상기 필터여재(100)는 섬유웹층(111)의 일면 상에 배치된 지지체(121)를 더 포함할 수 있다.
- [0044] 상기 지지체(121)는 나노섬유를 포함한 섬유웹층(111)의 기계적 강도를 보완하는 층으로써, 통상적으로 필터여재의 지지체 역할을 수행하는 것이라면 특별한 제한은 없으나, 그 형상에 있어서는 바람직하게는 직물, 편물 또는 부직포일 수 있다. 상기 직물은 직물에 포함되는 섬유가 종횡의 방향성이 있는 것을 의미하며, 구체적인 조직은 평직, 능직 등일 수 있고, 이때, 경사와 위사의 밀도는 특별히 한정하지 않는다. 또한, 상기 편물은 공지의 니트조직일 수 있으며, 위편물, 경편물 등일 수 있으나 이에 대해서는 특별히 한정하지 않는다. 또한, 상기 부직포는 포함되는 섬유에 종횡의 방향성이 없는 것을 의미하고, 케미컬본딩 부직포, 썬본딩 부직포, 에어레이 부직포 등의 건식부직포나 습식부직포, 스판레스 부직포, 니들펀칭 부직포 또는 멜트블로운과 같은 공지된 부직포를 사용할 수 있으며, 부직포의 공경, 기공율, 평량 등은 목적하는 수투과도, 여과효율, 기계적 강도에 따라 달라질 수 있어서 본 발명은 이에 대해 특별히 한정하지 않는다.
- [0045] 상기 지지체(121)는 그 재질에 있어서도 제한은 없다. 이에 대한 비제한적인 예로써, 바람직하게는 폴리에스테르, 폴리프로필렌, 나일론 및 폴리에틸렌으로 이루어진 군에서 선택되는 합성섬유; 또는 셀룰로오스계를 포함하는 천연섬유가 사용될 수 있다. 다만, 후술하는 섬유웹층(111)과의 결합력 향상을 통한 필터여재의 수처리 공정 적용 중 지지체와 섬유웹층 간의 분리를 방지하고, 별도의 접착성분 사용에 따른 수투과도 저하, 환경오염, 여과액의 오염 등의 문제점을 방지하기 위하여 상기 지지체(121)는 지지성분 및 저융점 성분을 포함하여 상기 저융점 성분의 적어도 일부가 외부면에 노출되도록 배치된 복합섬유를 구비할 수 있고, 상기 저융점 성분을 통해 섬유웹층(111)과 열융착이 가능할 수 있다. 상기 저융점 성분은 공지된 것일 수 있고, 일례로써 저융점 폴리에스테르, 저융점 폴리에틸렌 등의 저융점 고분자화합물일 수 있다. 보다 바람직하게는 상기 저융점 고분자화합물이 섬유의 외부면에 전부 노출되도록 배치되는 것이 좋다. 이에 대한 일례로, 상기 지지체(121)를 형성하는 섬유는 저융점 폴리에스테르를 초부로 하고, 폴리에틸렌테레프탈레이트를 심부로 하는 폴리에스테르계 저융점 복합섬유 및/또는 저융점 폴리에틸렌을 초부로 하고, 폴리프로필렌을 심부로 하는 폴리올레핀계 저융점 복합섬유일 수 있다. 한편, 지지체(121)에 구비되는 복합섬유를 폴리올레핀계 저융점 복합섬유를 선택할 경우 섬유웹층(111)과의 밀착력이 더 우수할 수 있고, 이를 통해 필터여재에 유입되는 원수의 압력에 의해 필터여재가 유동하는 경우에도 박리가 방지되는 이점이 있다. 한편, 상기 저융점 성분의 융점은 60 ~ 180℃일 수 있다. 또한, 상기 지지체(121)를 형성하는 복합섬유의 평균직경은 5 ~ 30 μ m일 수 있다.
- [0046] 또한, 상기 지지체(121)의 두께는 0.05 ~ 0.5mm일 수 있고, 일례로 180 μ m일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 상기 지지체(121)는 평균공경이 20 ~ 100 μ m일 수 있으며, 기공도는 50 ~ 90%일 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니며, 후술하는 섬유웹층(111)을 지지하여 목적하는 수준의 기계적 강도를 발현시킴과 동시에 섬유웹층(111)을 통한 여과액 또는 섬유웹층(111)으로 공급되는 코팅조성물의 흐름을 저해시키지 않을 정도의 기공도 및 공경크기이면 제한이 없다.
- [0047] 도 1a는 상기 지지체(121) 1개가 섬유웹층(111) 일면에 배치된 필터여재 구조를 개시하고 있으나, 도 1a와 다르게 지지체는 섬유웹층의 양면에 구비될 수 있고, 또는 지지체의 양면 각각에 섬유웹층이 구비될 수도 있으며, 제1지지체의 양면에 제2지지체가 배치되고, 상기 제2지지체의 노출된 일면 각각에 섬유웹층이 구비되는 등 지지체와 섬유웹층이 조합된 다양한 구조의 필터여재가 구현될 수 있음을 밝혀둔다.
- [0049] 다음으로 상기 섬유웹층(111)은 도 1a, 도 2a 및 도 2b에 도시된 것과 같이 나노섬유(111a)를 포함하여 형성된 3차원 네트워크 구조를 가진다.
- [0050] 상기 나노섬유(111a)는 섬유 형상으로 성형 및 유지가 가능한 공지된 고분자화합물일 수 있고, 이에 대한 비제한적인 예로써, 폴리우레탄, 폴리에스테르, 폴리올레핀, 폴리아미드 및 불소계 화합물 등을 단독 또는 2종 이상 포함할 수 있다. 바람직하게는 상기 나노섬유(111a)는 불소계 화합물을 포함함을 통하여 보다 향상된 내화학적 및 내열성을 발현할 수 있다. 또한, 이를 통해 원수가 강산/강염기의 용액이거나 온도가 높은 용액일지라도 필터여재의 물성 변화 없이 목적하는 수준으로 여과효율 및 유량을 확보할 수 있는 이점이 있다. 상기 불소계 화합물은 나노섬유로 제조될 수 있는 공지된 불소계 화합물의 경우 제한 없이 사용될 수 있다. 이에 대한 일례로, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)계, 테트라플루오로에틸렌-퍼플루오로알킬 비닐 에테르 공중합체(PFA)계, 테트

라플루오로에틸렌-헥사플루오로프로필렌 공중합체(FEP)계, 테트라플루오로에틸렌-헥사플루오로프로필렌-퍼플루오로알킬 비닐 에테르 공중합체(EPE)계, 테트라플루오로에틸렌-에틸렌 공중합체(ETFE)계, 폴리클로로트리플루오로에틸렌(PCTFE)계, 클로로트리플루오로에틸렌-에틸렌 공중합체(ECTFE)계 및 폴리비닐리덴플루오라이드(PVDF)계로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 화합물을 포함할 수 있고, 보다 바람직하게는 제조 단가가 낮고 전기방사를 통하여 나노섬유의 대량생산이 용이하며, 기계적 강도 및 내화학성이 우수한 측면에서 폴리비닐리덴플루오라이드(PVDF)일 수 있다. 이때, 상기 나노섬유(111a)가 섬유형성성분으로 PVDF를 포함할 경우 상기 PVDF의 중량평균분자량은 10,000 ~ 1,000,000일 수 있고, 바람직하게는 300,000 ~ 600,000일 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다.

[0051] 또한, 상기 나노섬유(111a)는 평균직경이 0.05 ~ 2 μ m이고, 종횡비는 1000 ~ 100000일 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 섬유웹층(111)에 구비된 나노섬유(111a)는 직경이 0.1 ~ 0.2 μ m인 제1나노섬유군, 직경이 0.2 ~ 0.3 μ m인 제2나노섬유군 및 직경이 0.3 ~ 0.4 μ m인 제3나노섬유군을 전체 섬유웹층(111) 중량에 대하여 각각 30 ~ 40 중량%, 50 ~ 60 중량% 및 5 ~ 15 중량%를 포함할 수 있고, 일례로, 전체 섬유웹층(111)의 중량에 대하여 각각 35 중량%, 53 중량%, 12중량%로 포함할 수 있으며, 이를 통해 보다 공경구조가 균일한 섬유웹층을 구현하기에 유리할 수 있다.

[0052] 상술한 나노섬유(111a)를 포함하여 형성된 3차원 네트워크 구조의 섬유웹층(111)의 두께는 0.5 ~ 200 μ m로 형성될 수 있고, 일례로 20 μ m일 수 있다. 상기 섬유웹층(111)의 기공도는 40 ~ 90%이고, 평균공경은 0.1 ~ 5 μ m일 수 있으며, 평량은 0.05 ~ 100g/m²일 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니며, 목적하는 수투과도 및 여과효율을 고려하여 적절히 변경될 수 있다.

[0053] 또한, 상기 섬유웹층은 한층 이상으로 필터여제에 구비될 수도 있고, 이때 각 섬유웹층의 기공도, 공경, 평량 및/또는 두께 등은 상이할 수 있다.

[0055] 다음으로, 상술한 나노섬유(111a) 외부면의 적어도 일부를 피복하는 친수성 코팅층(131)에 대하여 설명한다.

[0056] 상기 나노섬유(111a)는 선택되는 재질에 따라서 친수성이 낮을 수 있고, 상술한 것과 같이 내열성, 내화학성을 위하여 불소계 화합물을 포함할 경우, 나노섬유의 소수성이 매우 커져서 친수성인 원수에 대해서는 유량이 현저히 저하될 수 있다.

[0057] 한편, 이를 해결하고자 불소계 화합물을 포함하는 나노섬유 표면에 친수성 코팅을 하더라도 소수성의 나노섬유 표면상에 친수성 물질이 가해지는 것임에 따라서 코팅층이 잘 형성되지 않고, 형성되더라도 쉽게 벗겨져 내구성이 좋지 않은 문제가 있다. 또한, 친수성 코팅층을 두껍게 형성시킬 경우 섬유웹층의 기공구조가 변경되어 초도에 설계된 섬유웹층의 물성을 온전히 발현시키지 못할 수 있는 문제가 있다. 나아가 이를 해결하고자 섬유형성성분에 친수성 성분과 불소계 화합물을 혼합하여 구현된 나노섬유의 경우 이중의 성질로 인해 화합물 간 혼화성이 적어서 전기방사 시 나노섬유로 제조되기 어렵거나 제조된 나노섬유의 기계적 강도가 현저히 약해 필터여제로 사용되기 어려운 문제가 있다.

[0058] 이에 본 발명에서는 친수성의 향상을 위해 나노섬유를 피복하는 친수성 코팅층을 구비하며, 바람직하게는 상기 친수화코팅층(131)은 히드록시기를 구비하는 친수성고분자를 포함하여 형성되거나 상기 친수성고분자가 가교제를 통해 가교되어 형성된 것일 수 있다. 일례로, 상기 친수성고분자는 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol,PVA), 에틸렌비닐알코올(Ethylenevinyl alcohol,EVOH), 알긴산 나트륨(Sodium alginate) 등의 단독 또는 혼합 형태일 수 있으며, 가장 바람직하게는 폴리비닐알코올(PVA)일 수 있다. 또한, 상기 가교제는 상기 친수성고분자가 구비하는 히드록시기와 축합반응 등을 통하여 가교될 수 있는 관능기를 구비한 공지된 가교제의 경우 제한 없이 사용할 수 있다. 일례로, 상기 관능기는 히드록시기, 카르복시기 등일 수 있다.

[0059] 상기 친수화코팅층(131)은 보다 향상된 물성의 발현을 위하여 폴리비닐알코올(PVA) 및 카르복시기를 포함하는 가교제가 가교되어 형성될 수 있다. 이때, 상기 폴리비닐알코올은 보다 더 바람직하게 중합도가 500 ~ 2,000이고, 더욱 바람직하게는 중합도가 1,500 ~ 2,000일 수 있으며, 검화도가 85 ~ 90%인 것일 수 있다. 구체적으로 중량평균분자량이 20,000 ~ 100,000일 수 있고, 보다 바람직하게는 50,000 ~ 100,000일 수 있다. 만일 폴리비닐알코올의 중량평균분자량이 2만 미만일 경우 친수성 코팅층의 형성이 원활히 되지 않거나 형성되더라도 쉽게 벗겨질 수 있고, 친수도를 목적하는 수준까지 향상시키지 못할 수 있다. 또한, 중량평균분자량이 10만을 초과할 경우 친수성코팅층의 형성이 과도할 수 있으며, 이에 따라서 섬유웹층의 기공구조가 변경되거나 기공을 폐쇄시킬 수 있는 문제가 있다. 또한, 검화도가 85% 미만일 경우 친수성 코팅층 형성이 불안정할 수 있고, 친수성 향

상 정도가 미미할 수 있으며, 만일 검화도가 90%를 초과할 경우 폴리비닐알코올 분자간 수소결합이 강하여 고온에서도 용체에 용해되기 어렵거나 용해되더라도 완전용해가 어려워 친수성코팅층 형성용액 제조가 어려울 수 있고, 이로 인해 친수성코팅층의 형성이 제대로 안되거나 되더라도 불균일하게 친수성 코팅층이 형성되고 일부 기공을 폐쇄할 우려가 있는 등 목적하는 효과를 발현하지 못할 수 있다.

[0060] 상기 가교제는 상술한 폴리비닐알코올과 가교될 수 있도록 카르복시기를 함유하는 성분일 수 있다. 일례로, 상기 가교제는 폴리(아크릴산-말레산), 폴리아크릴산 및 폴리(스티렌술폰산-말레산)로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 물질을 포함할 수 있다. 또한, 나노섬유(111a) 표면이 소수성이 강한 경우에도 나노섬유 상에 형성된 친수성 코팅층의 코팅성/접착성 및 섬유웹층(111)의 기공구조의 변경이 없도록 매우 얇게 코팅되는 동시에 더욱 향상된 유량을 발현하기 위하여 상기 가교제는 적어도 3개 이상의 카르복시기를 포함하는 다관능성 가교제일 수 있다. 만일 가교제가 구비하는 카르복시기가 3개 미만일 경우 소수성인 나노섬유(111a)의 표면에 코팅층이 형성되기 어렵고, 형성되더라도 부착력이 매우 약해 쉽게 벗겨질 수 있는 문제가 있다. 일례로 카르복시기를 3개 이상 구비하는 가교제는 폴리(아크릴산-말레산)일 수 있으며, 보다 바람직하게는 중량평균분자량이 3000 ~ 8000인 폴리(아크릴산-말레산)일 수 있다.

[0061] 또한, 상기 친수성코팅층(131)은 상술한 폴리비닐알코올 100 중량부에 대해 카르복시기를 함유하는 가교제가 5 ~ 20 중량부, 보다 바람직하게는 10 ~ 20 중량부가 가교되어 형성될 수 있다. 만일 가교제가 5 중량부 미만으로 구비되는 경우 친수성 코팅층의 형성성이 저하될 수 있고, 내화학적 및 기계적 강도가 저하하는 문제가 있다. 또한, 가교제가 20 중량부를 초과하여 구비되는 경우 친수성 코팅 조성물 내에서 가교제 간의 엉킴이 발생함에 따라서 가교반응이 균일하게 일어나기 어려워짐에 따라서 코팅층이 불균일하게 형성될 수 있거나 또는 코팅층으로 인해 기공이 줄어 유량이 저하되는 문제가 있을 수 있다.

[0062] 한편, 상기 친수성코팅층(131)은 도 1a와 같이 나노섬유(111a)의 외부면 일부에 형성되거나 도 1a와 다르게 나노섬유의 외부면 전부에 형성될 수 있다. 이때, 상기 친수성 코팅층(131)은 섬유웹 단위면적(m²)당 0.1 ~ 2g 포함되도록 나노섬유를 피복될 수 있으며, 만일 친수성 코팅층이 섬유웹 단위면적(m²)당 0.1g 미만으로 피복되는 경우 목적하는 수준의 유량을 수득하기 어려울 수 있고, 친수성 코팅층이 섬유웹 단위면적(m²)당 2g을 초과할 경우 일부 기공을 폐쇄시키는 등 기공구조를 변경시켜 초도에 설계된 섬유웹층으로 목적하는 여과율/유량을 수득할 수 없을 수 있다.

[0063] 상술한 필터여재(100)는 섬유웹층(111) 내 나노섬유(111a) 외부면에 친수성 코팅층(131)이 구비되도록 개질됨에 따라서 노출된 섬유웹층 표면상의 임의의 서로 다른 5개 지점에서 초기 젖음각이 평균값이 40° 이하, 보다 더 바람직하게는 30° 이하일 수 있고, 보다 더욱 바람직하게는 20° 이하, 더욱 바람직하게는 12° 이하, 더욱 더 바람직하게는 5° 이하일 수 있으며, 이를 통해 소수성 재질의 섬유웹층임에도 불구하고 향상된 유량을 확보할 수 있는 이점이 있다. 상기 초기 젖음각이란 시료 상에 액적이 형성된 후 20초 내에 측정된 젖음각을 의미하며, 섬유웹층의 경우 다공성 구조로 인하여 표면에 초기에 형성된 액적이 기공을 통해 흘러 들어가면 젖음각이 작아지는 변동이 있을 수 있으므로 섬유웹층의 표면 친수화 정도는 초기 젖음각으로 평가함이 바람직하다. 한편, 액적이 생성된 후 시간이 지날수록 젖음각의 변동이 적거나 없는 것은 친수화 개질로 인하여 섬유웹층 표면의 기공이 폐쇄된 것을 의미하고, 이를 통해 친수화 개질로 인해 섬유웹층 초도에 설계된 기공구조가 변경되었음을 알 수 있다.

[0064] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 필터여재(100)는 섬유웹층(111)의 노출된 면의 위치별로 친수화 정도가 균일함에 따라서 평균 초기 젖음각이 측정된 5개 지점에 대한 초기 젖음각의 평균편차가 7° 이하, 보다 바람직하게는 5° 이하, 보다 더 바람직하게는 3° 이하일 수 있다. 만일 초기 젖음각의 평균편차가 7°를 초과할 경우 평균 초기젖음각은 낮더라도 섬유웹층의 위치별 친수화 정도가 낮은 곳이 존재할 수 있고, 이에 따라서 친수화 정도가 낮은 부분에서 차압의 발생이 증가하고, 목적하는 수준의 유량을 수득할 수 없는 우려가 있다. 이때, 상기 초기 젖음각의 평균편차란 5개 지점 초기 젖음각의 산술평균인 평균 초기젖음각에 대한 5개 지점 각각의 초기젖음각 편차에 대한 절대값들의 평균을 의미하며, 구체적으로 하기 수학적 식 1로 계산될 수 있다.

[0065] [수학적 식 1]

$$\text{평균편차}(\text{°}) = \left(\sum_{i=1}^5 |\text{평균초기젖음각}(\text{°}) - x_i \text{지점 초기젖음각}(\text{°})| \right) / 5$$

[0066]

- [0067] 여기서 상기 Xi지점이란 초기젓음각이 측정된 서로 다른 5개 지점(X1~X5) 중 어느 한 지점을 의미한다.
- [0069] 상술한 필터여재(100)는 후술하는 제조방법으로 제조될 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0070] 본 발명에 따른 필터여재(100)는 (1) 지지체 상에 불소계 화합물을 포함하는 나노섬유로 형성된 3차원 네트워크 형상의 섬유웹층을 형성하는 단계; 및 (2) 상기 섬유웹층에 친수성 코팅조성물을 처리하여 친수성 코팅층을 형성시키는 단계;를 포함하여 제조될 수 있다.
- [0071] 먼저, 상기 (1) 단계에 대해 설명한다. 본 단계는 섬유웹층을 형성시키는 단계로써, 나노섬유를 구비하여 3차원 네트워크 형상의 섬유웹층을 형성시키는 방법의 경우 제한 없이 사용될 수 있다. 바람직하게는 상기 섬유웹층은 불소계 화합물을 포함하는 방사용액을 지지체 상에 전기방사 하여 섬유웹층을 형성할 수 있다. 후술되는 방사용액은 섬유형성성분으로 불소계 화합물을 포함한 경우를 일례로 구체적으로 설명한다.
- [0072] 상기 방사용액은 섬유형성성분인 불소계 화합물과, 용매를 포함할 수 있다. 상기 불소계 화합물은 방사용액에 5 ~ 30중량%, 바람직하게는 8 ~ 20중량%로 포함됨이 좋고, 만일 불소계 화합물이 5중량% 미만일 경우 섬유로 형성되기 어려우며, 방사 시 섬유상으로 방사되지 않고 액적상태로 분사되어 필름상을 형성하거나 방사가 이루어지더라도 비드가 많이 형성되고 용매의 휘발이 잘 이루어지지 않아 후술하는 캘린더링 공정에서 기공이 막히는 현상이 발생할 수 있다. 또한, 만일 불소계 화합물이 30 중량% 초과할 경우 점도가 상승하여 용액 표면에서 고화가 일어나 장시간 방사가 곤란하며, 섬유직경이 증가하여 마이크로미터 이하 크기의 섬유상을 만들 수 없을 수 있다.
- [0073] 상기 용매는 섬유형성성분인 불소계 화합물을 용해시키면서 침전물을 생성시키지 않고 후술하는 나노섬유의 방사성에 영향을 미치지 않는 용매의 경우 제한 없이 사용될 수 있으나 바람직하게는 γ -부티로락톤, 사이클로헥사논, 3-헥사논, 3-헵타논, 3-옥타논, N-메틸피롤리돈, 디메틸아세트아미드, 아세톤 디메틸설폭사이드, 디메틸포름아미드로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상을 포함할 수 있다. 일례로 상기 용매는 디메틸아세트아미드와 아세톤의 혼합용매일 수 있다.
- [0074] 상기 제조된 방사용액은 공지된 전기방사 장치 및 방법을 통해 나노섬유를 제조될 수 있다. 일례로, 상기 전기방사 장치는 방사 노즐이 1개인 단일 방사팩을 구비한 전기방사 장치를 사용하거나 양산성을 위하여 단일 방사팩 복수개로 구비하거나 노즐이 복수개인 방사팩을 구비한 전기방사 장치를 사용해도 무방하다. 또한 전기방사 방식에 있어서 건식방사 또는 외부응고조를 구비하는 습식방사를 이용할 수 있고 방식에 따른 제한은 없다.
- [0075] 상기 전기방사장치에 교반시킨 또는 교반 중인 방사용액을 투입시켜 종이 등의 콜렉터 상에 전기방사시킬 경우 목적하는 나노섬유를 수득할 수 있다. 상기 전기방사를 위한 구체적 조건, 일례로 방사팩의 노즐에 구비되는 에어분사노즐은 에어 분사의 에어압은 0.01 ~ 0.2MPa 범위로 설정될 수 있다. 만약 에어압이 0.01MPa 미만인 경우 포집, 집적에 기여를 하지 못하며, 0.2MPa를 초과하는 경우 방사노즐의 콘을 굳게 하여 니들을 막는 현상이 발생하여 방사 트러블이 발생할 수 있다. 또한, 상기 방사용액을 방사할 때, 노즐당 방사용액의 주입속도는 10 ~ 30 μ l/min일 수 있다. 또한, 상기 노즐의 팁과 콜렉터까지의 거리는 10 ~ 30cm일 수 있다. 다만, 이에 제한되는 것은 아니며 목적에 따라 변경하여 실시할 수 있다.
- [0076] 또한, 상술한 지지체 상에 나노섬유를 직접 전기방사 시킴으로써 섬유웹층을 지지체상에 직접 형성시킬 수 있다. 지지체 상에 축적/수집된 나노섬유는 3차원 네트워크 구조를 가지고, 목적하는 분리막의 수투과도, 여과 효율을 발현하기에 적합한 기공율, 공경, 평량 등을 보유하기 위해 열 및/또는 압력이 축적/수집된 나노섬유에 가해짐으로써 3차원 네트워크 구조를 가지는 섬유웹층으로 구현될 수 있다. 상기 열 및/또는 압력을 가하는 구체적인 방법은 공지의 방법을 채택할 수 있으며, 이에 대한 비제한적이 예로써 통상의 캘린더링 공정을 사용할 수 있고 이때 가해지는 열의 온도는 70 ~ 190 $^{\circ}$ C일 수 있다. 또한, 캘린더링 공정을 수행할 경우 이를 몇 차로 나누어 복수 회 실시할 수도 있고, 예를 들어 1차 캘린더링을 통해 나노섬유에 잔존하는 용매와 수분을 제거하기 위한 건조과정을 수행 후 기공조절 및 강도 향상을 위해 2차 캘린더링을 실시할 수 있다. 이때, 각 캘린더링 공정에서 가해지는 열 및/또는 압력의 정도는 동일하거나 상이할 수 있다.
- [0077] 한편, 지지체가 저융점 복합섬유로 구현된 것일 경우 상기 캘린더링 공정을 통하여 섬유웹층과 지지체의 열융착을 통한 결속을 동시에 진행시킬 수 있다.
- [0078] 또한, 지지체 및 섬유웹층을 결속시키기 위해 별도의 핫멜트 파우더나 핫멜트 웹을 더 개재시킬 수도 있다. 이때 가해지는 열은 60 ~ 190 $^{\circ}$ C일 수 있으며, 압력은 0.1 ~ 10kgf/cm 2 로 가할 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니

며, 결속을 위하여 별도 더해지는 성분들은 흠(Hum)을 생성시키거나 수처리 과정에서 용해될 수 있어서 환경적으로 부정적 문제를 야기시킬 수 있어서 바람직하게는 포함시키지 않고 지지체 및 섬유웹층을 결속시키는 것이 좋고, 일례로 저융점 성분을 포함하는 복합섬유로 형성된 지지체를 통한 열융착에 의한 결속일 수 있다.

- [0080] 다음으로 본 발명에 따른 (2) 단계로써, 상기 섬유웹층에 친수성 코팅조성물을 처리하여 친수성 코팅층을 형성시키는 단계를 수행한다.
- [0081] 상기 (2) 단계는 2-1) 상기 섬유웹층에 친수성 코팅조성물을 처리하는 단계; 및 2-2) 친수성 코팅조성물이 처리된 섬유웹층을 열처리하여 친수성 코팅층을 형성시키는 단계;를 포함하여 수행될 수 있다.
- [0082] 먼저, 2-1) 단계에서 상기 친수성 코팅조성물은 친수성 성분 및 가교성 성분을 포함할 수 있다. 상기 친수성 성분은 상술한 친수성 고분자 화합물일 수 있고, 일례로 폴리비닐알코올일 수 있다. 상기 가교성 성분은 상술한 가교제일 수 있고, 일례로, 카르복시기를 포함하는 가교제일 수 있다.
- [0083] 또한, 상기 친수성 코팅조성물은 친수성 성분과 가교성 성분을 용해시킬 수 있는 용매를 더 포함할 수 있고, 상기 용매는 폴리비닐알코올을 용해시킬 수 있는 공지된 것을 사용할 수 있으며, 일례로 물일 수 있다. 상기 친수성 코팅조성물은 폴리비닐알코올 100 중량부에 대하여 가교제를 5 ~ 20 중량부, 용매를 1,000 ~ 100,000 중량부로 포함할 수 있다.
- [0084] 이때, 상기 폴리비닐알코올은 친수성 코팅조성물 전체 중량 대비하여 0.3 ~ 1.0중량%로 포함됨이 바람직하고, 보다 바람직하게는 0.3 ~ 0.8중량%로 포함될 수 있다. 만일 폴리비닐알코올이 친수성 코팅조성물에 대해 0.3중량% 미만으로 포함될 경우 친수성 코팅층이 불균일하게 코팅되거나 목적하는 수준의 함량으로 형성되지 않을 수 있어서 친수성 향상 효과가 미미할 수 있다. 또한, 만일 폴리비닐알코올의 함량이 1.0중량%를 초과하여 포함될 경우 친수성 코팅층의 두께 조절이 어려워 섬유웹층의 공경변하나 기공폐쇄의 우려가 있을 수 있다.
- [0085] 한편, 제조된 섬유웹층을 형성하는 나노섬유의 제질적 특성으로 인한 강한 소수성으로 인하여 상술한 친수성 코팅조성물을 처리하더라도 코팅조성물이 섬유웹층 내부로 침투되지 못하고 표면을 따라 흐르는 섬유웹층 내부에 있는 나노섬유에는 친수성 코팅조성물이 도달하기 어려울 수 있다. 또한, 내부로 도달한다고 친수성 코팅층이 나노섬유 외부면에 제대로 형성되지 못할 수 있다. 이에 따라서 친수성 코팅조성물이 섬유웹층 내부로의 침투성을 향상시키고, 침투된 친수성 코팅조성물이 나노섬유 외부면에 잘 젖으며, 친수성 코팅조성물이 빠르게 건조하여 흘러내리기 전 나노섬유 상에 피복될 수 있도록 하기 위하여 상기 친수성 코팅조성물은 젖음성 개선제를 더 포함할 수 있다.
- [0086] 상기 젖음성 개선제는 소수성의 나노섬유 외부면의 친수성 용액에 대한 젖음성을 향상시킬 수 있고, 쉽게 기화될 수 있는 동시에 친수성 코팅조성물에 용해될 수 있는 성분인 경우 제한 없이 사용될 수 있다. 일례로, 상기 젖음성 개선제는 이소프로필알코올, 에틸알코올 및 메틸알코올로 이루어진 군에서 선택된 1 종 이상의 성분일 수 있고, 보다 바람직하게는 젖음성 개선제의 기화에 따른 섬유웹의 수축현상 발생 및 이로 인한 초도설계된 섬유웹의 기공구조 변경을 방지하기 위하여 이소프로필알코올을 사용하는 것이 좋다. 또한, 상기 젖음성 개선제는 친수성 코팅조성물에 구비되는 폴리비닐알코올 100 중량부에 대하여 5,000 ~ 25,000 중량부로 포함될 수 있다. 만일 젖음성 개선제가 5000 중량부 미만으로 구비되는 경우 나노섬유의 젖음성 개선이 미약하여 친수성 코팅층의 형성이 원활하지 않을 수 있고, 친수성 코팅층의 박리가 빈번할 수 있다. 또한, 상기 젖음성 개선제가 25,000 중량부를 초과하여 포함될 경우 젖음성 향상정도가 미미할 수 있고, 친수성 코팅조성물에 구비되는 폴리비닐알코올 및 가교제의 농도가 낮아져 친수성 코팅층의 형성이 원활하지 못할 수 있는 문제가 있다.
- [0088] 한편, 친수성 코팅조성물에 젖음성 개선제를 구비시키지 않고, 상기 섬유웹층에 젖음성 개선제를 전처리한 후 친수성 코팅조성물을 처리하여 친수성 코팅층을 형성시킬 수도 있다. 다만, 젖음성 개선제를 기공에 담지한 상태의 섬유웹층을 친수성 코팅조성물에 침지시 기공에 담지된 젖음성 개선제가 섬유웹층에서 빠져 나오고, 동시에 친수성 코팅조성물이 상기 기공에 침투하는데 소요되는 시간이 길어 제조시간이 연장되는 문제가 있다. 또한, 친수성 코팅조성물의 침투정도가 섬유웹층의 두께 및 기공의 직경에 따라 상이함에 따라서 친수성 코팅층이 섬유웹의 위치별로 불균일하게 형성될 수 있는 문제가 있다. 나아가 친수성 코팅층이 불균일하게 형성됨에 따라서 섬유웹층의 일부분에서는 기공이 친수성 코팅층으로 폐쇄되는 문제가 있고, 이 경우 초도 설계된 섬유웹층의 기공구조가 변화하게 됨에 따라서 목적하는 유량을 수득할 수 없는 문제가 있어서 친수성 코팅조성물에 젖음성 개선제를 구비시키는 것이 섬유웹층의 기공구조를 변경시키지 않으면서도 제조시간의 단축, 제조공정의 간

소화 및 친수성코팅층의 형성성 향상을 동시에 달성시키기에 유리하다.

- [0089] 상술한 친수성 코팅조성물을 섬유웹층에 형성시키는 방법은 공지된 코팅방법의 경우 제한 없이 채용할 수 있으며, 일례로, 침지, 스프레이 방법 등을 사용할 수 있다.
- [0090] 이후 2-2) 단계로써, 친수성 코팅조성물이 처리된 섬유웹층을 열처리 하여 친수성 코팅층을 형성시키는 단계;를 수행할 수 있다.
- [0091] 상기 2-2) 단계는 친수성 코팅조성물 중 용매의 건조 공정이 동시에 이루어질 수 있다. 상기 열처리는 건조기에서 수행될 수 있으며, 이때 가해지는 열은 온도가 80 ~ 160℃일 수 있고, 처리시간은 1분 ~ 60분일 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0093] 본 발명은 이상으로 상술한 제조방법에 의해 제조된 본 발명의 일 실시예에 따른 필터여재를 포함하는 필터모듈을 포함한다. 상기 필터모듈은 상기 필터여재 이외에 수처리에 사용되는 통상의 필터모듈이 구비하는 이외의 구성을 더 포함할 수 있고, 예를 들어 상기 필터여재를 지지하거나 고정시키고, 여과 또는 피여과된 유체가 흐를 수 있는 다공성 투과수 유출관 등의 내부 지지체 및/또는 상기 수처리 분리막을 외부에서 하우징 하는 외부 케이스 및 조립된 각 구성을 고정시키는 엔드캡 등을 더 포함할 수 있다. 이때 상기 필터여재가 필터모듈에 구비되는 형상은 구체적인 수처리 방식에 따라 달라지며, 예를 들어 평막 상태로 구비되거나 내부 지지체에 권취되어 외부케이스에 하우징될 수도 있다. 이를 도 5를 참조하여 설명하면 상기 필터여재(100)는 평막상태이며, 필터여재를 상하좌우 4군데 끝단부에서 지지시킬 수 있는 외부케이스(1010)에 고정될 수 있고, 상기 외부케이스(1010)의 어느 일영역에는 필터여재(100)의 내부와 외부에 압력차를 구배시킬 수 있는 흡입구(1020)가 배치될 수 있다. 또한, 도 6에 도시된 것과 같이 필터여재는 내부의 다공성 투과수 유출관(1120)에 권취될 수 있고, 이때 도시된 것과 같이 필터여재(100')는 유효여과표면적을 증가시키기 위하여 절곡된 형상으로 권취될 수 있고, 다공성 투과수 유출관(1120)에 권취된 필터여재(100')는 외부 케이스(1110) 내부에 조립되어 엔드캡(1130)에 의해 고정화될 수 있다. 또한, 여과된 투과수가 배출되는 관에 조립되기 위한 오링이나 가스켓(1140)이 더 구비될 수 있다. 도 6과 같은 필터모듈은 필터모듈의 측면을 통해 피여과액이 필터모듈의 내부로 유입되고 필터여재(100')를 통해 여과된 여과수가 내부의 다공성 투과수 유출관(1120)을 통해 배출될 수 있다.
- [0094] 또한, 도 5 및 도 6과 같은 단위 필터모듈은 복수개가 하나의 케이스에 구비되거나 하나의 수처리 장치에 구비되어 대형 수처리 장치를 구성할 수 있다.
- [0096] 하기의 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 구체적으로 설명하기로 하지만, 하기 실시예가 본 발명의 범위를 제한하는 것은 아니며, 이는 본 발명의 이해를 돕기 위한 것으로 해석되어야 할 것이다.
- [0098] <실시예 1>
- [0099] 먼저, 방사용액을 제조하기 위하여 섬유형성성분으로 폴리비닐리덴플루오라이드(Arkema사, Kynar761) 12g을 디메틸아세트아마이드와 아세톤의 중량비를 70:30으로 혼합한 혼합용매 88g에 80℃의 온도로 6시간 동안 마그네틱 바를 사용하여 용해시켜 혼합용액을 제조했다. 상기 방사용액을 전기방사장치의 용액탱크에 투입하고, 15 μ l/min/hole의 속도로 토출하였다. 이때 방사 구간의 온도는 30℃, 습도는 50%를 유지하고, 콜렉터와 방사노즐팁 간 거리를 20cm로 하였다. 이후 고전압 발생기를 사용하여 방사 노즐 팩(Spin Nozzle Pack)에 40kV 이상의 전압을 부여함과 동시에 방사 팩 노즐당 0.03MPa의 에어압력을 부여하여 PVDF 나노섬유로 형성된 섬유웹층을 제조하였다. 다음으로 상기 섬유웹층에 잔존하는 용매, 수분을 건조시키기 위해 140℃의 온도 및 1kgf/cm²로 열과 압력을 가해 캘린더링 공정을 실시하였다. 이때 제조된 섬유웹층의 나노섬유 직경 분포는 도 4와 같았고 섬유웹층의 공경분포는 도 3과 같았다.
- [0101] 이후 하기의 준비예에서 준비된 친수성 코팅조성물에 제조된 섬유웹층을 침지시킨 후 건조기에서 110℃의 온도로 5분간 건조시켜 친수성 코팅층을 구비한 하기 표 1과 같은 필터여재를 제조하였다.

- [0103] <준비예> - 친수성 코팅조성물
- [0104] 친수성 성분으로 검화도가 88%이며, 중량평균분자량이 75,000인 폴리비닐알코올(Kuraray사, PVA217) 100 중량부에 대하여 초순수 7142 중량부를 혼합한 후 80℃의 온도로 6시간 동안 마그네틱바를 사용하여 PVA를 용해시켜 혼합용액을 제조했다. 이후 상기 혼합용액을 상온으로 낮춘 후 가교제로써, 폴리아크릴릭에시드코말레익에시드(Aldrich, PAM)를 폴리비닐알코올 100 중량부에 대하여 15 중량부가 되도록 상기 혼합용액에 혼합하고 25℃에서 12시간 용해시켰다.
- [0105] 이후 상기 혼합용액에 99.99% 이소프로필알코올(덕산화학, IPA)을 상기 폴리비닐알코올 100 중량부에 대하여 7142 중량부 첨가 및 2시간 동안 혼합하여 친수성 코팅층 형성 조성물을 제조했다. 제조된 친수성 코팅조성물 전체 중량에서 폴리비닐알코올의 함량은 0.69 중량% 이었다.
- [0107] <실시예2 ~ 실시예 18>
- [0108] 실시예 1과 동일하게 실시하여 제조하되, 하기 표 1, 표 2 또는 표 3과 같이 친수성 코팅조성물의 조성 등을 변경하여 하기 표 1, 표 2 또는 표 3과 같은 필터여재를 제조하였다.
- [0110] <비교예 1>
- [0111] 실시예 1과 동일하게 실시하여 제조하되, 친수성 코팅조성물을 처리하지 않고 하기 표 3과 같은 필터여재를 제조하였다.
- [0113] <실험예 1>
- [0114] 실시예 및 비교예에 따른 필터여재에 대하여 하기의 물성을 평가하여 하기 표 1 내지 표 3에 나타내었다.
- [0115] 1. 젖음각 측정
- [0116] 노출된 섬유웹층 표면의 물에 대한 젖음성(wettability)을 측정하기 위해 접촉각(Contact angle, °) 측정 장치로 섬유웹층 표면과 물방울 면이 이루는 접촉각을 측정하였다. 액적의 모양을 CCD 카메라로 찍은 후 최종적으로 촬영된 액적의 모양에 최적화 된 계면장력(γ)을 계산하는 방법을 사용하였다. 마이크로 실린지를 통해 주입 용량은 0.05mL로 하였으며 2차 증류수를 이용하였다. 접촉각은 섬유웹층 표면의 5개 지점에 대해 액적 생성 후 20초내 측정하였고, 이에 대한 평균값 및 상술한 수학적 식 1에 따른 평균편차를 계산하였다.
- [0118] 2. 친수성 코팅층 함량 평가
- [0119] 친수성 코팅조성물을 처리하기 전 제조된 필터여재 평량과, 친수성 코팅층 형성 후 평량을 계산하여 그 차이로 친수성 코팅층 함량을 평가하였다.
- [0121] 3. 필터여재 평균공경 측정
- [0122] 친수화 개질 후의 필터여재의 기공구조 변경여부를 평가하기 위하여 개질 후 기공 직경 분산도를 각각 측정하였으며, PMI사 포로메트리(porometry)를 사용하였으며, 습윤제(wetting liquid)로 Galwick를 사용하였고, 측정된 결과를 평균공경으로 나타낸 후, 비교예 1의 필터여재 평균공경을 100으로 기준하여, 실시예에 따른 필터여재의 평균공경을 상대적인 백분율로 나타내었다. 평균공경이 100%에서 멀어질수록 친수성 코팅층의 형성으로 인하여 초기 설계된 섬유웹의 기공구조에 변경이 생겼음을 예상할 수 있다.
- [0124] <실험예 2>
- [0125] 실시예 및 비교예에 따른 친수성 코팅층이 형성된 섬유웹층의 일면에 지지체로 두께 약 200 μ m이며, 융점이 약 120℃인 폴리에틸렌을 초부로 하고, 폴리프로필렌을 심부로 하는 저융점 복합섬유로 형성된 부직포(㈜남양부직

포, CCP40) 를 배치시킨 후 140℃의 온도 및 1kgf/cm²로 열과 압력을 가해 캘린더링 공정을 실시하여 지지체를 포함하는 필터여재 시편을 제조하였다. 제조된 시편을 도 5와 같은 평막모듈로 구현한 후 운전압력을 50kPa로 가하여 시편 면적 0.5m² 당 수투과도를 측정한 후, 실시예 1의 필터여재의 수투과도를 100으로 기준하여 나머지 실시예 및 비교예1에 따른 필터여재의 수투과도를 상대적으로 표 1 내지 표 3에 나타내었다.

표 1

			실시예1	실시예2	실시예3	실시예4	실시예5	실시예6	실시예7
친수성코팅 조성물	PVA	중량평균분자량	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000
		검화도	88	88	88	88	88	88	88
		함량(중량%)	0.69	0.15	0.23	0.32	0.78	0.83	1.1
	가교제	카르복실기 개수	3	3	3	3	3	3	3
		함량(중량부)	15	15	15	15	15	15	15
	젖음성개선제	종류	IPA	IPA	IPA	IPA	IPA	IPA	IPA
함량(중량부)		7142	7142	7142	7142	7142	7142	7142	
필터여재	친수성코팅층 함량(g/m ²)		0.81	0.22	0.37	0.71	0.88	0.98	1.21
	평균 젖음각(°)		25	83	72	38	25	23	24
	젖음각 평균편차(°)		1.1	17.5	14.7	4.8	0.9	0.7	0.7
	상대적 평균공경(%)		100	100	100	100	98	93	80
	상대적 수투과도(%)		100	29	40	86	94	86	76

[0126]

표 2

			실시예8	실시예9	실시예10	실시예11	실시예12	실시예13
친수성코팅 조성물	PVA	중량평균분자량	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000
		검화도	88	88	88	88	88	88
		함량(중량%)	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
	가교제	카르복실기 개수	3	3	3	3	3	3
		함량(중량부)	1	3	8	11	19	22
	젖음성개선제	종류	IPA	IPA	IPA	IPA	IPA	IPA
함량(중량부)		7142	7142	7142	7142	7142	7142	
필터여재	친수성코팅층 함량(g/m ²)		0.11	0.18	0.65	0.79	1.2	0.44
	평균 젖음각(°)		108	92	40	28	17	61
	젖음각 평균편차(°)		2.4	15.8	6.9	3.6	4.7	13.1
	상대적 평균공경(%)		100	100	100	100	84	63
	상대적 수투과도(%)		0	22	82	94	81	51

[0128]

표 3

			실시예14	실시예15	실시예16	실시예17	실시예18	비교예1
친수성코팅 조성물	PVA	중량평균분자량	10,000	150,000	75,000	75,000	75,000	-
		검화도	86	92	88	88	88	-
		함량(중량%)	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	-
	가교제	카르복실기 개수	3	3	3	3	3	-
		함량(중량부)	15	15	15	15	15	-
	젖음성개선제	종류	IPA	IPA	-	IPA	EtOH	-
함량(중량부)		7142	7142	0	4000	7142	-	

[0129]

필터 여재	친수성코팅층 함량(g/m ²)	0.41	2.06	0.26	0.71	0.80	0
	평균 젖음각(°)	66	23	84	37	26	110
	젖음각 평균편차(°)	2.1	1.7	13.1	0.9	1.1	1.3
	상대적 평균공경(%)	100	51	100	100	93	100
	상대적 수투과도(%)	53	44	29	88	91	0

[0131] 표 1 내지 3에서 확인할 수 있듯이,

[0132] 친수성 코팅층이 형성되지 않은 비교예1에 따른 PVDF 섬유웹을 구비한 필터여재의 경우 소수성이 매우 강해 수 투과도가 0으로 측정된 것을 확인할 수 있다.

[0133] 또한, 실시예 중에서도 PVA의 친수성코팅조성물 내 함량, PVA의 중량평균분자량 및/또는 가교제의 함량에 따라서 형성되는 친수성 코팅층의 정도와 균일성이 달라지는 것을 확인할 수 있고, 일부 실시예의 경우 비교예1에 따른 필터여재에 비해 평균공경이 줄어들어 따라서 초도에 설계한 필터여재의 기공구조를 유지할 수 없음을 확인할 수 있다.

[0134] 나아가, 젖음성 개선제의 함량, 종류에 따라서도 친수성 코팅층이 형성되는 정도 또는 구현된 필터여재의 평균 공경이 변경되고 이에 따라서 구현된 필터여재의 수투과도에 영향을 미칠 수 있음을 확인할 수 있다.

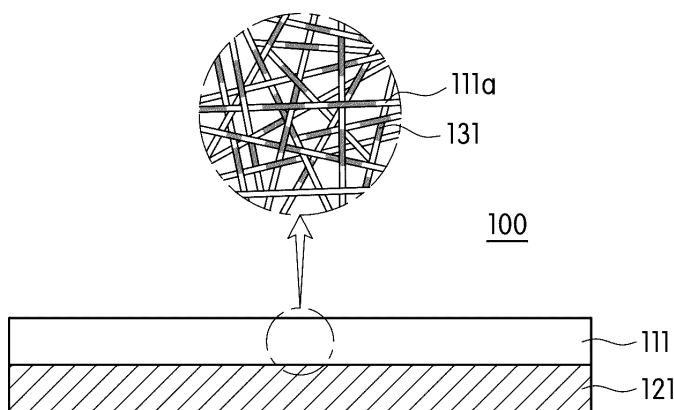
[0136] 이상에서 본 발명의 일 실시예에 대하여 설명하였으나, 본 발명의 사상은 본 명세서에 제시되는 실시 예에 제한되지 아니하며, 본 발명의 사상을 이해하는 당업자는 동일한 사상의 범위 내에서, 구성요소의 부가, 변경, 삭제, 추가 등에 의해서 다른 실시 예를 용이하게 제안할 수 있을 것이나, 이 또한 본 발명의 사상범위 내에 든다고 할 것이다.

부호의 설명

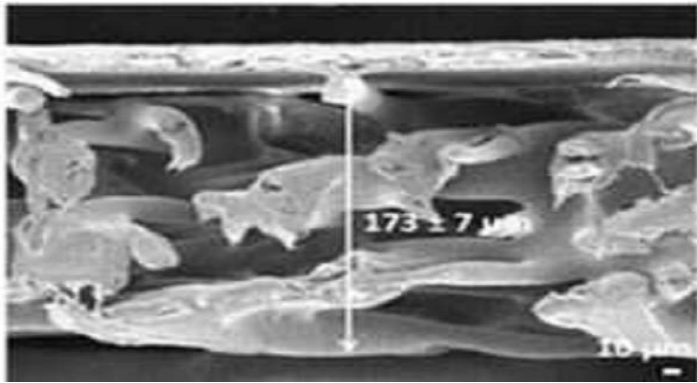
[0137] 100: 필터여재 111,112: 섬유웹층
112,122: 지지체 131: 친수성 코팅층

도면

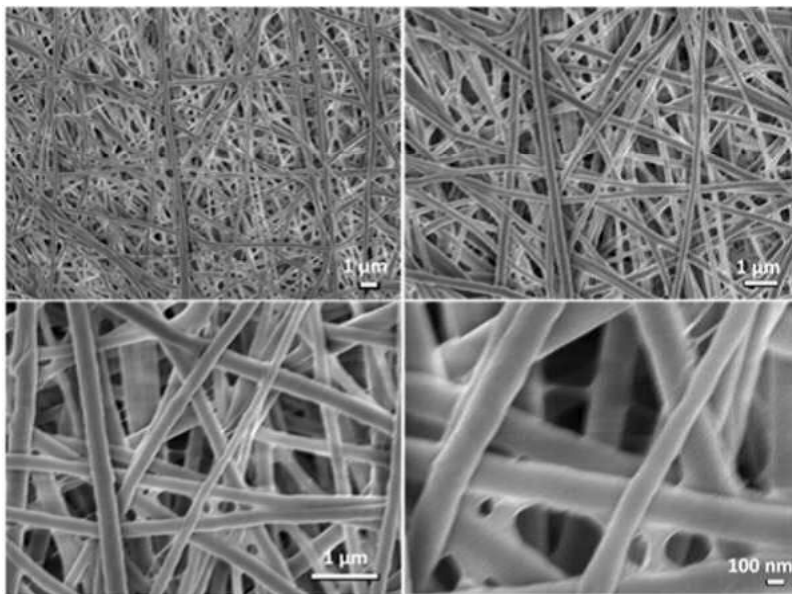
도면1a



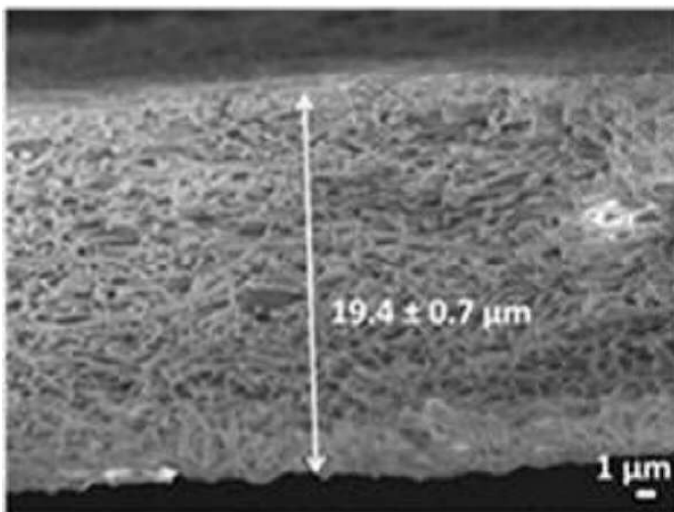
도면1b



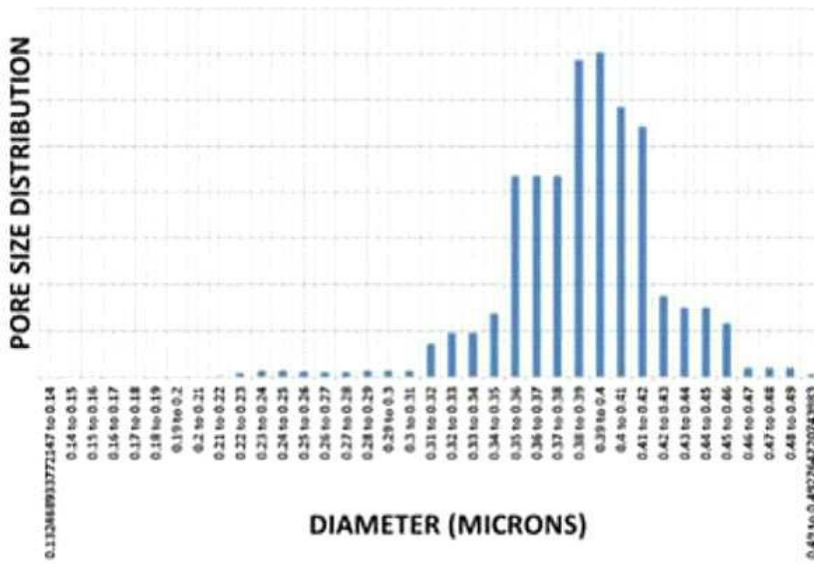
도면2a



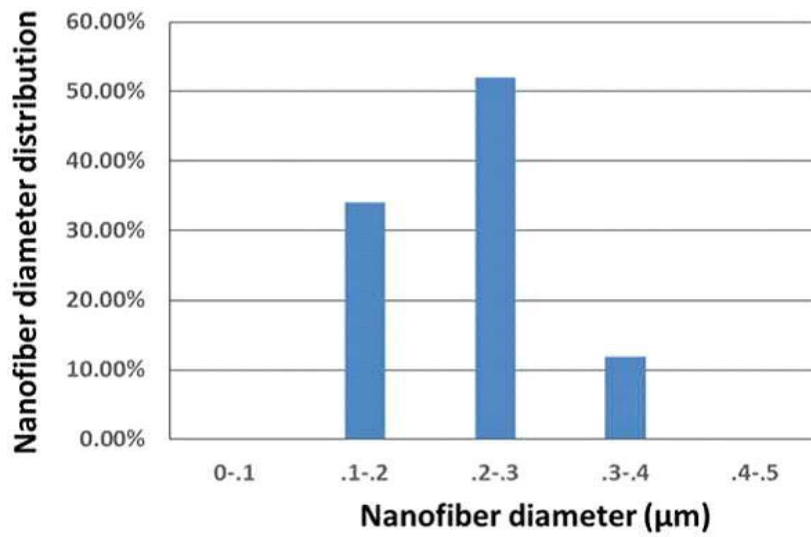
도면2b



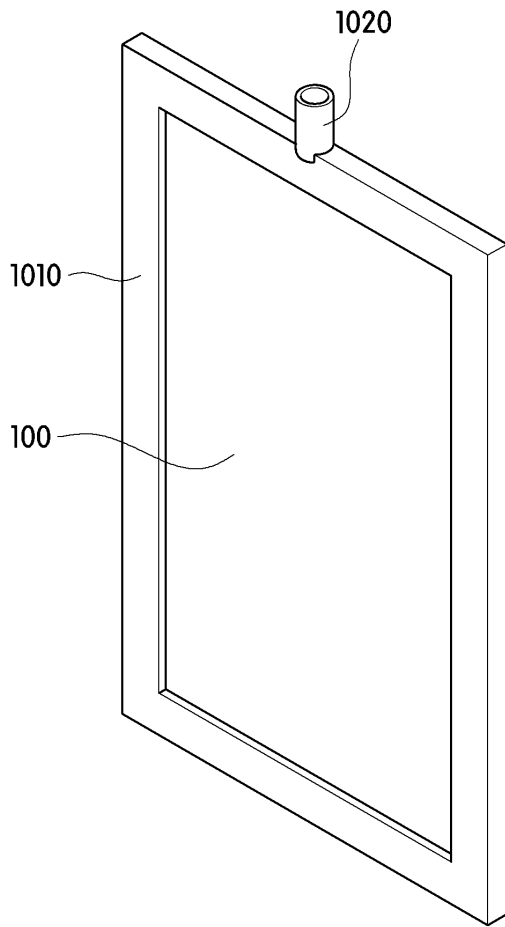
도면3



도면4



도면5



도면6

