



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0069721
(43) 공개일자 2018년06월25일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 39/16 (2006.01) *B01D 63/08* (2006.01)
B01D 65/02 (2006.01) *B01D 65/08* (2006.01)
B01D 69/06 (2006.01) *C02F 1/44* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B01D 39/1607 (2013.01)
B01D 63/081 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-0171248
- (22) 출원일자 2017년12월13일
 심사청구일자 2017년12월13일
- (30) 우선권주장
 1020160171435 2016년12월15일 대한민국(KR)

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

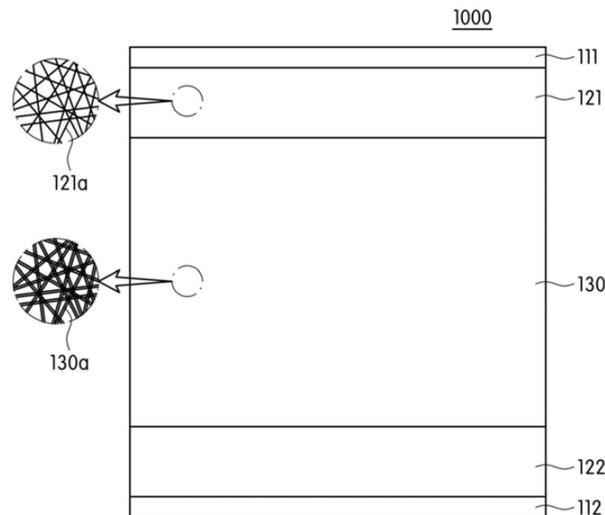
전체 청구항 수 : 총 15 항

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

(57) 요약

필터여재가 제공된다. 본 발명의 일 실시예에 의한 필터여재는 다수의 기공을 가지는 제1지지체; 상기 제1지지체의 상, 하부에 각각 배치되고, 3차원 네트워크 구조를 형성한 나노섬유를 포함하는 나노섬유웹; 및 상기 제1지지체 및 나노섬유웹 사이에 각각 개재된 다수의 기공을 가지는 제2지지체;를 포함하고, 상기 나노섬유웹은 (1) 연신율 25% 이상, (2) 통기도 0.1 ~ 2.00cfm, (3) 기공도 60% ~ 85%를 만족하는 필터여재로 구현된다. 이에 의하면, 필터여재는 나노섬유웹이 일정 수준의 기계적 물성을 갖기 때문에, 수처리 운전 중 필터여재의 형상이나 구조 변형 및 손상이 최소화되고 유로가 원활히 확보되어 높은 유량을 가질 수 있다. 또한, 본 발명의 필터여재는 역세척시 가해지는 높은 압력에도 필터여재의 뛰어난 내구성으로 인해 연장된 사용주기를 가짐과 동시에 우수한 여과효율 및 수투과도를 가짐에 따라서 각종 수처리 분야에서 다양하게 응용될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B01D 63/082 (2013.01)

B01D 65/02 (2013.01)

B01D 65/08 (2013.01)

B01D 69/06 (2013.01)

C02F 1/44 (2013.01)

B01D 2239/025 (2013.01)

B01D 2239/10 (2013.01)

B01D 2325/20 (2013.01)

B01D 2325/36 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

다수의 기공을 가지는 제1지지체;

상기 제1지지체의 상, 하부에 각각 배치되고, 3차원 네트워크 구조를 형성한 나노섬유를 포함하는 나노섬유웹; 및

상기 제1지지체 및 나노섬유웹 사이에 각각 개재된 다수의 기공을 가지는 제2지지체;를 포함하고,

상기 나노섬유웹은 하기 조건 (1) 내지 (3)을 모두 만족하는 필터여재:

- (1) 연신율 25% 이상,
- (2) 통기도 0.1 ~ 2.00cfm,
- (3) 기공도 40% ~ 85% 임.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 나노섬유웹은 하기 조건 (4)를 만족하는 필터여재:

- (4) $2 \leq (\text{종방향(MD)의 인장강도(kgf/mm}^2) \times \text{횡방향(TD)의 인장강도(kgf/mm}^2)) \leq 25$ 임.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 나노섬유웹은 평균공경이 0.1 ~ 3 μ m인 필터여재.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 나노섬유는 평균직경이 50 ~ 450nm인 필터여재.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 나노섬유웹은 평량이 5 ~ 30g/m²인 필터여재.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 나노섬유는 불소계화합물을 포함하는 섬유형성성분을 구비하는 방사용액을 통해 형성되는 필터여재.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 불소계화합물은 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 화합물을 포함하는 필터여재.

청구항 8

제1항에 있어서,
 상기 제1지지체는 두께가 상기 필터여재 전체 두께의 90% 이상인 필터여재.

청구항 9

제1항에 있어서,
 상기 제1지지체는 평량이 250 ~ 800 g/m²인 필터여재.

청구항 10

제1항에 있어서,
 상기 제1지지체는 두께가 2 ~ 8mm인 필터여재.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 제1지지체는
 지지성분 및 저용점 성분을 포함하여 상기 저용점 성분의 적어도 일부가 외부면에 노출되도록 배치된 제1복합섬유를 구비하고, 상기 제1복합섬유의 저용점 성분 및 제2복합섬유의 저용점 성분 간 융착으로 제1지지체 및 제2지지체가 결합된 필터여재.

청구항 12

제1항에 있어서,
 상기 제2지지체는 평량이 35 ~ 80g/m²이고, 두께가 150 ~ 250 μ m인 필터여재.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 제2지지체는,
 지지성분 및 저용점 성분을 포함하여 상기 저용점 성분의 적어도 일부가 외부면에 노출되도록 배치된 제2복합섬유를 구비하고, 상기 제2복합섬유의 저용점 성분이 상기 나노섬유웹에 융착된 필터여재.

청구항 14

제1항에 있어서,
 상기 제1지지체 및 제2지지체는 부직포, 직물 및 편물 중 어느 하나인 필터여재.

청구항 15

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 따른 필터여재; 및
 필터여재에서 여과된 여과액이 외부로 유출되도록 하는 유로를 구비하고, 상기 필터여재의 테두리를 지지하는 지지프레임;을 포함하는 평판형 필터유닛.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 필터여재에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 필터여재, 이의 제조방법 및 이를 포함하는 필터유닛에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 분리막은 기공크기에 따라 정밀 여과막(MF), 한외 여과막(UF), 나노 분리막(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] 수처리 과정을 반복 수행한 여과매체의 기공에는 피처리 수에 포함되었던 각종 이물질 중 일부가 남아있거나 여과매체 표면에 부착층을 형성할 수 있는데, 여과매체에 남아있는 이물질은 여과기능을 저하시키는 문제가 있다. 이를 해결하기 위하여 여과매체로 피처리수가 유입되어 여과 및 유출되는 경로와 정반대의 방향이 되도록 여과매체에 높은 압력을 가해주어서 여과매체에 남아있는 이물질을 제거하는 것이 일반적이다. 다만, 여과매체의 세척시 가해지는 높은 압력은 여과매체의 손상을 유발할 수 있고, 다층구조로 형성되는 여과매체의 경우 층간 분리의 문제가 발생할 수 있다.
- [0005] 한편, 나노섬유로 형성된 여과매체의 여과 효율을 향상시키기 위하여 나노섬유로 형성된 여과매체를 복수 개로 구비한 카트리지 형태로 구현하는 경우, 증가된 여과매체의 두께로 인하여 압력 손실이 증가하고 수투과량이 저하되는 문제점이 있다. 이에 지지체를 포함한 여과매체의 박형화가 최근 중요한 과제로 요구되고 있으며, 여과매체를 박형화 시키면서도 상술한 기계적 강도를 나타내는 여체에 대한 연구가 계속되고 있다.
- [0006] 여과매체의 박형화를 위한 대표적인 방법으로 여과매체를 구성하는 나노섬유의 섬유량을 낮추는 방법이 있다. 다만 이 경우, 수투과도는 높아질 수 있지만 나노섬유웹의 두께가 불균일해지며, 이면 빠짐이 발생하기 쉽다. 또한 나노섬유의 섬유량이 상대적으로 줄어들어 나노섬유웹의 기계적 강도가 저하되어 여과매체로서의 안정성을 담보할 수 없는 문제가 있을 수 있다.
- [0007] 이에 따라서 높은 압력으로 수행되는 역세척 공정에서도 여체의 형상이나 구조 변형 및 손상이 최소화되고 유로가 원활히 확보됨에 따라서 많은 유량, 빠른 처리속도를 가짐과 동시에 일정 수준 이상의 기계적 물성을 나타내는 여과매체에 대한 개발이 시급한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-0871440호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 상기와 같은 점을 감안하여 안출한 것으로, 일정 수준 이상의 기계적 물성이 담보되어 고효율 및 고수명을 갖는 필터여재 및 이의 제조방법을 제공하는데 목적이 있다.
- [0010] 또한, 수처리 운전 중에 필터여재의 형상, 구조 변형, 손상이 최소화되는 동시에 유로가 원활히 확보됨에 따라서 많은 유량, 빠른 처리속도를 가지는 필터여재 및 이의 제조방법을 제공하는데 목적이 있다.
- [0011] 또한, 본 발명은 역세척 공정에서 가해지는 높은 압력에도 유로가 확보될 수 있는 동시에 층간 분리, 막의 손상 등이 최소화될 수 있는 내구성이 뛰어난 필터여재 및 이의 제조방법을 제공하는데 다른 목적이 있다.
- [0012] 더불어, 본 발명은 우수한 수투과도 및 내구성을 갖는 필터여재를 통하여 수처리 분야에서 다양하게 응용될 수 있는 평판형 필터유닛 및 필터모듈을 제공하는데 또 다른 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상술한 과제를 해결하기 위해 본 발명은, 다수의 기공을 가지는 제1지지체; 상기 제1지지체의 상, 하부에 각각 배치되고, 3차원 네트워크 구조를 형성한 나노섬유를 포함하는 나노섬유웹; 및 상기 제1지지체 및 나노섬유웹 사이에 각각 개재된 다수의 기공을 가지는 제2지지체;를 포함하고, 상기 나노섬유웹은 하기 조건 (1) 내지 (3) 을 모두 만족하는 필터여재를 제공한다.
- [0014] (1) 연신율 25% 이상,
- [0015] (2) 통기도 0.1 ~ 2.00cfm,
- [0016] (3) 기공도 40% ~ 80% 임.

- [0017] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 나노섬유웹은 하기 조건 (4)를 만족할 수 있다.
- [0018] $(4) 2 \leq (\text{종방향(MD)의 인장강도(kgf/mm}^2) \times \text{횡방향(TD)의 인장강도(kgf/mm}^2)) \leq 25$ 임.
- [0019] 또한, 상기 나노섬유웹은 평균공경이 0.1 ~ 3 μ m일 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 나노섬유는 평균직경이 50 ~ 450nm일 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 나노섬유웹은 평량이 5 ~ 30g/m²일 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 나노섬유는 불소계화합물을 포함하는 섬유형성성분을 구비하는 방사용액을 통해 형성될 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 불소계화합물은 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)계, 테트라플루오로에틸렌-피플루오로알킬 비닐 에테르 공중합체(PFA)계, 테트라플루오로에틸렌-헥사플루오로프로필렌 공중합체(FEP)계, 테트라플루오로에틸렌-헥사플루오로프로필렌-피플루오로알킬 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 있다.
- [0024] 또한, 상기 제1지지체는 두께가 상기 필터여재 전체 두께의 90% 이상일 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 제1지지체는 평량이 250 ~ 800 g/m²일 수 있다.
- [0026] 또한, 상기 제1지지체는 두께가 2 ~ 8mm일 수 있다.
- [0027] 또한, 상기 제1지지체는 지지성분 및 저융점 성분을 포함하여 상기 저융점 성분의 적어도 일부가 외부면에 노출되도록 배치된 제1복합섬유를 구비하고, 상기 제1복합섬유의 저융점 성분 및 제2복합섬유의 저융점 성분 간 융착으로 제1지지체 및 제2지지체가 결합될 수 있다.
- [0028] 또한, 상기 제2지지체는 평량이 35 ~ 80g/m²이고, 두께가 150 ~ 250 μ m일 수 있다.
- [0029] 또한, 상기 제2지지체는, 지지성분 및 저융점 성분을 포함하여 상기 저융점 성분의 적어도 일부가 외부면에 노출되도록 배치된 제2복합섬유를 구비하고, 상기 제2복합섬유의 저융점 성분이 상기 나노섬유웹에 융착될 수 있다.
- [0030] 또한, 상기 제1지지체 및 제2지지체는 부직포, 직물 및 편물 중 어느 하나일 수 있다.
- [0032] 한편, 본 발명은 상술한 필터여재; 및 필터여재에서 여과된 여과액이 외부로 유출되도록 하는 유로를 구비하고, 상기 필터여재의 테두리를 지지하는 지지프레임;을 포함하는 평판형 필터유닛을 제공한다.

발명의 효과

- [0033] 본 발명에 의하면, 필터여재는 나노섬유웹이 일정 수준의 기계적 물성을 갖기 때문에, 수처리 운전 중 필터여재의 형상이나 구조 변형 및 손상이 최소화되고 유로가 원활히 확보되어 높은 유량을 가질 수 있다.
- [0034] 또한, 본 발명의 필터여재는 역세척시 가해지는 높은 압력에도 필터여재의 뛰어난 내구성으로 인해 연장된 사용 주기를 가짐과 동시에 우수한 여과효율 및 수투과도를 가짐에 따라서 각종 수처리 분야에서 다양하게 응용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0035] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 필터여재의 단면도,
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 필터여재를 합치시키는 모식도로서, 도 2a는 나노섬유웹과 제2지지체를 합치시키는 것을 나타낸 도면이고, 도 2b는 합치된 나노섬유웹과 제2지지체를 제1지지체의 양면에 배치하여 합치시키는 것을 나타낸 도면, 그리고,
 도 3은 발명의 일 실시예에 의한 평판형 필터유닛의 도면으로써, 도 3a는 필터유닛의 사시도, 도 3b는 도 3a의 X-X' 경계선의 단면도를 기준으로 한 여과흐름을 나타낸 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 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.
- [0037] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 의한 필터여재(1000)는 다수의 기공을 가지는 제1지지체(130), 상기 제1지지체(130)의 상, 하부에 각각 배치되고, 3차원 네트워크 구조를 형성한 나노섬유를 포함하는 나노섬유웹(111, 112) 및 상기 제1지지체(130) 및 나노섬유웹(111, 112) 사이에 각각 개재된 다수의 기공을 가지는 제2지지체(121, 122)를 포함한다.
- [0038] 먼저, 본 발명에 따른 필터여재(1000)에 구비되는 각 구성에 대해 설명하기에 앞서, 본 발명에 따른 필터여재(1000)에 구비되는 나노섬유웹(111, 112)이 하기 조건들을 만족해야 하는 이유에 대해 설명한다.
- [0039] 통상적으로 여과 효율을 향상시키기 위해서 나노섬유웹을 박형화시키고 복수 개로 구비시키는 방법이 있는데 이때, 박형화된 나노섬유웹을 포함하는 필터여재의 안정성을 확보하기 위해 일정 수준 이상의 기계적 물성을 가지는 나노섬유웹이 요구된다. 상기 나노섬유웹의 기계적 물성은 상기 나노섬유웹을 구성하는 나노섬유의 기계적 물성에 직/간접적인 영향을 받으므로, 나노섬유의 기계적 물성을 조절하여 안정성이 확보된 필터여재를 구현할 수 있다.
- [0040] 다만 이 경우, 나노섬유의 기계적 물성들은 각각 독립적인 인자로 작용하는 것이 아니기 때문에, 최적의 안정성이 확보될 수 있도록 나노섬유의 각 기계적 물성들을 상호 조절하여야 한다. 예를 들어 나노섬유에 장력을 가하여 나노섬유가 끊어질 때의 힘을 나타내는 인장강도와 나노섬유에 장력을 가하여 늘어난 길이에 대한 회복길이의 백분율을 나타내는 탄성회복률은 모두 나노섬유의 길이 방향에 대한 물성을 나타내는 면에서 동일하지만, 인장강도는 취성에 대한 물성인 반면 탄성회복률은 연성 및 탄성에 대한 물성인 면에서 차이가 있으므로 양자를 모두 만족할 수 있는 기계적 물성에 대한 연구가 필요하다.
- [0041] 또한 상기 나노섬유의 기계적 물성들은 어느 하나가 만족되면 다른 하나가 만족될 수 없는 트레이드 오프(trade-off) 관계에 놓여 있을 수 있다. 예를 들어 상술한 나노섬유웹 전체의 인장강도는, 나노섬유웹의 기공도 및 평균 공경과 트레이드 오프 관계에 놓여 있을 수 있다. 일반적으로 수투과도를 증가시키기 위하여 공경의 크기를 증가시키거나 공경의 비율을 증가시키면 나노섬유웹의 인장 강도가 저하되므로, 목적하는 만큼의 수투과도와 여과 효율을 나타내면서도 안정성이 확보된 필터여재를 구현하기 위해 전술한 기계적 물성들의 조절이 필요하다.
- [0042] 이에 따라, 본 발명에 따른 필터여재(1000)에 구비되는 나노섬유웹(111, 112)은 하기 조건 (1) 내지 (3)을 만족하고, 조건 (4)를 만족할 수 있다.
- [0043] 먼저, 상기 나노섬유웹(111, 112)은 조건 (1)으로써, 연신율이 25% 이상이고, 바람직하게는 30% 이상일 수 있다. 본 발명에서와 같이 상기 나노섬유로 구성된 나노섬유웹이 필터여재로 사용될 때, 상기 나노섬유웹은 여과액의 압력 및/또는 역세척 시의 압력을 견딜 수 있어야 하며, 압력에 의해 분절 및 파손이 예방되어야 필터로서의 기능이 유지될 수 있다. 상기 연신율이란 국부적인 수축을 일으키지 않고 나노섬유웹이 늘어난 길이의 최초 길이에 대한 백분율을 의미하며, 만일 상기 나노섬유웹의 연신율이 25% 미만이면 여과액 및/또는 역세척 시의 압력에 의해 나노섬유웹이 쉽게 변형되거나 분절 및 파손되어 나노섬유웹의 내구성 및 안정성을 확보할 수 없으며, 수명이 저하될 우려가 있다. 다만, 연신율이 너무 높은 경우 나노섬유가웹이 늘어남으로 인한 기계적 강도가 저하될 수 있으므로, 목적하는 피여과액 및 필터여재의 크기 및 기공 등을 고려하여 적절히 선택될 수 있다.
- [0044] 다음, 상기 나노섬유웹(111, 112)은 조건 (2)으로써, 통기도가 0.1 ~ 2.00cfm이고, 바람직하게는 통기도가 0.3 ~ 1.8cfm일 수 있다. 일반적인 필터분야에서는 굽기가 가는 섬유로 필터여재를 구성하거나, 가로 및 세로방향으로 균일하게 배치시켜 통기도를 향상시킬 수 있다. 그러나 본 발명과 같이 나노섬유로 구성된 필터여재를 사용하는 경우, 일정 수준 이상의 통기도를 확보하기 위해 나노섬유웹을 조밀하게 설계할 경우, 나노 섬유의 강성으로 인한 기계적 강도가 저하되는 문제가 발생할 수 있으므로, 본 발명에 따른 필터여재의 사용 목적, 크기 및 종류를 고려하여 일정 수준의 기계적 강도를 가지도록 설계되어야 한다. 만일 상기 나노섬유웹의 통기도가 0.1cfm 미만이면 나노섬유웹은 높은 기계적 강도를 가질 수 있으나, 작은 통기도로 인한 수투과도의 감소할 수 있고, 통기도가 2cfm을 초과하면 높은 통기도로 인하여 여과효율의 감소 및 역세척 시 문제가 발생할 수 있고 또한 여과액 및/또는 역세척 압력에 의하여 나노섬유웹이 붕괴될 우려가 있다.
- [0045] 다음, 상기 나노섬유웹(111, 112)은 조건 (3)으로써, 기공도가 40% ~ 85%이고, 바람직하게는 기공도가 60% ~

80%일 수 있다. 만일 상기 나노섬유웹의 기공도가 40% 미만이면 기공도가 작아져서 여과 및/또는 역세척 시 나노섬유웹이 받는 압력이 증가하여 나노섬유웹이 기계적 변형이 유발될 수 있고, 나노섬유웹을 구성하는 나노섬유의 밀도가 증가하여 수투과도가 저하될 수 있으며, 기공도가 85%를 초과하면 여과효율 및 역세척에 대한 내구성 저하될 수 있다.

[0046] 다음, 상기 나노섬유웹(111, 112)은 조건 (4)로써, $2 \leq (\text{중방향(MD)의 인장강도(kgf/mm}^2) \times \text{횡방향(TD)의 인장강도(kgf/mm}^2)) \leq 25$ 을 만족할 수 있고, 바람직하게는 $3 \leq (\text{중방향(MD)의 인장강도(kgf/mm}^2) \times \text{횡방향(TD)의 인장강도(kgf/mm}^2)) \leq 20$ 을 만족할 수 있다. 상기 MD 방향의 인장강도는 나노섬유가 방사되어 나오는 방향에 대한 나노섬유웹의 인장강도를 의미하고, 상기 TD 방향은 횡방향 즉, 나노섬유가 방사되어 나오는 방향에 대하여 수직인 방향을 의미한다. 만일 상기 중방향의 인장강도와 횡방향의 인장강도의 곱이 2 미만이면 나노섬유웹이 역세척 시의 압력을 견디지 못하고 휘거나 나노섬유웹을 구성하는 나노섬유가 끊어질 수 있고, 곱이 10을 초과하면 나노섬유웹의 인장강도가 과도함에 따라 역세척의 내구성이 좋지 않을 수 있고, 여과액에 의한 기계적 변형이 유발될 수 있다.

[0047] 이와 같이 상기 나노섬유웹은 상술한 인장강도, 연신율, 기공도 및 통기도를 만족함으로써, 나노섬유웹의 일정 수준 이상의 기계적 강도를 유지하여 안정성과 내구성을 담보할 수 있다. 또한 나노섬유웹을 구비한 필터여재의 여과효율을 향상시키기 위하여 복수 개의 나노섬유웹을 구비한 카트리지 형태로 구현할 경우, 상기 물성을 만족하는 나노섬유웹으로 인해, 박형화에 따른 기계적 강도 저하를 방지하면서도 동시에 압력 손실을 예방하고 여과효율을 향상시킬 수 있으므로 수처리 필터분야를 포함한 다양한 필터분야에서의 응용이 가능한 장점이 있다.

[0048] 다음, 상기 나노섬유웹(111, 112)을 형성하는 나노섬유는 공지된 섬유형성성분으로 형성된 것일 수 있다. 다만 바람직하게는 우수한 내화학적 및 내열성을 발현하기 위해 불소계 화합물을 섬유형성성분으로 포함할 수 있고, 이를 통해 피처리수가 강산/강염기의 용액이거나 온도가 높은 용액일지라도 필터여재의 물성 변화 없이 목적하는 수준으로 여과효율/유량을 확보 및 오랜 사용주기를 가질 수 있는 이점이 있다. 상기 불소계 화합물은 나노섬유로 제조될 수 있는 공지된 불소계 화합물의 경우 제한 없이 사용될 수 있으며, 일례로, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)계, 테트라플루오로에틸렌-피플루오로알킬 비닐 에테르 공중합체(PFA)계, 테트라플루오로에틸렌-헥사플루오로프로필렌 공중합체(FEP)계, 테트라플루오로에틸렌-헥사플루오로프로필렌-피플루오로알킬 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 내화학적이 우수한 측면에서 폴리비닐리덴플루오라이드(PVDF)일 수 있다. 이때, 상기 나노섬유가 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.

[0049] 또한, 상기 나노섬유는 평균직경이 50 ~ 450nm, 바람직하게는 평균직경이 150 ~ 400nm, 일례로 상기 나노섬유는 평균직경이 300nm일 수 있다. 만일 상기 나노섬유의 평균직경이 50nm 미만이면 기공도 및 투과도가 저하될 수 있고, 평균직경이 450nm를 초과하면 여과효율이 저하되고 인장강도가 저하될 수 있다.

[0050] 그리고, 상기 나노섬유웹(111,112)의 두께는 0.5 ~ 200 μ m, 일례로 20 μ m일 수 있으나, 목적하는 수투과도 및 여과효율을 고려하여 적절히 변경될 수 있음에 따라, 본 발명에서는 이를 특별히 제한하지 않는다.

[0051] 또한, 상기 나노섬유웹(111, 112)은 평량이 5 ~ 30 g/m², 바람직하게는 평량이 7 ~ 20 g/m²일 수 있고, 일례로 10g/m²일 수 있다. 만일 상기 나노섬유웹의 평량이 5 g/m² 미만이면 인장강도와 신율이 저하되어 여과액 및/또는 역세척 시의 압력에 의해 나노섬유웹이 쉽게 변형되거나 분절 및 파손되어 나노섬유웹의 내구성 및 안정성을 담보할 수 없으며, 수명이 저하될 수 있고, 여과효율이 저하될 수 있다. 또한, 만일 상기 나노섬유웹의 평량이 30 g/m² 미만이면 수투과도가 저하될 수 있고, 역세척의 내구성이 좋지 않을 수 있다.

[0052] 또한, 상기 나노섬유웹(111, 112)은 평균공경이 0.1 ~ 3 μ m, 바람직하게는 0.15 ~ 2 μ m일 수 있다. 만일 상기 나노섬유웹(111, 112)의 평균공경이 0.1 μ m 미만이면 피여과액에 대한 수투과도가 저하될 수 있고, 평균공경이 3 μ m를 초과하면 오염 물질에 대한 여과효율이 좋지 않을 수 있다.

[0053] 또한, 상기 나노섬유웹(111,112)은 한층 이상으로 필터여재(1000)에 구비될 수도 있고, 이때 각 나노섬유웹의 기공도, 공경, 평량 및/또는 두께 등은 상이할 수 있다.

[0054] 이하, 필터여재(1000)에 구비되는 다른 구성에 대해 구체적으로 설명한다.

[0055] 먼저, 상기 제1지지체(130)는 필터여재(1000)를 지지하고 큰 유로를 형성하여 여과공정 또는 역세척공정을 보다

원활히 수행하는 기능을 담당한다. 구체적으로 여과과정에서 필터여재의 밖보다 내부가 낮은 압력이 되도록 압력구배가 형성될 경우 필터여재는 압착될 수 있는데, 이 경우 여과액이 필터여재 내부에서 흐를 수 있는 유로가 현저히 줄어들거나 차단됨에 따라서 필터여재에 더 큰 차압이 걸리는 동시에 유량이 현저히 저하될 수 있는 문제가 있다. 또한, 역세척 과정에서 필터여재의 내부에서 외부 양방향을 향해 팽창시키는 외력이 가해질 수 있는데 기계적 강도가 낮은 경우 가해지는 외력으로 인해 필터여재가 손상되는 문제가 있을 수 있다.

- [0056] 제1지지체(130)는 여과과정 및/또는 역세척과정에서 발생하는 위와 같은 문제들을 방지하기 위해 구비되며, 수처리 분야에서 사용되며, 기계적 강도가 담보되는 공지된 다공성 부재일 수 있으며, 일례로 상기 제1지지체는 부직포, 직물 또는 원단일 수 있다.
- [0057] 상기 직물은 직물에 포함되는 섬유가 종횡의 방향성이 있는 것을 의미하며, 구체적인 조직은 평직, 능직 등일 수 있으며, 경사와 위사의 밀도는 특별히 한정하지 않는다. 또한, 상기 편물은 공지된 니트조직일 수 있으며, 위편물, 경편물 등일 수 있고, 일례로 원사가 경편성된 트리코트(Tricot)일 수 있다. 또한, 도 1과 같이 제1지지체(130)는 섬유(130a)에 종횡의 방향성이 없는 부직포일 수 있고, 케미컬본딩 부직포, 썬멜본딩 부직포, 에어레이 부직포 등의 건식부직포나 습식부직포, 스판레스 부직포, 니들펀칭 부직포 또는 매트블로우과 같은 다양한 방법으로 제조되는 공지된 부직포를 사용할 수 있다.
- [0058] 상기 제1지지체(130)는 충분한 기계적 강도를 발현하고, 역세척에 따른 내구성 저하를 방지하기 위하여 필터여재 전체 두께의 90% 이상의 두께를 차지할 수 있다. 일례로, 상기 제1지지체(130)의 두께는 2 ~ 8mm일 수 있고, 보다 바람직하게는 2 ~ 5mm, 보다 더 바람직하게는 3 ~ 5mm일 수 있으며, 일례로 상기 제1지지체(130)는 두께가 5mm일 수 있다. 두께가 2mm 미만일 경우 낮은 역세척에 견딜 수 있는 충분한 기계적 강도를 발현하지 못할 수 있다. 또한, 두께가 8mm를 초과할 경우 필터여재가 후술하는 필터유닛으로 구현된 후 복수개의 필터유닛을 한정된 공간의 필터모듈로 구현할 때, 모듈의 단위 부피당 필터여재의 집적도가 감소할 수 있다.
- [0059] 바람직하게는 상기 제1지지체(130)는 상기 두께 조건을 만족하는 동시에 평량이 250 ~ 800 g/m²일 수 있고, 보다 바람직하게는 350 ~ 600g/m²일 수 있으며, 일례로 상기 제1지지체(130)는 평량이 500 g/m²일 수 있다. 만일 평량이 250 g/m² 미만인 경우 충분한 기계적 강도를 발현하기 어려울 수 있고, 제2지지체와의 부착력이 감소하는 문제점이 있으며, 만일 평량이 800 g/m²를 초과할 경우 충분한 유로를 형성하지 못해 유량이 감소하며, 차압 증가로 인한 원활한 역세척이 어려운 문제가 있을 수 있다.
- [0060] 또한, 상기 제1지지체(130)가 부직포와 같이 섬유로 형성된 경우 상기 섬유의 평균직경은 5 ~ 50 μ m, 바람직하게는 20 ~ 50 μ m일 수 있고, 일례로, 상기 섬유의 평균직경은 35 μ m일 수 있다. 또한, 상기 제1지지체(130)는 평균공경이 20 ~ 200 μ m, 바람직하게는 30 ~ 180 μ m일 수 있고, 일례로 상기 제1지지체(130)는 평균공경이 100 μ m일 수 있으며, 기공도는 50 ~ 90%, 바람직하게는 55 ~ 85%일 수 있고, 일례로 상기 제1지지체(130)는 기공도가 70%일 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니며, 여과과정 및/또는 역세척 과정에서 상술한 나노섬유웹(111,112)을 지지하여 목적하는 수준의 기계적 강도를 발현시킴과 동시에 높은 압력에도 유로를 원활히 형성시킬 수 있을 정도의 기공도 및 공경 크기이면 제한이 없다.
- [0061] 상기 제1지지체(130)는 분리막의 지지체로 사용되는 재질인 경우 그 재질에 있어서 제한은 없다. 이에 대한 비제한적인 예로써, 폴리에스테르계, 폴리우레탄계, 폴리올레핀계 및 폴리아미드계로 이루어진 군에서 선택되는 합성 고분자성분; 또는 셀룰로오스계를 포함하는 천연 고분자성분이 사용될 수 있다. 다만, 제1지지체가 브리틀한 물성이 강할 경우 제1지지체와 제2지지체를 합치시키는 공정에서 목적하는 수준의 결합력을 기대하기 어려울 수 있는데, 이는 제1지지체가 필름과 같이 표면이 매끄러운 상태가 아니라 다공성을 형성하면서 표면이 거시적으로 울퉁불퉁한 형상일 수 있고, 부직포와 같이 섬유들로 형성된 표면은 섬유들의 배치, 섬유의 섬도 등에 따라서 표면이 매끄럽지 못하며, 위치별로도 그 정도가 상이할 수 있기 때문이다. 만일 합치되는 두 층간 계면에 밀착되지 않은 부분이 존재한 채로 나머지 부분들이 접합될 경우 밀착되지 않은 부분으로 인해 층간 분리가 시작될 수 있다. 이를 해결하기 위해서는 두 층의 양방에서 압력을 가해 두 층의 밀착 정도를 높인 상태에서 합지공정을 수행할 필요가 있는데, 만일 브리틀한 물성이 강한 지지체의 경우 압력이 가해져도 두 층간 계면의 밀착성을 높이는 데 한계가 있고, 더 큰 압력을 가할 경우 지지체가 파손될 수도 있어서 제1지지체의 재질은 유연성이 좋고, 신율이 높은 재질이 적합할 수 있으며, 바람직하게는 제2지지체(121,122)와 우수한 밀착성을 가질 수 있도록 제1지지체(130)는 폴리올레핀계 재질 일 수 있다.
- [0062] 한편, 상기 제1지지체(130)는 별도의 접착제나 접착층 없이도 제2지지체(121,122)와의 결속되기 위하여 저융점 성분을 포함할 수 있다. 상기 제1지지체(130)가 부직포와 같은 원단일 경우 저융점 성분을 포함하는 제1복합섬유(130a)로 제조된 것일 수 있다. 상기 제1복합섬유(130a)는 지지성분 및 저융점 성분을 포함하여 상기 저융점

성분의 적어도 일부가 외부면에 노출되도록 배치된 것일 수 있다. 일례로, 지지성분이 코어부를 형성하고, 저융점 성분이 상기 코어부를 둘러싸는 시스부를 형성한 시스-코어형 복합섬유나, 지지성분의 일측에 저융점 성분이 배치되는 사이드-바이-사이드 복합섬유일 수 있다. 상기 저융점 성분 및 지지 성분은 상술한 것과 같이 지지체의 유연성 및 신을 측면에서 바람직하게는 폴리올레핀계일 수 있고, 일례로 지지성분은 폴리프로필렌, 저융점 성분은 폴리에틸렌일 수 있다. 이때, 상기 저융점 성분의 용점은 60 ~ 180°C일 수 있다.

- [0063] 다음으로, 상술한 제1지지체(130) 및 나노섬유웹(111, 112)의 양면에 배치되는 제2지지체(121,122)에 대하여 설명한다.
- [0064] 상기 제2지지체(121,122)는 상술한 나노섬유웹(111,112)을 지지하고, 필터여재에 구비되는 각 층의 접합력을 증가시키는 기능을 담당한다.
- [0065] 상기 제2지지체(121,122)는 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 있으며, 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, 썬멜본딩 부직포, 에어레이 부직포 등의 건식부직포나 습식부직포, 스펀레스 부직포, 니들펀칭 부직포 또는 벨트블로우와 같은 공지된 방법으로 제조된 부직포를 사용할 수 있다.
- [0066] 상기 제2지지체(121,122)는 일례로 부직포일 수 있는데, 이때 상기 제2지지체(121,122)를 형성하는 섬유는 평균 직경이 5 ~ 30 μm 일 수 있다. 또한, 상기 제2지지체(121,122)의 두께는 150 ~ 250 μm 일 수 있고, 보다 바람직하게는 160 ~ 240 μm 일 수 있으며, 일례로 200 μm 일 수 있다.
- [0067] 또한, 상기 제2지지체(121,122)는 평균공경이 20 ~ 100 μm 일 수 있으며, 기공도는 50 ~ 90%일 수 있다. 다만, 이에 제한되는 것은 아니며, 상술한 나노섬유웹(111,122)을 지지하여 목적하는 수준의 기계적 강도를 발현시킴과 동시에 나노섬유웹(111,122)을 통해 유입되는 여과액의 흐름을 저해시키지 않을 정도의 기공도, 및 공경크기이면 제한이 없다. 일례로, 상기 제2지지체(121, 122)는 평균공경이 60 μm , 기공도는 70%일 수 있다.
- [0068] 또한, 상기 제2지지체(121,122)의 평량은 35 ~ 80 g/m^2 , 보다 바람직하게는 40 ~ 75 g/m^2 일 수 있고, 일례로, 40 g/m^2 일 수 있다. 만일 평량이 35 g/m^2 미만일 경우 나노섬유웹(111,112)과 형성하는 계면에 분포하는 제2지지체를 형성하는 섬유의 양이 적을 수 있고, 이에 따라서 나노섬유웹과 접하는 제2지지체의 유효접촉면적의 감소로 목적하는 수준의 결합력을 발현할 수 없을 수 있다. 또한, 나노섬유웹을 지지할 수 있을 충분한 기계적 강도를 발현하지 못할 수 있고, 제1지지체와의 부착력이 감소하는 문제점이 있을 수 있다. 또한, 만일 평량이 80 g/m^2 을 초과할 경우 목적하는 수준의 유량을 확보하기 어려울 수 있고, 차압이 증가하여 원활한 역세척이 어려운 문제가 있을 수 있다.
- [0069] 상기 제2지지체(121,122)는 필터여재의 지지체로 사용되는 재질인 경우 그 재질에 있어서 제한은 없다. 이에 대한 비제한적인 예로써, 폴리에스테르계, 폴리우레탄계, 폴리올레핀계 및 폴리아미드계로 이루어진 군에서 선택되는 합성고분자 성분; 또는 셀룰로오스계를 포함하는 천연 고분자성분이 사용될 수 있다.
- [0070] 다만, 상기 제2지지체(121,122)는 상술한 나노섬유웹(111,112) 및 제1지지체(130)와의 밀착력 향상을 위해 폴리올레핀계 고분자성분일 수 있다. 또한, 상기 제2지지체(121,122)가 부직포와 같은 원단일 경우 저융점 성분을 포함하는 제2복합섬유(121a)로 제조된 것일 수 있다. 상기 제2복합섬유(121a)는 지지성분 및 저융점 성분을 포함하여 상기 저융점 성분의 적어도 일부가 외부면에 노출되도록 배치된 것일 수 있다. 일례로, 지지성분이 코어부를 형성하고, 저융점 성분이 상기 코어부를 둘러싸는 시스부를 형성한 시스-코어형 복합섬유나, 지지성분의 일측에 저융점 성분이 배치되는 사이드-바이-사이드 복합섬유일 수 있다. 상기 저융점 성분 및 지지 성분은 상술한 것과 같이 지지체의 유연성 및 신을 측면에서 바람직하게는 폴리올레핀계일 수 있고, 일례로 지지성분은 폴리프로필렌, 저융점 성분은 폴리에틸렌일 수 있다. 이때, 상기 저융점 성분의 용점은 60 ~ 180°C일 수 있다.
- [0071] 만일 상술한 제1지지체(130)가 상기 제2지지체(121,122)와 더욱 향상된 결합력을 발현하기 위하여 저융점 성분을 포함하는 제1복합섬유(130a)로 구현될 경우 제1지지체(130) 및 제2지지체(121) 간 계면에 제1복합섬유(130a)의 저융점 성분 및 제2복합섬유(121a)의 저융점 성분들의 융착으로 인한 더욱 견고한 융착부를 형성할 수 있다. 이때, 상기 제1복합섬유(130a) 및 제2복합섬유(121a)는 상용성 측면에서 동종의 재질일 수 있다.
- [0072] 한편, 본 발명의 일실시예에 의한 필터여재(1000)는 부착공정을 보다 안정적이고 용이하게 수행할 수 있고, 각 층 간의 계면에서 현저히 우수한 결합력을 발현하며, 역세척 등으로 인해 높은 외력이 가해져도 층간 분리, 박

리 문제를 최소화할 수 있도록 하기 위하여, 제1지지체(130)와 나노섬유웹(111, 112)을 직접 대면시키지 않고, 그 보다 두께가 얇은 제2지지체(121, 122)를 개재시킨다.

- [0073] 이를 도 2a를 통해 설명하면, 필터여재의 전체 두께에 대해 10% 미만을 차지하는 제2지지체(3)는 나노섬유웹(2)과의 두께 차이가 나노섬유웹(2)과 제1지지체(1)간의 두께 차이에 비해 현저히 적어짐에 따라서 나노섬유웹(2)/제2지지체(3)의 적층체 상방, 하방에서 가해지는 열(H1,H2)이 이들 간 계면에 도달하여 용착부(B)를 형성하기가 용이하다. 또한, 가해주는 열의 양과 시간을 조절하기가 용이함에 따라서 나노섬유웹(2)의 물리/화학적 변형 방지에 유리함에 따라서 도 2a와 같이 제2지지체(3)에 나노섬유웹(2)이 결합된 경우 초도에 설계된 나노섬유웹(2)의 물성 변화 없이 도 2b에 도시된 바와 같이 지지체상에 우수한 접착력으로 나노섬유를 결합시킬 수 있는 이점이 있다.
- [0074] 상술한 필터여재(1000)는 후술하는 제조방법으로 제조될 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0075] 본 발명에 따른 필터여재(1000)는 (1) 나노섬유웹 및 제2지지체를 합지하는 단계; 및 (2) 상기 제2지지체가 제1지지체와 맞닿도록 제1지지체의 양면에 각각 상기 합지된 나노섬유웹 및 제2지지체를 배치시켜 합지시키는 단계;를 포함하여 제조될 수 있다.
- [0076] 먼저, 나노섬유웹 및 제2지지체를 합지하는 (1) 단계를 설명한다.
- [0077] 상기 나노섬유웹은 나노섬유를 구비하여 3차원 네트워크 형상의 섬유웹을 형성시키는 방법의 경우 제한 없이 사용될 수 있고, 바람직하게는 상기 나노섬유웹은 불소계 화합물을 포함하는 방사용액을 제2지지체 상에 전기방사하여 나노섬유웹을 형성할 수 있다.
- [0078] 상기 방사용액은 섬유형성성분으로써, 일예로 불소계 화합물과, 용매를 포함할 수 있다. 상기 불소계 화합물은 방사용액에 5 ~ 30 중량%, 바람직하게는 8 ~ 20중량%로 포함됨이 좋고, 일예로 상기 불소계 화합물은 방사용액에 15 중량%로 포함될 수 있다. 만일 불소계 화합물이 5 중량% 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.
- [0079] 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 디메틸 설폭사이드, 디메틸포름아미드로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상을 포함할 수 있다. 일예로 상기 용매는 디메틸아세트아미드와 아세톤의 혼합용매일 수 있다.
- [0080] 상기 제조된 방사용액은 공지된 전기방사 장치 및 방법을 통해 나노섬유로 제조될 수 있다. 일예로, 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.
- [0081] 상기 전기방사장치에 교반시킨 방사용액을 투입시켜 콜렉터, 일예로 종이 상에 전기방사시킬 경우 나노섬유로 형성된 나노섬유웹을 수득할 수 있다. 상기 전기방사를 위한 구체적 조건은 일예로써, 방사팩의 노즐에 구비되는 에어분사 노즐은 에어 분사의 에어압은 0.01 ~ 0.2 MPa 범위로 설정될 수 있다. 만약 에어압이 0.01MPa 미만인 경우 포집, 집적에 기여를 하지 못하며, 0.2 MPa를 초과하는 경우 방사노즐의 콘을 굳게 하여 니들을 막는 현상이 발생하여 방사 트러블이 발생할 수 있다. 또한, 상기 방사용액을 방사할 때, 노즐 당 방사용액의 주입속도 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.
- [0082] 또는, 상술한 제2지지체 상에 나노섬유를 직접 전기방사 시킴으로써 나노섬유웹을 제2지지체상에 직접 형성시킬 수 있다. 상기 제2지지체 상에 축적/수집된 나노섬유는 3차원 네트워크 구조를 가지며, 목적하는 분리막의 수투과도, 여과효율을 발현하기에 적합한 기공율, 공경, 평량 등을 보유하기 위해 열 및/또는 압력이 축적/수집된 나노섬유에 더 가해짐으로써 3차원 네트워크 구조를 가지는 나노섬유웹으로 구현될 수 있다. 상기 열 및/또는 압력을 가하는 구체적인 방법은 공지된 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 용매

와 수분을 일부 또는 전부 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.

- [0083] 한편, 제2지지체가 저융점 복합섬유로 구현된 것일 경우 상기 캘린더링 공정을 통하여 나노섬유웹과 제2지지체의 열융착을 통한 결속을 동시에 진행시킬 수 있다.
- [0084] 또한, 제2지지체 및 나노섬유웹을 결속시키기 위해 별도의 핫멜트 파우더나 핫멜트 웹을 더 개재시킬 수도 있다. 이때 가해지는 열은 60 ~ 190℃일 수 있으며, 압력은 0.1 ~ 10 kgf/cm²로 가할 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다. 그러나 결속을 위하여 별도 더해지는 핫멜트 파우더와 같은 성분들은 흠(Hum)을 생성시키거나 지지체간, 지지체와 나노섬유간 합지공정에서 용융되어 기공을 폐쇄시키는 경우가 빈번히 발생하여 초도 설계된 필터여재의 유량을 달성할 수 없을 수 있다. 또한, 수처리과정에서 용해될 수 있어서 환경적으로 부정적 문제를 야기시킬 수 있어서 바람직하게는 포함시키지 않고 제2지지체 및 나노섬유웹을 결속시키는 것이 좋다.
- [0085] 다음으로 후술하는 (2) 단계 수행 전, 상기 나노섬유웹에 친수성 코팅층 형성조성물을 처리하여 친수성 코팅층을 형성시키는 단계를 더 수행할 수 있다.
- [0086] 구체적으로 본 단계는 나노섬유웹에 친수성 코팅층 형성조성물을 처리하는 단계; 및 상기 친수성 코팅층 형성조성물을 열처리하여 친수성 코팅층을 형성시키는 단계;를 포함하여 수행될 수 있다.
- [0087] 먼저 친수성 코팅층 형성조성물은 친수성 성분 및 가교성 성분을 포함할 수 있고, 일례로 폴리비닐알코올, 카르복시기를 포함하는 가교제 및 이들을 용해시키는 용매, 일례로 물을 포함할 수 있다. 상기 친수성 코팅층 형성조성물은 폴리비닐알코올 100 중량부에 대하여 가교제를 2 ~ 20 중량부, 용매를 1,000 ~ 100,000 중량부로 포함할 수 있다.
- [0088] 한편, 제조된 나노섬유웹을 형성하는 나노섬유가 불소계 화합물을 포함할 경우 소수성이 강함에 따라서 상술한 친수성 코팅층 형성조성물을 처리하더라도 코팅층이 표면에 제대로 형성되지 못할 수 있다. 이에 따라서 친수성 코팅층 형성조성물이 나노섬유 외부면에 잘 젖도록 하기 위하여 상기 친수성 코팅층 형성조성물은 젖음성 개선제를 더 포함할 수 있다.
- [0089] 상기 젖음성 개선제는 소수성의 나노섬유 외부면의 친수성 용액에 대한 젖음성을 향상시킬 수 있는 동시에 친수성 코팅층 형성조성물에 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 있다. 또한, 상기 젖음성 개선제는 친수성 코팅층 형성조성물에 구비되는 폴리비닐알코올 100 중량부에 대하여 1,000 ~ 100,000 중량부로 포함될 수 있다. 만일 젖음성 개선제가 1000 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 100,000 중량부를 초과하여 포함될 경우 젖음성 향상정도가 미미할 수 있고, 친수성 코팅층 형성조성물에 구비되는 폴리비닐알코올 및 가교제의 농도가 낮아져 친수성 코팅층의 형성이 원활하지 못할 수 있는 문제가 있다.
- [0090] 한편, 친수성 코팅층 형성조성물에 젖음성 개선제를 구비시키지 않고, 상기 나노섬유웹에 젖음성 개선제를 전처리한 후 친수성 코팅층 형성조성물을 처리하여 친수성 코팅층을 형성시킬 수도 있다. 다만, 젖음성 개선제를 기공에 담지한 상태의 나노섬유웹을 친수성 코팅층 형성조성물에 침지시 기공에 담지된 젖음성 개선제가 나노섬유웹에서 빠져 나오고, 동시에 친수성 코팅층 형성조성물이 상기 기공에 침투하는데 소요되는 시간이 길어 제조시간이 연장되는 문제가 있다. 또한, 친수성 코팅층 형성조성물의 침투정도가 나노섬유웹의 두께 및 기공의 직경에 따라 상이함에 따라서 친수성 코팅층이 섬유웹의 위치별로 불균일하게 형성될 수 있는 문제가 있다. 나아가 친수성 코팅층이 불균일하게 형성됨에 따라서 나노섬유웹의 일부분에서는 기공이 친수성 코팅층으로 폐쇄되는 문제가 있고, 이 경우 초도 설계된 나노섬유웹의 기공구조가 변화하게 됨에 따라서 목적하는 유량을 획득할 수 없는 문제가 있어서 친수성 코팅층 형성조성물에 젖음성 개선제를 구비시키는 것이 나노섬유웹의 기공구조를 변경시키지 않으면서도 제조시간의 단축, 제조공정의 간소화 및 친수성코팅층의 형성성 향상을 동시에 달성시키기 에 유리하다.
- [0091] 상술한 친수성 코팅층 형성조성물을 나노섬유웹에 형성시키는 방법은 공지된 코팅방법의 경우 제한 없이 채용할 수 있으며, 일례로, 침지, 스프레이 방법 등을 사용할 수 있다.
- [0092] 이후 나노섬유웹에 처리된 친수성 코팅층 형성조성물을 열처리 하여 친수성 코팅층을 형성시키는 단계;를 수행할 수 있다. 상기 열처리를 통해 친수성 코팅층 형성조성물 중 용매의 건조 공정이 동시에 이루어질 수 있다. 상기 열처리는 건조기에서 수행될 수 있으며, 이때 가해지는 열은 온도가 80 ~ 160℃일 수 있고, 처리시간은 1

분 ~ 60분일 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다.

- [0093] 다음으로 본 발명에 따른 (2) 단계로써, 합지된 제2지지체 및 나노섬유웹에서 상기 제2지지체가 제1지지체와 맞닿도록 제1지지체의 양면에 각각 상기 합지된 나노섬유웹 및 제2지지체를 배치시켜 합지시키는 단계를 수행한다.
- [0094] 상기 (2) 단계는 (2-1) 제1지지체의 양면에 상술한 (1) 단계에서 합지된 제2지지체 및 나노섬유웹을 적층시키는 단계; 및 (2-1) 열 및 압력 중 어느 하나 이상을 가하여 제1지지체 및 제2지지체를 융착시키는 단계;를 포함하여 수행될 수 있다.
- [0095] 상기 (2-2) 단계에서의 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℃일 수 있다. 또한, 캘린더링 공정을 수행할 경우 이를 몇 차로 나누어 복수 회 실시할 수도 있고, 예를 들어 1차 캘린더링 후 2차 캘린더링을 실시할 수도 있다. 이때, 각 캘린더링 공정에서 가해지는 열 및/또는 압력의 정도는 동일하거나 상이할 수 있다. 상기 (2-2) 단계를 통하여 제2지지체와 제1지지체간에 열융착을 통한 결속이 일어날 수 있으며 별도의 접착제나 접착층을 생략할 수 있는 이점이 있다.
- [0096] 한편, 본 발명은 상술한 제조방법에 따라 제조된 필터여재를 포함하여 구현된 평판형 필터유닛을 제공한다.
- [0097] 도 3a에 도시된 바와 같이 상기 필터여재(1000)는 평판형 필터유닛(2000)으로 구현될 수 있다. 구체적으로 상기 평판형 필터유닛(2000)은 필터여재(1000); 및 상기 필터여재(1000)에서 여과된 여과액이 외부로 유출되도록 하는 유로를 구비하고, 상기 필터여재(1000)의 테두리를 지지하는 지지프레임(1100);을 구비한다. 또한, 상기 지지프레임(1100)의 어느 일 영역에는 필터여재(1000)의 외부와 내부 간 압력차를 구배시킬 수 있는 흡입구(110)가 구비될 수 있다. 또한, 상기 지지프레임(1100)에는 나노섬유웹에서 여과된 여과액이 필터여재(1000) 내부의 제2지지체와 제1지지체가 적층된 지지체를 거쳐 외부로 유출될 수 있도록 하는 유로가 형성될 수 있다.
- [0098] 보다 상세히 설명하면, 구체적으로 도 3a와 같은 필터유닛(2000)은 상기 흡입구(110)를 통해 높은 압력의 흡입력을 가할 경우 도 3b와 같이 필터여재(1000)의 외부에 배치되는 피여과액(P)이 필터여재(1000)의 내부를 향하게 되고, 나노섬유웹(101,102)을 거쳐 여과된 여과액(Q1)은 제2지지체/제1지지체가 적층된 지지체(200)를 통해 형성된 유로를 따라 흐른 뒤 외부프레임(1100)에 구비된 유로(E)로 유입되고, 유입된 여과액(Q2)은 상기 흡입구(110)를 통해 외부로 유출될 수 있다.
- [0099] 또한, 도 3a와 같은 평판형 필터유닛(2000)은 복수개가 하나의 외부 케이스에 소정의 간격을 두고 이격하여 구비되는 필터모듈을 구현할 수 있고, 이와 같은 필터모듈이 다시 복수개로 적층/블록화 하여 대형 수처리 장치를 구성할 수도 있다.
- [0101] 본 발명에 따른 필터여재는 나노섬유웹이 일정 수준의 기계적 물성을 갖기 때문에, 수처리 운전 중 필터여재의 형상이나 구조 변형 및 손상이 최소화되고 유로가 원활히 확보되어 높은 유량을 가질 수 있다. 또한, 본 발명의 필터여재는 역세척시 가해지는 높은 압력에도 필터여재의 뛰어난 내구성으로 인해 연장된 사용주기를 가짐과 동시에 우수한 여과효율 및 수투과도를 가짐에 따라서 각종 수처리 분야에서 다양하게 응용될 수 있다.
- [0103] 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.
- [0104] <실시예 1>
- [0105] 먼저, 방사용액을 제조하기 위하여 섬유형성성분으로 폴리비닐리덴플루오라이드(Arkema사, Kynar761) 12g을 디메틸아세트아마이드와 아세톤의 중량비를 70:30으로 혼합한 혼합용매 88g에 80℃의 온도로 6시간 마그네틱바를 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 20cm하였다. 이후 고전압 발생기를 사용하여 방사 노즐 팩(Spin Nozzle Pack)에 40kV 이상의 전압을 부여함과 동시에 방사 팩 노즐 당 0.03MPa의 에어압력을 부여하여 PVDF 나노섬유로 형성된 나노섬유웹을 제조하였다. 제조된 나노섬유웹의 평량은 10 g/m², 평균공경은 0.8 μ m였고, 나노섬유의 평균직경은 300nm였다.
- [0106] 그리고, 나노섬유 외부면에 친수성 코팅층을 형성하기 위하여, 친수성 고분자로 폴리비닐알코올(Kuraray사,

PVA217) 100 중량부에 대하여 용매로 초순수 7143 중량부를 80℃의 온도로 6시간 동안 마그네틱바를 사용하여 용해시켜서 제1혼합액을 제조하고, 상기 제1혼합액의 온도를 상온으로 낮춘 후 상기 친수성 고분자 100 중량부에 대하여 가교제로 폴리(아크릴산-말레산)(Aldrich, PAM)을 15 중량부로 상기 제1혼합액과 혼합하고 상온에서 12시간 동안 용해시켜 제2혼합액을 제조하였다. 그리고, 상기 친수성 고분자 100 중량부에 대하여 이소프로필알코올(덕산화학, IPA) 7143 중량부를 상기 제2혼합액에 첨가하고 2시간 동안 혼합하여 친수성 코팅액을 제조하였다. 그 후, 섬유웹을 제조한 친수성 코팅액에 디핑하고, 110℃에서 5분 동안 건조하여 나노섬유의 외부면에 친수성 코팅층을 형성시켰다.

[0107] 그리고, 이후 제2지지체로 평균두께 200 μ m이며, 용점이 120℃인 폴리에틸렌을 초부로 하고, 폴리프로필렌을 심부로 하는 저융점 복합섬유로 형성된 부직포(㈜남양부직포, CCP40)를 나노섬유웹 일면에 배치시킨 후, 140℃의 온도 및 1kgf/cm²로 열과 압력을 가해 캘린더링 공정을 실시하여 제2지지체와 나노섬유웹을 합지하였다.

[0108] 그 후, 합지한 제2지지체와 나노섬유웹 합지품 2장을 제2지지체가 제1지지체와 맞닿도록 제1지지체의 양면에 배치시켰다. 이때, 상기 제1지지체는 평균두께가 5mm이며, 용점이 약 120℃인 폴리에틸렌을 초부로 하고, 폴리프로필렌을 심부로 하는 저융점 복합섬유로 형성된 부직포(남양부직포, NP450)를 사용하였다. 이후, 140℃의 온도로 열 및 1kgf/cm²의 압력을 가해 필터여재를 제조하였다.

[0110] <실시에 2 ~ 5 및 비교예 1 ~ 6>

[0111] 실시예 1과 동일하게 실시하여 제조하되, 하기 표 1 및 표 2와 같이 나노섬유웹의 평량, 나노섬유의 평균직경 등을 변경하여 표 1 및 표 2와 같은 필터여재를 제조하였다.

[0113] <실험예 1>

[0114] 실시예 및 비교예에서 제조된 각각의 필터여재에 구비되는 나노섬유웹에 대하여 하기의 물성을 평가하여 하기 표 1 및 표 2에 나타내었다.

[0115] **1. 연신율**

[0116] 실시예 및 비교예에서 제조된 각각의 필터여재에 구비되는 나노섬유웹에 대하여 인장강도 시험기를 사용하여 연신율을 측정하였다.

[0117] **2. 통기도**

[0118] 실시예 및 비교예에서 제조된 각각의 필터여재에 구비되는 나노섬유웹에 대하여 공기투과도 시험기(Air Permeability Tester, TEXTEST)를 사용하여 통기도를 측정하였다.

[0119] **3. 기공도**

[0120] 실시예 및 비교예에서 제조된 각각의 필터여재에 구비되는 나노섬유웹에 대하여 기공측정기(Capillary Flow Porometer, PMI)를 사용하여 기공도를 측정하였다.

[0121] **4. 종방향 및 횡방향 인장강도**

[0122] 실시예 및 비교예에서 제조된 각각의 필터여재에 구비되는 나노섬유웹에 대하여 인장강도 시험기를 사용하여 종방향 인장강도 및 횡방향 인장강도를 측정하였으며, 각각의 측정된 종방향 인장강도와 횡방향 인장강도의 값을 하기 표에 나타내었다.

[0124] <실험예 2>

[0125] 실시예 및 비교예에서 제조된 각각의 필터여재를 도 3a와 같은 필터유닛으로 구현하고, 하기의 물성을 평가하여 하기 표 1 및 표 2에 나타내었다.

[0126] **1. 상대적 수투과도 측정**

[0127] 실시예 및 비교예에서 제조된 각각의 필터여재로 구현한 필터유닛에 대하여, 운전압력을 50kPa로 가하여 시편 면적 0.5m² 당 수투과도를 측정 후, 실시예 1의 필터여재의 수투과도를 100으로 기준하여 나머지 실시예 및

비교예에 따른 필터여재의 수투과도를 측정하였다.

[0128] **2. 여과효율 평가**

[0129] 실시예 및 비교예에서 제조된 각각의 필터여재로 구현한 필터유닛에 대하여, 시험용 분진(ISO Test dust A2 fine grades)를 순수에 분산시켜 100 NTU의 탁도를 갖는 혼탁액을 제조하여 여과 전 후의 탁도 측정을 통한 여과효율을 측정하였다.

[0130] **3. 역세척 내구성 평가**

[0131] 실시예 및 비교예에서 제조된 각각의 필터여재로 구현한 필터유닛에 대하여, 물에 침지 후 운전압력을 50kPa로 가하여 시편 면적 0.5m² 당 2분 동안 400LMH의 물을 가압하는 조건으로 역세척을 수행한 후, 어떠한 이상도 발생하지 않는 경우 - ○, 은 항균층의 박리, 층간 박리 등의 어떠한 문제라도 발생하는 경우 - ×로 하여 역세척 내구성을 평가하였다.

[0132] **4. 역세척 후 수투과도 평가**

[0133] 실시예 및 비교예에서 제조된 각각의 필터여재로 구현한 필터유닛에 대하여, 상기 조건으로 역세척을 수행한 후 역세척 후의 수투과도를 측정하였다.

[0134] **5. 역세척 후 여과효율 평가**

[0135] 실시예 및 비교예에서 제조된 각각의 필터여재로 구현한 필터유닛에 대하여, 상기 조건으로 역세척을 수행한 후 역세척 후의 여과효율을 측정하였다.

표 1

[0136]

구분		실시예1	실시예2	실시예3	실시예4	실시예5
나노섬유웹	평량(g/m ²)	10	7	20	10	10
나노섬유	평균직경(nm)	300	300	300	150	400
물성평가	연신율(%)	62	46	69	63	43
	통기도(cfm)	1.2	1.6	0.6	0.4	1.8
	기공도(%)	70	75	55	49	77
	중방향 및 횡방향 인장 강도의 곱(kgf/mm ²)	6.2	3.7	17.2	6.5	3.1
	상대적수투과도(%)	100	103	90	84	106
	여과효율(%)	96	94	97	98	91
	역세척내구성	○	○	○	○	○
	역세척후 수투과도(%)	100	103	90	84	106
	역세척후 여과효율(%)	96	94	97	98	91

표 2

[0137]

구분		비교예1	비교예2	비교예3	비교예4	비교예5
나노섬유웹	평량(g/m ²)	3	35	35	10	3
나노섬유	평균직경(nm)	300	300	100	500	500
물성평가	연신율(%)	22	72	70	26	17
	통기도(cfm)	4.3	0.18	0.07	3.5	6.1
	기공도(%)	86	42	32	87	93
	중방향 및 횡방향 인장 강도의 곱(kgf/mm ²)	1.7	26.3	30.1	1.9	1.1
	상대적수투과도(%)	121	75	62	112	137
	여과효율(%)	72	95	93	69	44
	역세척내구성	×	×	×	○	×
	역세척후 수투과도(%)	131	84	72	112	141
	역세척후 여과효율(%)	37	91	73	69	16

[0138] 상기 표 1 및 표 2에서 볼 수 있듯이, 본 발명에 따른 연신율, 통기도, 기공도 및 중방향 인장강도와 횡방향 인장강도의 곱을 모두 만족하는 실시예1 ~ 5가, 이 중에서 하나라도 만족하지 못하는 비교예 1 ~ 6에 비하여 상대

적 수투과도, 여과효율, 역세척 내구성, 역세척 후 수투과도 및 역세척 후 여과효율이 모두 동시에 우수하였다.

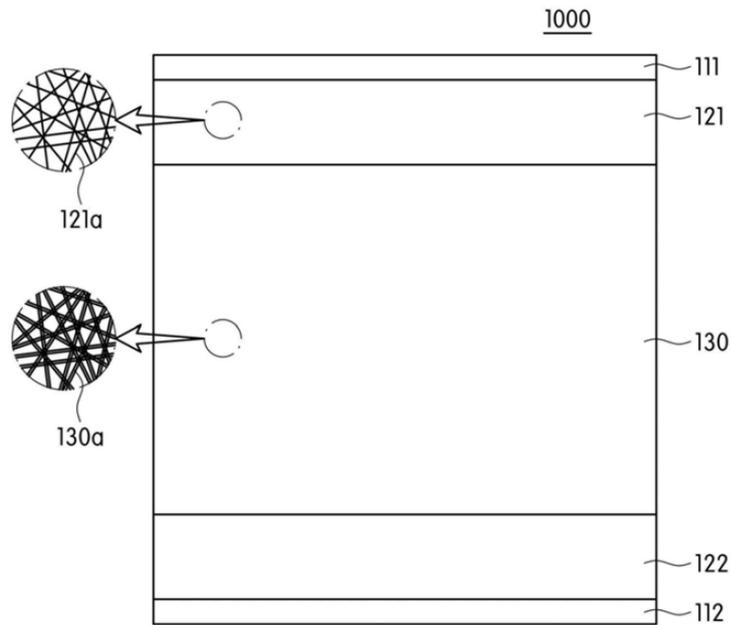
[0140] 이상에서 본 발명의 일 실시 예에 대하여 설명하였으나, 본 발명의 사상은 본 명세서에 제시되는 실시 예에 제한되지 아니하며, 본 발명의 사상을 이해하는 당업자는 동일한 사상의 범위 내에서, 구성요소의 부가, 변경, 삭제, 추가 등에 의해서 다른 실시 예를 용이하게 제안할 수 있을 것이나, 이 또한 본 발명의 사상범위 내에 든다고 할 것이다.

부호의 설명

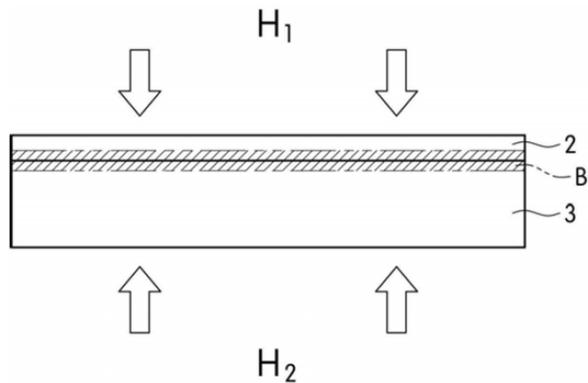
[0142] 101,102,111,112: 나노섬유웹 121,122: 제2지지체
 130: 제1지지체 1000: 필터여재
 2000,2000': 필터유닛

도면

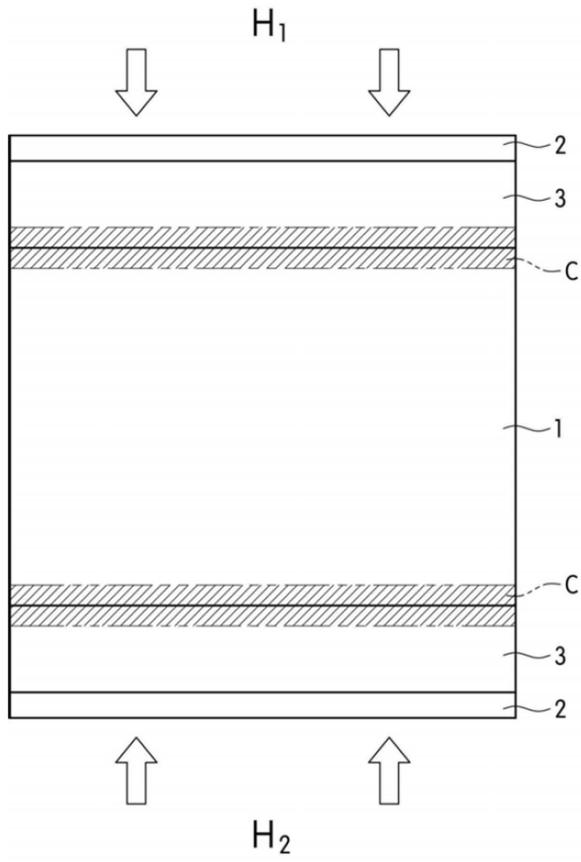
도면1



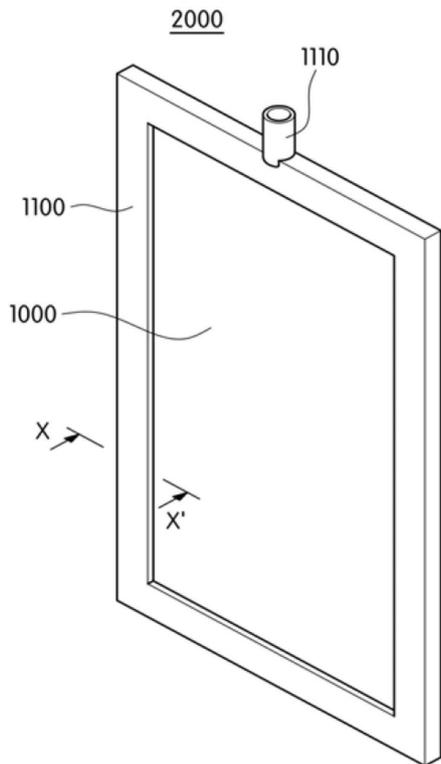
도면2a



도면2b



도면3a



도면3b

