



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년01월08일  
(11) 등록번호 10-2063675  
(24) 등록일자 2020년01월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B01D 39/16 (2006.01) B01D 39/20 (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 39/2031 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2017-0170434  
(22) 출원일자 2017년12월12일  
심사청구일자 2017년12월12일  
(65) 공개번호 10-2018-0069715  
(43) 공개일자 2018년06월25일  
(30) 우선권주장  
1020160171452 2016년12월15일 대한민국(KR)  
(56) 선행기술조사문헌  
EP02803405 A1\*  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
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 12 항

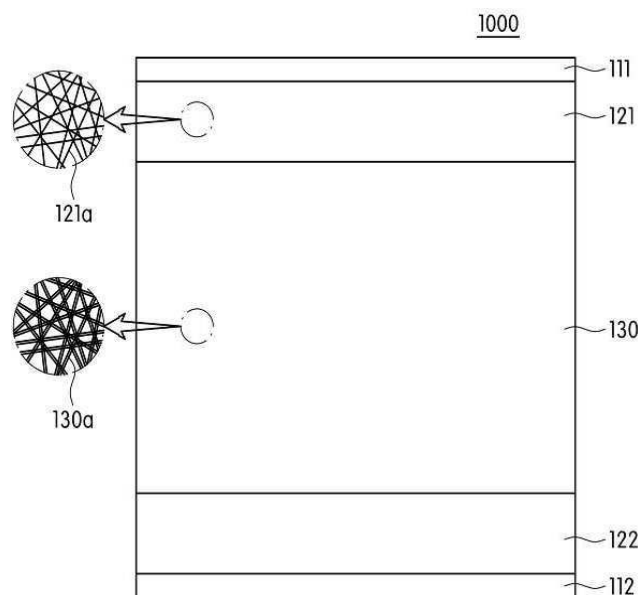
심사관 : 문지희

(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 나노섬유와 상기 나노섬유의 외부면 적어도 일부에 형성된 은(Ag) 향균층을 포함하는 나노섬유웹; 및 상기 제1지지체 및 나노섬유웹 사이에 각각 개재된 다수의 기  
(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



공을 가지는 제2지지체;를 포함하여 구현된다. 이에 의하면, 나노섬유웹에 은이 함유됨에 따라서 피처리수에 포함된 각종 세균을 살균(멸균)시킬 수 있는 등 우수한 항균 효과를 가짐으로써 각종 수처리 분야에서 다양하게 응용될 수 있다. 또한, 본 발명의 필터여재는 두께가 두꺼운 제1지지체와 이보다 얇고 나노섬유웹 및 제1지지체와의 결합력이 우수한 제2지지체를 이용하여 적층하여 구성하기 때문에, 수처리 운전 중 필터여재의 형상이나 구조 변형 및 손상이 최소화되고 유로가 원활히 확보되어 높은 유량을 가질 수 있다. 또한, 역세척시 가해지는 높은 압력에도 필터여재의 뛰어난 내구성으로 인해 연장된 사용주기를 가짐에 따라서 각종 수처리 분야에서 다양하게 응용될 수 있다.

(52) CPC특허분류

- B01D 63/081* (2013.01)
- 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 2239/0442* (2013.01)
- B01D 2325/48* (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

- KR101247368 B1\*
- KR101273346 B1\*
- KR1020130106874 A\*
- KR1020150017298 A\*
- KR1020150040692 A\*
- \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

다수의 기공을 가지는 제1지지체;

상기 제1지지체의 상, 하부에 각각 배치되고, 3차원 네트워크 구조를 형성한 나노섬유와 상기 나노섬유의 외부면 일부를 피복하도록 증착되거나 전체를 피복하도록 도금되어 형성되며, 중량이 전체 나노섬유의 중량 대비 60 ~ 189% 및 평균두께가 10 ~ 100nm인 은(Ag) 항균층을 포함하는 평균공경이 0.1 ~ 3 $\mu$ m이고, 기공도가 50 ~ 90%인 나노섬유웹; 및,

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

상기 제1지지체는 지지성분 및 저융점 성분을 포함하여 상기 저융점 성분의 적어도 일부가 외부면에 노출되도록 배치된 제1복합섬유를 구비하며,

상기 제2지지체는, 지지성분 및 저융점 성분을 포함하여 상기 저융점 성분의 적어도 일부가 외부면에 노출되도록 배치된 제2복합섬유를 구비하고,

상기 제1복합섬유의 저융점 성분 및 제2복합섬유의 저융점 성분 간 융착으로 제1지지체 및 제2지지체가 결합되며, 상기 제2복합섬유의 저융점 성분이 상기 나노섬유웹에 융착된 필터여재.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 나노섬유는 평균직경이 50 ~ 450nm인 필터여재.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

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

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

제1항에 있어서, 상기 제1지지체는,

두께가 상기 필터여재 전체 두께의 90% 이상이고,

평량은 250 ~ 800 g/m<sup>2</sup>인 필터여재.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

제1항에 있어서,

상기 제2지지체의 평량은 35 ~ 80g/m<sup>2</sup>이며, 두께는 150 ~ 250 $\mu$ m인 필터여재.

**청구항 12**

(1) 방사용액을 전기방사하여 형성한 나노섬유로 섬유웹을 형성시키는 단계;

(2) 상기 나노섬유의 외부면 일부를 피복하도록 증착하거나 전체를 피복하도록 도금하여, 중량이 전체 나노섬유의 중량 대비 60 ~ 198% 및 평균두께가 10 ~ 100nm인 은(Ag) 향균층을 구비시켜서 평균공경이 0.1 ~ 3 $\mu$ m이고, 기공도가 50 ~ 90%인 나노섬유웹을 제조하는 단계;

(3) 상기 나노섬유웹 및 제2지지체를 합지하는 단계; 및

(4) 상기 제2지지체가 제1지지체와 맞닿도록 제1지지체의 양면에 각각 합지된 나노섬유웹 및 제2지지체를 배치시켜 합지시키는 단계;를 포함하고,

상기 제1지지체는 지지성분 및 저용점 성분을 포함하여 상기 저용점 성분의 적어도 일부가 외부면에 노출되도록 배치된 제1복합섬유를 구비하며,

상기 제2지지체는, 지지성분 및 저용점 성분을 포함하여 상기 저용점 성분의 적어도 일부가 외부면에 노출되도록 배치된 제2복합섬유를 구비하고,

상기 제1복합섬유의 저용점 성분 및 제2복합섬유의 저용점 성분 간 융착으로 제1지지체 및 제2지지체가 결합되며, 상기 제2복합섬유의 저용점 성분이 상기 나노섬유웹에 융착되는 필터여재 제조방법.

**청구항 13**

제12항에 있어서,

상기 (2) 단계는 무전해 도금법을 이용하는 필터여재 제조방법.

**청구항 14**

제 12항에 있어서,

상기 (2) 단계 전에 나노섬유에 대한 은의 부착력을 향상시키기 위하여 나노섬유 표면을 전처리하는 단계;를 더 포함하는 필터여재의 제조방법.

**청구항 15**

제 14항에 있어서,

상기 전처리하는 단계는 촉매 처리 단계 또는 나노섬유 예칭 단계인 필터여재의 제조방법.

**청구항 16**

제 12항에 있어서,

상기 (2) 단계의 증착은 스퍼터링(sputtering), 이온플레이팅(ion plating), 아크증착(Arc deposition), 이온빔보조증착(Ion beam assisted deposition) 및 저항가열식 진공증착(evaporation)으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나인 필터여재 제조방법.

**청구항 17**

제 12항에 있어서, 상기 (2) 단계 전에,

나노섬유웹을 세척하는 단계; 및

세척된 나노섬유웹 표면에 비휘발성의 극성을 지닌 프라이머층을 형성하는 단계;를 더 포함하는 필터여재의 제조방법.

**청구항 18**

제1항, 제6항, 제7항, 제9항 및 제11항 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] 한편, 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 웰빙(well-being) 바람과 더불어 공기청정기, 에어컨 필터, 자동차용 에어필터, 각종 정수기용 필터 등에 살균력 부여하려는 소재의 사용이 증가하고 있다.

[0006] 이에 따라서 높은 압력에서 수행되는 역세척 공정에서도 여재의 형상이나 구조 변형 및 손상이 최소화되는 동시에 유로가 원활히 확보됨에 따라서 큰 유량, 빠른 처리속도를 가짐과 동시에 유해한 미생물을 걸러낼 수 있는 항균성을 가진 필터여재에 대한 개발이 시급한 실정이다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-0871440호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 본 발명은 상기와 같은 점을 감안하여 안출한 것으로, 항균 및 살균 특성이 우수한 필터여재 및 이의 제조방법을 제공하는데 목적이 있다.

[0009] 또한, 수처리 운전 중에 필터여재의 형상, 구조 변형, 손상이 최소화되는 동시에 유로가 원활히 확보됨에 따라서 큰 유량, 빠른 처리속도를 가지는 필터여재 및 이의 제조방법을 제공하는데 목적이 있다.

[0010] 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.

[0011] 더불어, 본 발명은 우수한 수투과도 및 내구성을 갖는 필터여재를 통하여 수처리 분야에서 다양하게 응용될 수 있는 평판형 필터유닛을 제공하는데 또 다른 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

[0012] 상술한 과제를 해결하기 위해 본 발명은, 다수의 기공을 가지는 제1지지체; 상기 제1지지체의 상, 하부에 각각 배치되고, 3차원 네트워크 구조를 형성한 나노섬유와 상기 나노섬유의 외부면 적어도 일부에 형성된 은(Ag) 항균층을 포함하는 나노섬유웹; 및 상기 제1지지체 및 나노섬유웹 사이에 각각 개재된 다수의 기공을 가지는 제2지지체;를 포함하는 필터여재를 제공한다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 은 항균층은 나노섬유의 외부면 일부를 피복하도록 증착되거나 전체를 피복하도록 도금되어 형성될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 은 항균층은 평균두께가 5 ~ 120nm일 수 있다.

[0015] 또한, 상기 은 항균층의 중량은 전체 나노섬유의 중량 대비 30 ~ 500%일 수 있다.

[0016] 또한, 상기 나노섬유웹은 평균공경이 0.1 ~ 3 $\mu$ m일 수 있고, 기공도가 50 ~ 90%일 수 있다.

[0017] 또한, 상기 나노섬유는 평균직경이 50 ~ 450nm일 수 있다.

[0018] 또한, 상기 제1지지체 및 제2지지체는 부직포, 직물 및 편물 중 어느 하나일 수 있다.

[0019] 또한, 상기 제1지지체는 지지성분 및 저용점 성분을 포함하여 상기 저용점 성분의 적어도 일부가 외부면에 노출되도록 배치된 제1복합섬유를 구비할 수 있고, 상기 제1복합섬유의 저용점 성분 및 제2복합섬유의 저용점 성분 간 융착으로 제1지지체 및 제2지지체가 결합될 수 있다.

[0020] 또한, 상기 제1지지체는, 두께가 상기 필터여재 전체 두께의 90% 이상일 수 있고, 평량은 250 ~ 800 g/m<sup>2</sup>일 수 있다.

[0021] 또한, 상기 제2지지체는, 지지성분 및 저용점 성분을 포함하여 상기 저용점 성분의 적어도 일부가 외부면에 노출되도록 배치된 제2복합섬유를 구비할 수 있고, 상기 제2복합섬유의 저용점 성분이 상기 나노섬유웹에 융착될 수 있다.

[0022] 또한, 상기 제2지지체의 평량은 35 ~ 80g/m<sup>2</sup>일 수 있으며, 두께는 150 ~ 250 $\mu$ m일 수 있다.

[0024] 한편, 본 발명은 (1) 방사용액을 전기방사하여 형성한 나노섬유로 섬유웹을 형성시키는 단계; (2) 상기 나노섬유의 외부면 적어도 일부에 은(Ag) 항균층을 구비시켜서 나노섬유웹을 제조하는 단계; (3) 상기 나노섬유웹 및 제2지지체를 합지하는 단계; 및 (4) 상기 제2지지체가 제1지지체와 맞닿도록 제1지지체의 양면에 각각 합지된 나노섬유웹 및 제2지지체를 배치시켜 합지시키는 단계;를 포함하는 필터여재 제조방법을 제공한다.

[0025] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 (2) 단계는 무전해 도금법을 이용할 수 있다.

[0026] 또한, 상기 (2) 단계 전에 나노섬유에 대한 은의 부착력을 향상시키기 위하여 나노섬유 표면을 전처리하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0027] 또한, 상기 전처리하는 단계는 촉매 처리 단계 또는 나노섬유 예칭 단계일 수 있다.

[0028] 또한, 상기 (2) 단계는 스퍼터링(sputtering), 이온플레이팅(ion plating), 아크증착(Arc deposition), 이온빔 보조증착(Ion beam assisted deposition) 및 저항가열식 진공증착(evaporation)으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나일 수 있다.

[0029] 또한, 상기 (2) 단계 전에, 나노섬유웹을 세척하는 단계; 및 세척된 나노섬유웹 표면에 비휘발성의 극성을 지닌 프라이머층을 형성하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0031] 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**

[0032] 본 발명에 의하면, 필터여재는 나노섬유웹에 은이 함유됨에 따라서 피처리수에 포함된 각종 세균을 살균(멸균)

시킬 수 있는 등 우수한 항균 효과를 가짐으로써 각종 수처리 분야에서 다양하게 응용될 수 있다.

[0033] 또한, 본 발명의 필터여재는 두께가 두꺼운 제1지지체와 이보다 얇고 나노섬유웹 및 제1지지체와의 결합력이 우수한 제2지지체를 이용하여 적층하여 구성하기 때문에, 수처리 운전 중 필터여재의 형상이나 구조 변형 및 손상이 최소화되고 유로가 원활히 확보되어 높은 유량을 가질 수 있다. 또한, 역세척시 가해지는 높은 압력에도 필터여재의 뛰어난 내구성으로 인해 연장된 사용주기를 가짐에 따라서 각종 수처리 분야에서 다양하게 응용될 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0034] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 필터여재의 단면도,  
 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 필터여재를 합치시키는 모식도로써, 도 2a는 나노섬유웹과 제2지지체를 합치시키는 것을 나타낸 도면이고, 도 2b는 합지된 나노섬유웹과 제2지지체를 제1지지체의 양면에 배치하여 합치시키는 것을 나타낸 도면,  
 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 나노섬유웹의 표면을 나타낸 SEM 이미지, 그리고,  
 도 4는 발명의 일 실시예에 의한 평판형 필터유닛의 도면으로써, 도 4a는 필터유닛의 사시도, 도 4b는 도 4a의 X-X' 경계선의 단면도를 기준으로 한 여과흐름을 나타낸 모식도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0035] 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.

[0036] 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 나노섬유와 상기 나노섬유의 외부면 적어도 일부에 형성된 은(Ag) 항균층을 포함하는 나노섬유웹(111, 112) 및 상기 제1지지체(130) 및 나노섬유웹(111, 112) 사이에 각각 개재된 다수의 기공을 가지는 제2지지체(121, 122)를 포함한다.

[0037] 상기 나노섬유웹(111, 112)은 상기 제2지지체(121, 122)가 제1지지체(130)와 접하는 면의 마주보는 면 각각에 구비되며, 상기 나노섬유웹(111, 112)은 한 가닥의 나노섬유 또는 여러가닥의 나노섬유가 랜덤하여 배치되어 형성될 수 있다.

[0038] 일반적인 나노섬유로만 형성된 필터여재는 일정 크기의 미세먼지 및 오염물을 효과적으로 제거할 수 있지만 미세먼지와 함께 포집된 세균 등의 미생물을 살균하는 어떠한 수단도 갖고 있지 않다. 이에 본 발명은 나노섬유의 외부면 적어도 일부에 형성된 은(Ag) 항균층을 포함하는 나노섬유웹(111, 112)을 구비하여 미세먼지 및 오염물 제거 능력을 그대로 유지하면서 추가적으로 유해한 미생물 등에 대한 살균력 및 항균력이 향상된 필터여재를 구현한다.

[0039] 상기 은 항균층은 나노섬유에 증착되거나, 나노섬유에 도금되어 형성될 수 있다. 이때, 상기 증착되어 형성되거나 도금되어 형성되는 경우는 후술하는 제조방법의 차이에 따라 피복되는 은 항균층이 형태의 차이를 가질 수 있다. 도금을 통해 은 항균층을 형성하는 경우, 나노섬유웹을 은 도금액에 침지시키는 방법 등을 이용하기 때문에 나노섬유웹에 구비되는 나노섬유의 외부면 전체를 피복하도록 은 항균층이 형성될 수 있다. 또한, 증착을 통해 은 항균층을 형성하는 경우, 나노섬유웹의 외부면에서 표면에 노출되는 나노섬유에만 은을 증착시킬 수 있기 때문에, 나노섬유의 외부면 일부를 피복하도록 노출된 나노섬유의 외부표면 일부에만 은이 피복된 형태로 은 항균층이 구현될 수 있다.

[0040] 상기 은 항균층은 항균력이 우수한 동시에 우수한 수투과도를 가지며, 역세척 후에도 항균력을 유지하기 위하여 평균두께가 5 ~ 120nm, 바람직하게는 평균두께가 10 ~ 100nm일 수 있다. 일례로, 상기 은 항균층은 평균두께가 50nm일 수 있다. 만일 상기 은 항균층의 두께가 5nm 미만이면 과도한 압력이 가해지는 역세척 과정에서 피복된 은 항균층이 박리됨에 따라 목적하는 수준으로 항균력을 발휘할 수 없을 수 있다. 또한, 만일 상기 은 항균층의 두께가 120nm를 초과하면 필터여재의 경량화가 용이하지 않을 수 있고, 기공의 크기 및 기공도가 감소함에 따라 피여과액의 수투과도가 저하될 수 있다.



- [0041] 한편 상기 은 항균층의 평균두께는, 은 항균층이 도금을 통해 형성된 경우에는 나노섬유의 외부면에 피복되어 형성되는 은 항균층의 평균두께를 나타내고, 은 항균층이 증착을 통해 형성된 경우에는 나노섬유의 외부면 일부에 형성되는 은 항균층의 평균두께를 나타낸다.
- [0042] 또한, 상기 은 항균층은 필터여재의 항균력, 여과효율 및 내구성이 모두 동시에 우수한 효과를 달성하기 위하여 상기 은 항균층의 증량은 전체 나노섬유의 증량 대비 30 ~ 500%, 바람직하게는 50 ~ 200%일 수 있고, 일례로 상기 은 항균층의 증량은 증착으로 은 항균층을 형성할 경우 전체 나노섬유의 증량 대비 60%일 수 있고, 도금으로 은 항균층을 형성할 경우 전체 나노섬유의 증량 대비 133%일 수 있다. 만일 상기 은 항균층의 증량이 전체 나노섬유의 증량 대비 30% 미만이면 항균효과가 저하될 수 있고, 500%를 초과하면 필터여재의 경량화가 용이하지 않을 수 있으며, 기공의 크기가 작아져 피여과액에 대한 수투과도가 저하될 수 있다.
- [0043] 다음, 상기 나노섬유웹(111, 112)을 형성하는 나노섬유는 공지된 섬유형성성분으로 형성된 것일 수 있다. 다만 바람직하게는 우수한 내화학성 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, 폴리클로트리플루오로에틸렌(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 나노섬유가 섬유형성성분으로 PVDF를 포함할 경우 상기 PVDF의 증량평균분자량은 10,000 ~ 1,000,000일 수 있고, 바람직하게는 300,000 ~ 600,000일 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0044] 또한, 상기 나노섬유는 평균직경이 50 ~ 450nm, 바람직하게는 평균직경이 100 ~ 400nm, 일례로 상기 나노섬유는 평균직경이 250 $\mu$ m일 수 있고, 상기 나노섬유웹(111,112)의 두께는 0.5 ~ 200 $\mu$ m, 일례로 20 $\mu$ m일 수 있으며, 평량은 0.05 ~ 20 g/m<sup>2</sup>, 일례로 10g/m<sup>2</sup>일 수 있으나, 목적하는 수투과도 및 여과효율을 고려하여 적절히 변경될 수 있음에 따라, 본 발명에서는 이를 특별히 제한하지 않는다.
- [0045] 또한, 상기 나노섬유웹(111, 112)은 평균공경이 0.1 ~ 3 $\mu$ m, 바람직하게는 0.15 ~ 2 $\mu$ m일 수 있으며, 일례로, 0.25 $\mu$ m일 수 있다. 만일 상기 나노섬유웹(111, 112)의 평균공경이 0.1 $\mu$ m 미만이면 피여과액에 대한 수투과도가 저하될 수 있고, 평균공경이 3 $\mu$ m를 초과하면 필터여재의 여과효율이 좋지 않을 수 있으며, 항균효과가 저하될 수 있다.
- [0046] 그리고, 상기 나노섬유웹(111, 112)은 기공도가 50 ~ 90%, 바람직하게는 60 ~ 80%일 수 있고, 일례로, 상기 나노섬유웹(111, 112)은 기공도가 70%일 수 있다. 만일 상기 나노섬유웹(111, 112)의 기공도가 50% 미만이면 피여과액에 대한 수투과도가 저하될 수 있고, 기공도가 90%를 초과하면 필터여재의 여과효율이 좋지 않을 수 있으며, 항균효과가 저하될 수 있다.
- [0047] 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.
- [0048] 이하, 필터여재(1000)에 구비되는 다른 구성에 대해 구체적으로 설명한다.
- [0049] 먼저, 상기 제1지지체(130)는 필터여재(1000)를 지지하고 큰 유로를 형성하여 여과과정 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.
- [0050] 제1지지체(130)는 여과과정 및/또는 역세척과정에서 발생하는 위와 같은 문제들을 방지하기 위해 구비되며, 수처리 분야에서 사용되며, 기계적 강도가 확보되는 공지된 다공성 부재일 수 있으며, 일례로 상기 제1지지체는 부직포, 직물 또는 원단일 수 있다.



- [0051] 상기 직물은 직물에 포함되는 섬유가 중형의 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 있고, 일예로 원사가 경편성된 트리코트(Tricot)일 수 있다. 또한, 도 1과 같이 제1지지체(130)는 섬유(130a)에 중형의 방향성이 없는 부직포일 수 있고, 케미컬본딩 부직포, 썬멜본딩 부직포, 에어레이 부직포 등의 건식부직포나 습식부직포, 스판레스 부직포, 니들펀칭 부직포 또는 멜트블로우과 같은 다양한 방법으로 제조되는 공지된 부직포를 사용할 수 있다.
- [0052] 상기 제1지지체(130)는 충분한 기계적 강도를 발현하고, 역세척에 따른 내구성 저하를 방지하기 위하여 필터여재 전체 두께의 90% 이상의 두께를 차지할 수 있다. 일예로, 상기 제1지지체(130)의 두께는 2 ~ 8mm일 수 있고, 보다 바람직하게는 2 ~ 5mm, 보다 더 바람직하게는 3 ~ 5mm일 수 있으며, 일예로 상기 제1지지체(130)는 두께가 5mm일 수 있다. 두께가 2mm 미만일 경우 잦은 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.
- [0053] 바람직하게는 상기 제1지지체(130)는 상기 두께 조건을 만족하는 동시에 평량이 250 ~ 800 g/m<sup>2</sup>일 수 있고, 보다 바람직하게는 350 ~ 600g/m<sup>2</sup>일 수 있으며, 일예로 상기 제1지지체(130)는 평량이 500 g/m<sup>2</sup>일 수 있다. 만일 평량이 250 g/m<sup>2</sup> 미만인 경우 충분한 기계적 강도를 발현하기 어려울 수 있고, 제2지지체와의 부착력이 감소하는 문제점이 있으며, 만일 평량이 800 g/m<sup>2</sup>를 초과할 경우 충분한 유로를 형성하지 못해 유량이 감소하며, 차압 증가로 인한 원활한 역세척이 어려운 문제가 있을 수 있다.
- [0054] 또한, 상기 제1지지체(130)가 부직포와 같이 섬유로 형성된 경우 상기 섬유의 평균직경은 5 ~ 50 $\mu$ m, 바람직하게는 20 ~ 50 $\mu$ m일 수 있고, 일예로, 상기 섬유의 평균직경은 35 $\mu$ m일 수 있다. 또한, 상기 제1지지체(130)는 평균공경이 20 ~ 200  $\mu$ m, 바람직하게는 30 ~ 180 $\mu$ m일 수 있고, 일예로 상기 제1지지체(130)는 평균공경이 100 $\mu$ m일 수 있으며, 기공도는 50 ~ 90%, 바람직하게는 55 ~ 85%일 수 있고, 일예로 상기 제1지지체(130)는 기공도가 70%일 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니며, 여과공정 및/또는 역세척 공정에서 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.
- [0055] 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.
- [0056] 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. 일예로, 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 신율 측면에서 바람직하게는 폴리올레핀계일 수 있고, 일예로 지지성분은 폴리프로필렌, 저융점 성분은 폴리에틸렌일 수 있다. 이때, 상기 저융점 성분의 용점은 60 ~ 180 $^{\circ}$ C일 수 있다.
- [0057] 다음으로, 상술한 제1지지체(130) 및 나노섬유웹(111, 112)의 양면에 배치되는 제2지지체(121,122)에 대하여 설명한다.
- [0058] 상기 제2지지체(121,122)는 상술한 나노섬유웹(111,112)을 지지하고, 필터여재에 구비되는 각 층의 접합력을 증

가시키는 기능을 담당한다.

- [0059] 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, 썬본딩 부직포, 에어레이 부직포 등의 건식부직포나 습식부직포, 스판레스 부직포, 니들펀칭 부직포 또는 멜트블로우와 같은 공지된 방법으로 제조된 부직포를 사용할 수 있다.
- [0060] 상기 제2지지체(121,122)는 일예로 부직포일 수 있는데, 이때 상기 제2지지체(121,122)를 형성하는 섬유의 평균 직경이 5 ~ 30  $\mu\text{m}$ 일 수 있다. 또한, 상기 제2지지체(121,122)의 두께는 150 ~ 250  $\mu\text{m}$ 일 수 있고, 보다 바람직하게는 160 ~ 240 $\mu\text{m}$ 일 수 있으며, 일예로 200 $\mu\text{m}$ 일 수 있다.
- [0061] 또한, 상기 제2지지체(121,122)는 평균공경이 20 ~ 100 $\mu\text{m}$ 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. 일예로, 상기 제2지지체(121, 122)는 평균공경이 60 $\mu\text{m}$ , 기공도는 70%일 수 있다.
- [0062] 또한, 상기 제2지지체(121,122)의 평량은 35 ~ 80  $\text{g}/\text{m}^2$ , 보다 바람직하게는 40 ~ 75  $\text{g}/\text{m}^2$ 일 수 있고, 일예로, 40  $\text{g}/\text{m}^2$  일 수 있다. 만일 평량이 35  $\text{g}/\text{m}^2$  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  $\text{g}/\text{m}^2$ 을 초과할 경우 목적하는 수준의 유량을 확보하기 어려울 수 있고, 차압이 증가하여 원활한 역세척이 어려운 문제가 있을 수 있다.
- [0063] 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.
- [0064] 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. 일예로, 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 신율 측면에서 바람직하게는 폴리올레핀계일 수 있고, 일예로 지지성분은 폴리프로필렌, 저융점 성분은 폴리에틸렌일 수 있다. 이때, 상기 저융점 성분의 용점은 60 ~ 180 $^{\circ}\text{C}$ 일 수 있다.
- [0065] 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.
- [0066] 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, 박리 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.
- [0067] 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 융착부(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 2에 도시된 바와 같이 지지체상에 우수한 접착력으로 나노섬유를 결합시킬 수 있는

이점이 있다.

- [0068] 한편, 본 발명에 따른 필터여재(1000)는 (1) 방사용액을 전기방사하여 형성한 나노섬유로 섬유웹을 형성시키는 단계; (2) 상기 나노섬유의 외부면 적어도 일부에 은(Ag) 향균층을 구비시켜서 나노섬유웹을 제조하는 단계; (3) 상기 나노섬유웹 및 제2지지체를 합지하는 단계; 및 (4) 상기 제2지지체가 제1지지체와 맞닿도록 제1지지체의 양면에 각각 합지된 나노섬유웹 및 제2지지체를 배치시켜 합지시키는 단계;를 포함하여 제조될 수 있다.
- [0069] 먼저, 방사용액을 전기방사하여 형성한 나노섬유로 섬유웹을 형성시키는 (1) 단계를 설명한다.
- [0070] 상기 섬유웹은 나노섬유를 구비하여 3차원 네트워크 형상의 섬유웹을 형성시키는 방법의 경우 제한 없이 사용될 수 있고, 바람직하게는 상기 섬유웹은 불소계 화합물을 포함하는 방사용액을 제2지지체 상에 전기방사 하여 섬유웹을 형성할 수 있다.
- [0071] 상기 방사용액은 섬유형성성분으로써, 일례로 불소계 화합물과, 용매를 포함할 수 있다. 상기 불소계 화합물은 방사용액에 5 ~ 30 중량%, 바람직하게는 8 ~ 20중량%로 포함됨이 좋고, 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.
- [0072] 상기 용매는 섬유형성성분인 불소계 화합물을 용해시키면서 침전물을 생성시키지 않고 후술하는 나노섬유의 방사성에 영향을 미치지 않는 용매의 경우 제한 없이 사용될 수 있으나 바람직하게는 r-부티로락톤, 사이클로헥사논, 3-헥사논, 3-헵타논, 3-옥타논, N-메틸피롤리돈, 디메틸아세트아미드, 아세톤 디메틸 설펜사이드, 디메틸 포름아미드로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상을 포함할 수 있다. 일례로 상기 용매는 디메틸아세트아미드와 아세톤의 혼합용매일 수 있다.
- [0073] 상기 제조된 방사용액은 공지된 전기방사 장치 및 방법을 통해 나노섬유로 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.
- [0074] 상기 전기방사장치에 교반시킨 방사용액을 투입시켜 콜렉터, 일례로 종이 상에 전기방사시킬 경우 나노섬유로 형성된 나노섬유웹을 수득할 수 있다. 상기 전기방사를 위한 구체적 조건은 일례로써, 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 $\mu$ 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.
- [0075] 한편, 후술하는 (2) 단계를 수행하기 전에, 나노섬유의 외부면에 친수성을 부여하기 위하여 친수성 코팅을 진행할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0076] 다음, 상기 나노섬유의 외부면 적어도 일부에 은(Ag) 향균층을 구비시켜서 나노섬유웹을 제조하는 (2) 단계를 설명한다.
- [0077] 상기 (2) 단계를 상술한 바와 같이 섬유웹을 이루는 나노섬유에 은을 도금시켜서 나노섬유 외부면 전부를 둘러싸도록 은 향균층을 형성하는 제1방법 및 섬유웹의 일면에 노출된 나노섬유에 은을 증착시켜서 나노섬유 외부면 일부에 은 향균층을 형성하는 제2방법으로 구현될 수 있다.
- [0078] 먼저 섬유웹을 이루는 나노섬유에 은을 도금시켜서 나노섬유 외부면 전부를 둘러싸도록 은 향균층을 형성하는 제1방법에 대하여 설명하기로 한다. 은 도금은 공지된 은도금법이 사용될 수 있으나 나노섬유의 물성을 고려하면 무전해 도금법을 사용하는 것이 바람직하다. 이하에서는 무전해 도금법을 사용하여 섬유웹을 이루는 나노섬유 외부면에 은을 도금하는 방법을 기준으로 설명하기로 한다.
- [0079] 상기 무전해 은도금법은 치환반응을 이용하는 것으로, 일반적으로 환원이 가능한 상태의 은 착화물이 포함된 은 도금액에 은도금 하고자 하는 물질을 침지하고 환원제를 가하여 은(Ag)으로 환원시키면서, 목적하는 물질의 표

면에 은도금이 이루어지도록 하는 방법을 사용한다.

- [0080] 상기 은도금액은 은을 치환시켜 주는 환원성 용액과 은 착화물을 제공하는 은 제공액을 포함한 혼합용액일 수 있다. 환원성 용액으로는 무기환원제로서 하이드라진(hydrazine, N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>), 수소화붕소화합물(lithiumborohydride, sodium borohydride, 또는 aluminium borohydride), 차아인산나트륨(NaH<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>) 등이 있으며, 유기 환원제로서 포름알데하이드(HCHO), 아세트알데하이드(CH<sub>3</sub>CHO), 벤즈알데하이드(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CHO), 아크레롤(CH<sub>2</sub>=CHCHO), 글루코오스(glucose) 등이 사용될 수 있다. 이 중에서 글루코오스(glucose)를 사용하는 것이 바람직하며, 환원제 수용액은 환원제의 농도가 2 내지 20%(w/v)인 수용액을 사용하는 것이 좋다.
- [0081] 은 착화물을 제공하는 은 제공액은 황산은, 질산은, 염화은 등이 사용될 수 있으며, 나노섬유의 물성에 영향을 미치지 않는 범위에서 공지된 은 제공액이 제한 없이 사용될 수 있다.
- [0082] 상술한 은도금액에 상기 나노섬유웹(111, 112)을 침지시킴으로써 나노섬유웹(111, 112)을 형성하는 나노섬유 표면에 은이 도금될 수 있으며, 도금되는 은의 두께 및 표면적을 고려하여 1 ~ 10 시간 동안 은도금액에 침지시킬 수 있다.
- [0083] 만일 1 시간 미만으로 침지시키면 나노섬유 표면에 은이 충분히 도금되지 않을 수 있음에 따라 항균 및 살균 성능이 저하될 수 있다. 또한 만일 10 시간을 초과하여 침지시키면 나노섬유 표면에 과도한 은이 도금되어 필터여재의 경량화에 문제점이 있을 수 있고 기공의 크기가 작아져 피여과액의 투과도가 저하되는 문제점이 있을 수 있다.
- [0084] 이때 은도금 용액에 환원제를 가하는 방식을 사용하는 경우에는 은도금 하고자 하는 물질 표면뿐만 아니라 은도금 용액 중에서도 환원 반응이 일어나기 때문에 은도금 용액에 침지시키기 전에 미리 나노섬유웹 표면을 환원성 용액으로 소량 젖게 하여, 나노섬유웹 표면에서만 은이 환원되어 불필요한 환원 반응을 피할 수 있다.
- [0085] 한편, 본 발명은 역세척 시 평소보다 과도한 수압으로 인해 도금된 은 항균층이 벗겨져서 항균의 효율이 저하되거나, 벗겨진 금속 입자로 인해 필터여재의 기공폐쇄, 파손 및/또는 여과액의 오염문제 유발을 더욱 방지하기 위하여 상술한 무전해 은도금 단계 이전에, 섬유웹에 전처리 공정을 수행할 수 있다. 이때, 상기 전처리 공정은 촉매 처리 단계 또는 나노섬유 에칭 단계일 수 있다.
- [0086] 촉매 처리 단계는 무전해 은도금시 비전도체인 섬유표면에 금속과의 화학반응을 개시하여 금속과의 부착력을 향상시키기 위한 전처리 공정으로서, 나노섬유 표면에 열록이 없는 무전해 도금 피막을 형성시키기 위한 단계일 수 있으며 에칭 단계는 도금액에 대한 나노섬유의 젖음성 향상과 갈고리(anchor)효과를 위한 공정일 수 있다.
- [0087] 다음, 섬유웹의 일면에 노출된 나노섬유에 은을 증착시켜서 나노섬유 외부면 일부에 은 항균층을 형성하는 제2 방법에 대하여 설명하기로 한다.
- [0088] 상기 은을 증착하는 방법으로는 스퍼터링(sputtering), 이온플레이팅(ion plating), 아크증착(Arc deposition), 이온빔보조 증착(Ion beam assisted deposition), 저항 가열식 진공증착(evaporation)으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나일 수 있고, 일례로, 은을 증착하는 방법으로 저항 가열식 진공증착법을 사용할 수 있다.
- [0089] 저항 가열식 진공증착 시스템은 진공 챔버 내에 가열하여 기상으로 증발시키기 위한 은 증착 원료가 핫 플레이트의 상부에 구비되고, 은 증착 원료의 대향 부분에 기판 홀더가 거리를 두고 배치될 수 있다.
- [0090] 본 발명에서는 진공 챔버의 일측 외부에 배치된 제 1보빈에 은 증착 원료가 증착될 섬유웹이 권취되어 있으며, 섬유웹은 진공 챔버 내부의 가이드롤러에 의해 가이드 되어 기판 홀더 하부를 일정한 속도로 통과하면서 은 증착 원료의 증발에 따라 섬유웹의 표면에 증착이 이루어질 수 있다. 이후, 은 증착층이 형성된 나노섬유웹(111, 112)은 진공 챔버의 타측 외부로 인출되어 제 2보빈에 권취가 이루어짐에 따라 연속적인 은 증착이 이루어질 수 있다.
- [0091] 한편, 본 발명은 역세척 시 평소보다 과도한 수압으로 인해 증착된 은 항균층이 박리되어 항균의 효율이 저하되거나, 벗겨진 금속 입자로 인해 필터여재의 기공폐쇄, 파손 및/또는 여과액의 오염문제 유발을 더욱 방지하기 위하여 증착을 통해 은 항균층을 형성하는 단계 이전에, 섬유웹을 표면처리하여 은 항균층과 섬유웹 간의 부착력을 극대화시킬 수 있는 프라이머층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0092] 상기 프라이머층은 비휘발성의 극성을 지닌 프라이머 재료를 일정한 두께로 도포하여 건조시키는 공정으로서, 메틸 메타크릴레이트(methylmethacrylate), 폴리에테르 변형 디메틸폴리실록산(polyether modified



dimethylpolysiloxane copolymer), 메틸에틸케톤, 염화비닐-초산비닐 공중합체(vinyl chloride-vinyl acetate copolymer) 및 툴루엔 등이 사용될 수 있다.

- [0093] 또한, 상기 프라이머층의 표면처리 대신에 진공챔버 내에 설치된 플라즈마(plasma) 발생장치를 이용하여 증착 전에 플라즈마 처리하는 단계를 더 포함할 수 있다. 섬유웹에 플라즈마 처리를 실시하면, 섬유웹 표면이 활성화되어 증착될 금속물질에 대한 극성관능기(OH- 및 H+)가 부여되고, 세정 및 미세요철이 형성되어, 섬유웹과 은-항균층간의 부착력을 증대시킬 수 있다. 상기 플라즈마 처리에 사용되는 반응가스는 불화탄소(CF<sub>4</sub>), 아르곤(Ar), 제논(Ze), 헬륨(He), 질소(N<sub>2</sub>), 산소(O<sub>2</sub>) 중 어느 하나 또는 이들의 혼합가스를 사용할 수 있다.
- [0094] 상술한 (2) 단계를 수행하여 제조된 나노섬유웹은 도 3에 도시된 바와 같이 나노섬유 외부면의 적어도 일부에 은-항균층이 형성될 수 있다.
- [0095] 다음, 상기 나노섬유웹 및 제2지지체를 합지하는 (3) 단계를 설명한다.
- [0096] 상기 제2지지체가 저용점 복합섬유로 구현된 것일 경우 상기 캘린더링 공정을 통하여 나노섬유웹과 제2지지체의 열융착을 통한 결속을 동시에 진행시킬 수 있다.
- [0097] 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/cm<sup>2</sup>로 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.
- [0098] 다음, 상기 제2지지체가 제1지지체와 맞닿도록 제1지지체의 양면에 각각 합지된 나노섬유웹 및 제2지지체를 배치시켜 합지시키는 (4) 단계를 설명한다.
- [0099] 상기 (4) 단계는 제1지지체의 양면에 각각 합지된 나노섬유웹 및 제2지지체를 배치시켜 합지시키기 위하여, 열 및 압력 중 어느 하나 이상을 가하여 제1지지체 및 제2지지체를 융착시킨 후 합지시킬 수 있다. 이때, 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 제1지지체 및 제2지지체의 융착을 통해서 제2지지체와 제1지지체간에 열융착을 통한 결속이 일어날 수 있으며 별도의 접착제나 접착층을 생략할 수 있는 이점이 있다.
- [0100] 한편, 본 발명은 상술한 제조방법에 따라 제조된 필터여재를 포함하여 구현된 평판형 필터유닛을 제공한다.
- [0101] 도 4a에 도시된 바와 같이 상기 필터여재(1000)는 편판형 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(1110)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.
- [0102] 보다 상세히 설명하면, 구체적으로 도 4a와 같은 필터유닛(2000)은 상기 흡입구(1110)를 통해 높은 압력의 흡입력을 가할 경우 도 4b와 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(1110)를 통해 외부로 유출될 수 있다.
- [0103] 또한, 도 4a와 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.
- [0105] 본 발명에 따른 필터여재는 나노섬유웹에 은이 함유됨에 따라서 피처리수에 포함된 각종 세균을 살균(멸균)시킬 수 있는 등 우수한 항균 효과를 가짐으로써 각종 수처리 분야에서 다양하게 응용될 수 있다. 또한, 두께가 두꺼운 제1지지체와 이보다 얇고 나노섬유웹 및 제1지지체와의 결합력이 우수한 제2지지체를 이용하여 적층하여 구

성하기 때문에, 수처리 운전 중 필터여재의 형상이나 구조 변형 및 손상이 최소화되고 유로가 원활히 확보되어 높은 유량을 가질 수 있다. 또한, 역세척시 가해지는 높은 압력에도 필터여재의 뛰어난 내구성으로 인해 연장된 사용주기를 가짐에 따라서 각종 수처리 분야에서 다양하게 응용될 수 있다.

[0107] 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.

[0108] <실시예 1>

[0109] 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 $\mu$ 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 섬유웹을 제조하였다. 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.

[0110] 그리고, 섬유웹을 세척하고, 세척한 나노섬유웹에 톨루엔을 도포 및 건조하여 프라이머층을 형성시킨 후, 저항 가열식 진공증착법을 통해 은을 증착하여 평균두께 50nm로 은 항균층을 형성하여 평균공경이 0.8  $\mu$ m이고, 기공도가 70%인 나노섬유웹을 제조하였다. 이때, 나노섬유웹에 구비되는 은 항균층의 중량은 전체 나노섬유의 중량 대비 60% 였다. 이후 제2지지체로 평균두께 200 $\mu$ m이며, 용점이 120℃인 폴리에틸렌을 초부로 하고, 폴리프로필렌을 심부로 하는 저융점 복합섬유로 형성된 부직포(쑤남양부직포, CCP40)를 나노섬유웹 일면에 배치시킨 후, 140℃의 온도 및 1kgf/cm<sup>2</sup>로 열과 압력을 가해 캘린더링 공정을 실시하여 제2지지체와 나노섬유웹을 합지하였다.

[0111] 그리고, 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/cm<sup>2</sup>의 압력을 가해 필터여재를 제조하였다.

[0113] <실시예 2>

[0114] 실시예 1과 동일하게 실시하되, PVDF 나노섬유로 형성된 섬유웹을 제조하고, 세척 및 프라이머층 형성을 나노섬유를 에칭으로 변경하고, 증착을 하이드라진 및 질산은을 구비하는 은 도금액에 제조한 섬유웹을 5시간 동안 침지시켜서 수행하는 무전해 도금으로 변경한 것을 제외하면, 실시예 1과 동일하게 실시하여 필터여재를 제조하였다.

[0116] <실시예 3 ~ 8 및 비교예 1 ~ 3>

[0117] 실시예 1과 동일하게 실시하여 제조하되, 하기 표 1 및 표 2와 같이 은 항균층의 두께, 나노섬유 중량대비 은 항균층의 중량, 나노섬유웹의 평균공경, 기공도, 제1지지체, 제2지지체 및 은 항균층의 포함 여부 등을 변경하여 표 1 및 표 2와 같은 필터여재를 제조하였다.

[0119] <실험예>

[0120] 실시예 및 비교예에서 제조된 각각의 필터여재를 도 4a와 같은 필터유닛으로 구현하고, 하기의 물성을 평가하여 하기 표 1 및 표 2에 나타내었다.

[0121] **1. 상대적 수투과도 측정**

[0122] 실시예 및 비교예에서 제조된 각각의 필터여재로 구현한 필터유닛에 대하여, 운전압력을 50kPa로 가하여 시편 면적 0.5m<sup>2</sup> 당 수투과도를 측정 후, 실시예 1의 필터여재의 수투과도를 100으로 기준하여 나머지 실시예 및

비교예에 따른 필터여재의 수투과도를 측정하였다.

[0123] 2. 항균성 측정

[0124] 실시예 및 비교예에서 제조된 각각의 필터여재로 구현한 필터유닛에 대하여, KS K 0693 : 2011에 준하여 항균성을 측정하였으며, 사용공시균주로 포도상 구균(*Staphylococcus aureus*) ATCC 6538 및 폐렴간균(*Klebsiella pneumoniae*) ATCC 4352에 대한 정균감소율을 측정하였다.

[0125] 3. 역세척 내구성 평가

[0126] 실시예 및 비교예에서 제조된 각각의 필터여재로 구현한 필터유닛에 대하여, 물에 침지 후 운전압력을 50kPa로 가하여 시편 면적 0.5m<sup>2</sup> 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.

[0127] 4. 역세척 후 항균성 측정

[0128] 실시예 및 비교예에서 제조된 각각의 필터여재로 구현한 필터유닛에 대하여, 상기 역세척을 수행한 후 KS K 0693 : 2011에 준하여 항균성을 측정하였으며, 사용공시균주로 포도상 구균(*Staphylococcus aureus*) ATCC 6538 및 폐렴간균(*Klebsiella pneumoniae*) ATCC 4352에 대한 역세척 후 정균감소율을 측정하였다.

표 1

구분	실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4	실시예 5	실시예 6	
은 항균층 형성방법	증착	도금	도금	도금	도금	도금	
은 항균층 두께(nm)	50	50	2	10	100	150	
나노섬유 중량대비 은 항균층 중량(%)	60	133	12	88	189	276	
나노섬유웹 평균 공경(μm)	0.8	0.75	1.5	1.1	0.53	0.28	
나노섬유웹 기공도(%)	70	67	82	77	58	53	
제1지지체 포함여부	○	○	○	○	○	○	
제2지지체 포함여부	○	○	○	○	○	○	
상대적 수투과도(%)	100	98	133	105	82	54	
정균감소율 (항균성)	포도상 구균(%)	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9
	폐렴간균(%)	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9
역세척 내구성	○	○	×	○	○	○	
역세척 후 정균감소율 (항균성)	포도상 구균(%)	99.9	99.9	78.2	97.7	99.9	99.9
	폐렴간균(%)	99.9	99.9	81.7	98.2	99.9	99.9

표 2

구분	실시예 7	실시예 8	비교예 1	비교예 2	비교예 3	
은 항균층 형성방법	증착	도금	-	도금	도금	
은 항균층 두께(nm)	5	280	-	50	50	
나노섬유 중량대비 은 항균층 중량(%)	10	550	-	30	30	
나노섬유웹 평균 공경(μm)	1.5	0.12	1	1	1	
나노섬유웹 기공도(%)	85	43	70	70	70	
제1지지체 포함여부	○	○	○	○	×	
제2지지체 포함여부	○	○	○	×	○	
상대적 수투과도(%)	141	37	100	117	110	
정균감소율 (항균성)	포도상 구균(%)	99.9	99.9	0	99.9	99.9
	폐렴간균(%)	99.9	99.9	0	99.9	99.9
역세척 내구성	×	○	○	×	×	
역세척 후 정균감소율 (항균성)	포도상 구균(%)	86.7	99.9	0	72	54.2



폐렴감균(%)	85.1	99.9	0	67.9	48.8
---------	------	------	---	------	------

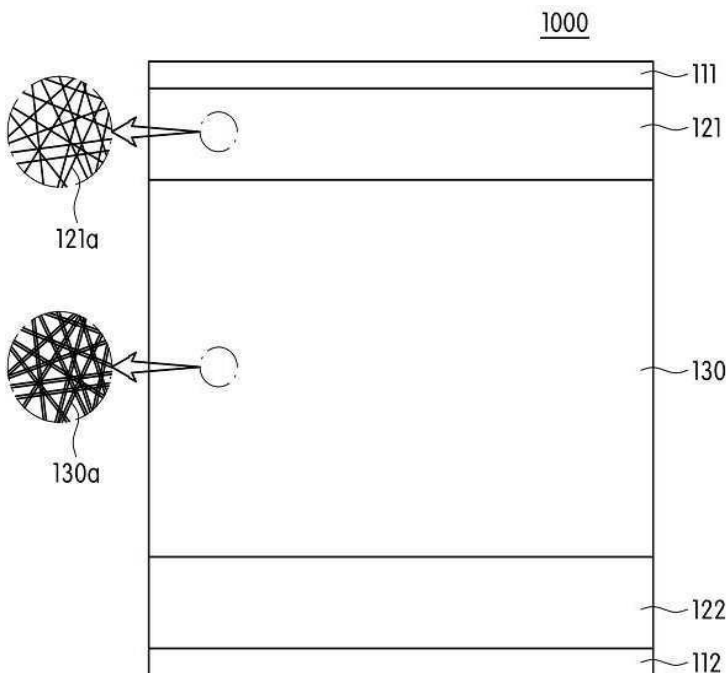
- [0131] 상기 표 1 및 표 2에서 볼 수 있듯이,
- [0132] 본 발명에 따른 은 항균층의 두께, 나노섬유 중량대비 은 항균층의 중량, 나노섬유웹의 평균공경, 기공도, 제1 지지체, 제2지지체 및 은 항균층의 포함 여부 등을 모두 만족하는 실시예 1, 2, 4 및 5가, 이 중에서 하나라도 누락된 실시예 3, 6, 7, 8 및 비교예 1 ~ 3에 비하여 수투과도, 정균감소율(항균성), 역세척 내구성 및 역세척 후 정균감소율(항균성)이 모두 동시에 우수하였다.
- [0134] 이상에서 본 발명의 일 실시 예에 대하여 설명하였으나, 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**

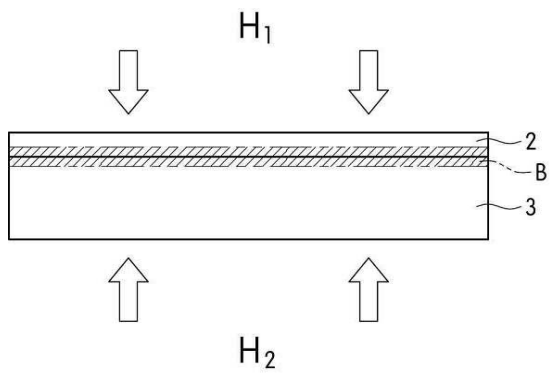
- [0136] 101,102,111,112: 나노섬유웹      121,122: 제2지지체
- 130: 제1지지체                      1000: 필터여재
- 2000,2000': 필터유닛

**도면**

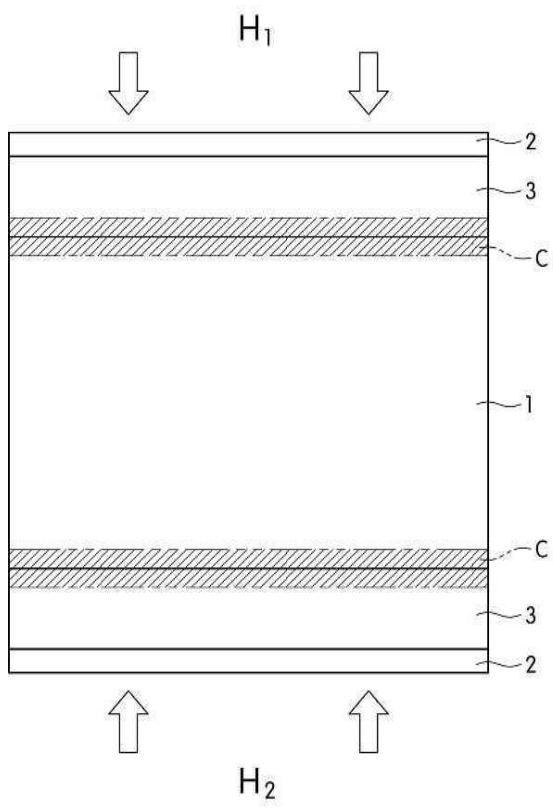
**도면1**



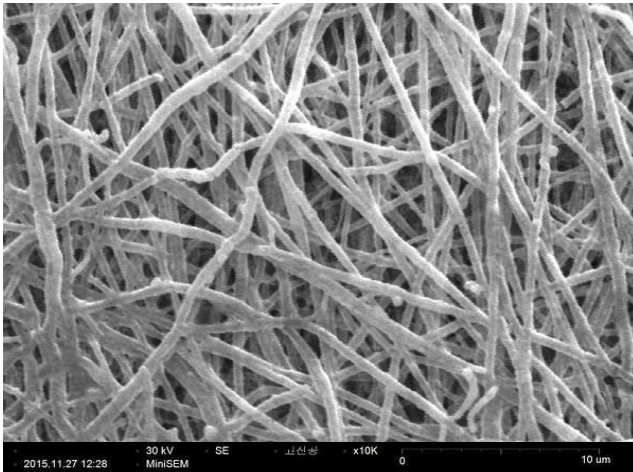
도면2a



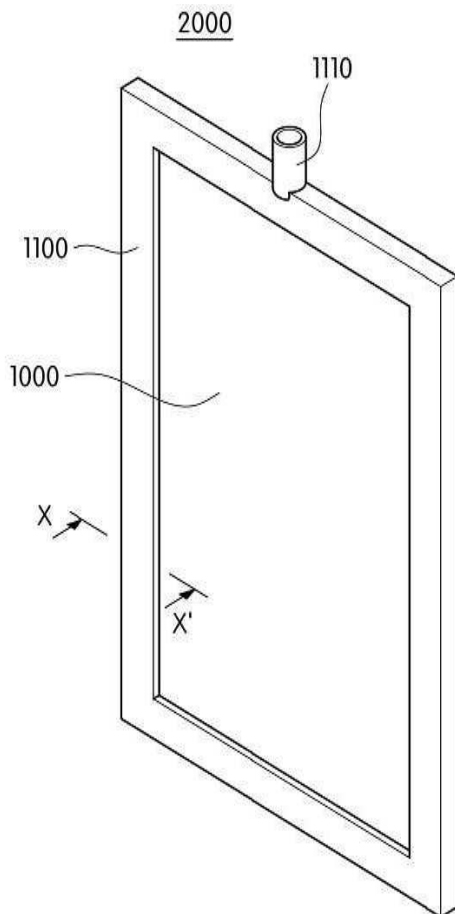
도면2b



도면3



도면4a



도면4b

