



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년10월11일
(11) 등록번호 10-2714217
(24) 등록일자 2024년09월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 39/18 (2006.01) B01D 39/16 (2006.01)
B01J 20/06 (2006.01) C02F 1/28 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01D 39/18 (2013.01)
B01D 39/1615 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0175479
(22) 출원일자 2023년12월06일
심사청구일자 2023년12월06일
(56) 선행기술조사문헌
JP2005161308 A*
KR1020040088046 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 엔마이오니아
충청북도 제천시 한방엑스포로 85, 85-1 (왕암동)
(72) 발명자
박성은
경기도 수원시 영통구 광고마을로 156, 4007동
102호(하동, 광고마을40단지)
이재훈
강원도 춘천시 지석로 97, 103동 1401호(석사동,
현전에버빌 1차)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인명륜

전체 청구항 수 : 총 12 항

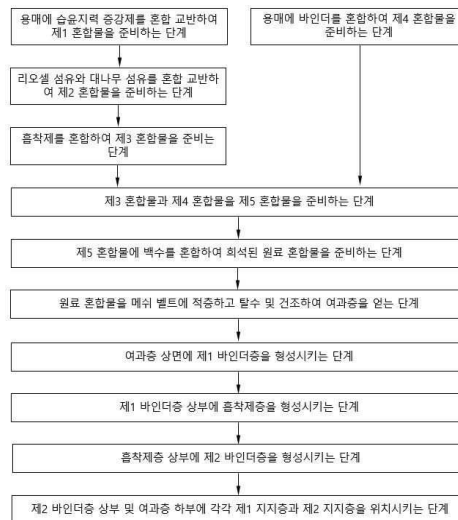
심사관 : 광지현

(54) 발명의 명칭 **중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터 및 이의 제조방법**

(57) 요약

본 발명은 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 상세하게는 나노셀룰로오스 리오셀 섬유, 대나무 섬유, 및 흡착제가 구비된 여과층을 포함하되, 상기 나노셀룰로오스 리오셀 섬유는 여수도와 평균 섬유장이 상이한 2종 이상인 것을 특징으로 하는 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

- B01J 20/06* (2013.01)
- B01J 20/20* (2018.01)
- B01J 20/2803* (2013.01)
- C02F 1/281* (2013.01)
- C02F 1/283* (2013.01)
- B01D 2239/0216* (2013.01)
- B01D 2239/0407* (2024.08)
- B01D 2239/083* (2013.01)
- B01D 2239/10* (2013.01)

안현진

충청북도 단양군 매포읍 삼곡6길 11

(72) 발명자

김영주

충청남도 천안시 동남구 목천읍 신계1길 41, 102동
109호(동우아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1485018042
과제번호	2021003160013
부처명	환경부
과제관리(전문)기관명	한국환경산업기술원
연구사업명	녹색혁신기업 성장지원 프로그램(연구개발)
연구과제명	양전하 바이오매스 정수여과 소재의 복합화 기술개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(주)엔바이오니아
연구기간	2021.05.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

여수도와 평균 섬유장이 상이한 2종 이상의 나노셀룰로오스 리오셀 섬유, 대나무 섬유, 및 2종 이상의 흡착제가 포함된 여과층을 포함하되,

상기 나노셀룰로오스 리오셀 섬유는, 평균 직경이 15~20 μ m, 평균 길이 0.5~1.0mm이고 캐나다 표준 여수도가 30~60mL CSF인 나노셀룰로오스 리오셀 섬유(NCF-1)와, 평균 직경이 20~25 μ m, 평균 길이 0.8~1.2mm이고 캐나다 표준 여수도가 90~130mL CSF인 나노셀룰로오스 리오셀 섬유(NCF-2)이고,

상기 대나무 섬유는 고해처리하지 않은 상태로서 캐나다 표준 여수도가 540~580mL이면서 평균 직경이 18~25 μ m, 평균 길이가 1~2mm이고,

상기 흡착제는 지르코늄하이드록사이드계(Zirconium hydroxide) 흡착제와 분말활성탄이고,

상기 나노셀룰로오스 리오셀 섬유, 대나무 섬유 및 흡착제는 각각 40~60 중량부, 10~30 중량부, 및 20~50 중량부 비율로 혼합되고,

상기 여과층의 평량은 100~340 g/m²인 것을 특징으로 하는 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

습윤인장강도 8.0 kN/m 이상, 초기통수량 1.5 L/min 이상, 대장균 제거율 99.99% 이상, 입자 제거율 99.9% 및 3종 이상의 물속 중금속 이온 제거율이 90% 이상인 것을 특징으로 하는 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 여과층 상부에는 제1 바인더층, 흡착제층, 제2 바인더층 및 제1 지지층이 순차적으로 적층되고,

상기 여과층 하부에는 제3 바인더층 및 제2 지지층이 순차적으로 적층된 것을 특징으로 하는 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 흡착제층의 흡착제는 입상활성탄(GAC), 활성알루미나(Activated alumina), 티타늄실리케이트계(Titanium Silicate), 제올라이트계(Zeolite), 티타늄디옥사이드계(Titanium Dioxide), 페릭옥사이드계(Ferric oxide), 지르코늄하이드록사이드계(Zirconium hydroxide), 금속유기골격체(MOF, Metal Organic Framework), 및 이온교환형 활성탄 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 여과층의 평량은 110~130 g/m²인 것을 특징으로 하는 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 흡착제층의 평량은 20~100 g/m²이고, 상기 필터의 평량은 230~300 g/m²인 것을 특징으로 하는 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1 지지층, 제2 바인더층, 흡착제층, 제1 바인더층, 제3 바인더층 및 제2 지지층의 평량은 각각 35~50 g/m², 5.0~6.0 g/m², 20~100 g/m², 3.0~4.0 g/m², 1.0~2.0 g/m² 및 35~50 g/m²인 것을 특징으로 하는 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 여과층 상부에는 흡착제가 포함된 제1 바인더층 및 제1 지지층이 순차적으로 적층되고,

상기 여과층 하부에는 제2 바인더층 및 제2 지지층이 순차적으로 적층된 것을 특징으로 하는 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

습윤지력증강제와 물을 혼합하여 제1 혼합물을 준비하는 제1 단계;

상기 제1 혼합물에 나노셀룰로오스 리오셀 섬유와 대나무 섬유를 혼합하여 제2 혼합물을 준비하는 제2 단계;

상기 제2 혼합물에 흡착제를 혼합하여 제3 혼합물을 준비하는 제3 단계;

물과 바인더섬유를 혼합하여 제4 혼합물을 준비하는 제4 단계;
 상기 제3 혼합물과 상기 제4 혼합물을 혼합하여 제5 혼합물을 준비하는 제5 단계;
 상기 제5 혼합물에 백수(White water)를 혼합하여 희석된 원료 혼합물을 준비하는 제6 단계; 및
 상기 원료 혼합물을 와이어 메쉬에 적층하여 탈수 및 건조하여 여과층을 제조하는 제7 단계;를 포함하되,
 상기 제4 단계는 상기 제1 단계 내지 제3 단계와 동시, 이전 또는 제3 단계와 제5 단계 사이에 수행되고,
 상기 제2 단계에서의 나노셀룰로오스 리오셀 섬유는 평균 직경이 15~20 μ m, 평균 길이 0.5~1.0mm이고 캐나다 표준 여수도가 30~60mL CSF인 나노셀룰로오스 리오셀 섬유(NCF-1)와, 평균 직경이 20~25 μ m, 평균 길이 0.8~1.2mm 이고 캐나다 표준 여수도가 90~130mL CSF인 나노셀룰로오스 리오셀 섬유(NCF-2)이고, 상기 대나무 섬유는 고해 처리하지 않은 상태로서 캐나다 표준 여수도가 540~580mL이면서 평균 직경이 18~25 μ m, 평균 길이가 1~2mm이고,
 상기 제3 단계에서의 흡착제는 지르코늄하이드록사이드계(Zirconium hydroxide) 흡착제와 분말활성탄이고,
 상기 나노셀룰로오스 리오셀 섬유, 대나무 섬유 및 흡착제는 각각 40~60 중량부, 10~30 중량부, 및 20~50 중량부 비율로 혼합되고,
 상기 여과층의 평량은 100~340 g/m²인 것을 특징으로 하는 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터의 제조방법.

청구항 16

삭제

청구항 17

제15항에 있어서,
 상기 여과층 상면에 제1 바인더를 분사하는 제1 바인더층을 형성시키는 제8 단계;
 상기 제1 바인더층 상부에 흡착제를 분사하여 흡착제층을 형성시키는 제9 단계;
 상기 흡착제층 상부에 제2 바인더를 분사하여 제2 바인더층을 형성시키는 제10 단계; 및
 상기 제2 바인더층 상부에는 제1 지지층을 적층시키는 한편, 및 상기 여과층 하면에는 제2 지지층을 적층시키는 제11 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터의 제조방법.

청구항 18

제17항에 있어서,
 상기 제9 단계에서의 흡착제는 이온교환형 활성탄, 입상 활성탄, 활성알루미나계 흡착제, 티타늄실리케이트계 흡착제, 제올라이트계 흡착제 및 페릭오사이드계 흡착제 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터의 제조방법.

청구항 19

제18항에 있어서,
 상기 제1 지지층, 제2 바인더층, 흡착제층, 제1 바인더층, 여과층 및 제2 지지층의 평량은 각각 35~45 g/m², 5.0~6.0 g/m², 20~100 g/m², 3.0~4.0 g/m², 110~130 g/m², 및 35~45 g/m²인 것을 특징으로 하는 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터의 제조방법.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 상세하게는 바이오 매스 기반의 섬유상 소재에 중금속 제거를 위한 흡착제가 구비되어 있어 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0003] 수처리 필터는 물속에 포함되어 있는 각종 오염물질을 제거하는데 사용되며, 주요 제거 메커니즘은 필터의 기공보다 큰 물질은 필터를 통과하지 못하고 기공보다 작은 물질은 필터를 통과하는 체분리 효과에 의해 오염물질이 제거된다.

[0004] 이러한 수처리 필터는 대표적으로 정수처리장을 비롯하여, 하수처리장, 각종 산업장 그리고 사무실이나 가정에서 사용하는 정수기에 적용되고 있다.

[0005] 필터는 역삼투막, 나노여과막, 한외여과막 및 정밀여과막 등으로 크게 구분할 수 있으며, 한외여과막이나 정밀여과막은 비교적 기공이 크기 때문에 투과성은 우수한 반면 아주 미세한 입자는 제거가 곤란하다. 역삼투막이나 나노여과막은 아주 작은 입자까지도 제거할 수 있지만 상대적으로 투과성이 낮을 뿐만 아니라 물을 높은 압력으로 공급해야 하기 때문에 전력비와 설치비 등 유지비용이 많이 든다는 문제점이 있다.

[0006] 한편 역삼투압막 또는 중공사막을 사용하는 종래의 가정용 정수시스템은 낮은 통수량으로 인해 송압용 펌프와 저수조가 별도로 필요하기 때문에 부피가 크다. 따라서 최근에는 사용시 차압이 낮아서 소형화가 가능한 습식부직포 기반의 필터가 장착된 직수형 정수기가 주목을 받고 있다.

[0007] 하지만 습식부직포 기반의 필터는 역삼투막이나 중공사막에 비해 기공이 크기 때문에 각종 세균이나 중금속 성분을 충분히 제거하기 어렵다는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 한국공개특허공보 제2005-0126143호
- (특허문헌 0002) 한국등록특허공보 제1470620호
- (특허문헌 0003) 한국등록특허공보 제1962675호
- (특허문헌 0004) 한국등록특허공보 제2233010호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 도출된 것으로, 다종의 중금속 성분을 제거하고 나아가 미생물을 확실하게 차단할 수 있는 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터 및 이의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0011] 또한 본 발명에서는 인장강도가 우수하면서도 높은 통수력을 갖는 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터 및 이의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0013] 이와 같은 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명에 따른 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터는, 나노셀룰로오스 리오셀 섬유, 대나무 섬유, 및 흡착제가 구비된 여과층을 포함하되, 상기 나노셀룰로오스 리오셀 섬유는 여수도와 평균 섬유장이 상이한 2종 이상인 것을 특징으로 한다.

[0014] 또 본 발명에 따른 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터에서, 상기 흡착제는 분말활성탄(PAC), 활성탄소섬유(ACF), 활성알루미나(Activated alumina), 티타늄실리케이트계(Titanium Silicate), 제올라이트계

(Zeolite), 티타늄디옥사이드계(Titanium Dioxide), 페릭옥사이드계(Ferric oxide), 지르코늄하이드록사이드계(Zirconium hydroxide) 흡착제, 금속유기골격체(MOF, Metal Organic Framework), 및 이온교환형 활성탄 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 한다.

- [0015] 또 본 발명에 따른 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터에서, 상기 흡착제는 지르코늄하이드록사이드계(Zirconium hydroxide) 흡착제이고, 상기 나노셀룰로오스 리오셀 섬유, 대나무 섬유, 및 지르코늄하이드록사이드계(Zirconium hydroxide) 흡착제는 40~60 중량부, 10~30 중량부 및 20~50 중량부 비율인 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또 본 발명에 따른 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터에서, 상기 흡착제는 지르코늄하이드록사이드계(Zirconium hydroxide) 흡착제, 및 분말활성탄(PAC)이고, 상기 여과층의 평량은 100~340 g/m²인 것을 특징으로 한다.
- [0017] 또 본 발명에 따른 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터에서, 습윤인장강도 8.0 kN/m 이상, 초기통수량 1.5 L/min 이상, 대장균 제거율 99.99% 이상, 입자 제거율 99.9% 및 3종 이상의 물속 중금속 이온 제거율이 90% 이상인 것을 특징으로 한다.
- [0018] 또 본 발명에 따른 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터에서, 상기 여과층 상부에는 제1 바인더층, 흡착제층, 제2 바인더층 및 제1 지지층이 순차적으로 적층되고, 상기 여과층 하부에는 제3 바인더층 및 제2 지지층이 순차적으로 적층된 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또 본 발명에 따른 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터에서, 상기 여과층의 흡착제는 지르코늄하이드록사이드계(Zirconium hydroxide) 흡착제이고, 상기 흡착제층의 흡착제는 입상활성탄(GAC), 활성알루미나(Activated alumina), 티타늄실리케이트(Titanium Silicate), 제올라이트(Zeolite), 티타늄디옥사이드(Titanium Dioxide), 페릭옥사이드(Ferric oxide), 지르코늄하이드록사이드(Zirconium hydroxide), 금속유기골격체(MOF, Metal Organic Framework), 및 이온교환형 활성탄 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또 본 발명에 따른 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터에서, 상기 여과층의 흡착제는 분말활성탄(PAC)을 더 포함하고, 상기 여과층의 평량은 110~130 g/m²인 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또 본 발명에 따른 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터에서, 상기 흡착제층의 평량은 20~100 g/m²이고, 상기 필터의 평량은 230~300 g/m²인 것을 특징으로 한다.
- [0022] 또 본 발명에 따른 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터에서, 상기 제1 지지층, 제2 바인더층, 흡착제층, 제1 바인더층, 제3 바인더층 및 제2 지지층의 평량은 각각 35~50 g/m², 5.0~6.0 g/m², 20~100 g/m², 3.0~4.0 g/m², 1.0~2.0 g/m² 및 35~50 g/m²인 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또 본 발명에 따른 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터에서, 상기 여과층 상부에는 흡착제가 포함된 제1 바인더층 및 제1 지지층이 순차적으로 적층되고, 상기 여과층 하부에는 제2 바인더층 및 제2 지지층이 순차적으로 적층된 것을 특징으로 한다.
- [0024] 또 본 발명에 따른 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터에서, 상기 여과층의 흡착제는 지르코늄하이드록사이드계(Zirconium hydroxide) 흡착제이고, 상기 흡착제층의 흡착제는 입상활성탄(GAC), 활성알루미나(Activated alumina), 티타늄실리케이트계(Titanium Silicate), 제올라이트계(Zeolite), 티타늄디옥사이드계(Titanium Dioxide), 페릭옥사이드계(Ferric oxide), 지르코늄하이드록사이드계(Zirconium hydroxide), 금속유기골격체(MOF, Metal Organic Framework), 및 이온교환형 활성탄 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 한다.
- [0025] 또 본 발명에 따른 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터에서, 상기 여과층의 흡착제는 분말활성탄(PAC)을 더 포함하고, 상기 여과층의 평량은 110~130 g/m²인 것을 특징으로 한다.
- [0026] 또 본 발명에 따른 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터에서, 상기 흡착제층의 평량은 20~100 g/m²이고, 상기 필터의 평량은 230~300 g/m²인 것을 특징으로 한다.
- [0027] 또 본 발명에 따른 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터의 제조방법은, 습윤지력증강제와 물을 혼합하여 제1 혼합물을 준비하는 제1 단계; 상기 제1 혼합물에 나노셀룰로오스 리오셀 섬유와 대나무 섬유를 혼합하여 제2 혼합물을 준비하는 제2 단계; 상기 제2 혼합물에 흡착제를 혼합하여 제3 혼합물을 준비하는 제3 단계; 물과 바인더섬유를 혼합하여 제4 혼합물을 준비하는 제4 단계; 상기 제3 혼합물과 상기 제4 혼합물을 혼합하여 제5 혼합물을 준비하는 제5 단계; 상기 제5 혼합물에 백수(White water)를 혼합하여 희석된 원료 혼합물을 준비하는

제6 단계; 및 상기 원료 혼합물을 와이어 메쉬에 적층하여 탈수 및 건조하여 여과층을 제조하는 제7 단계;를 포함하되, 상기 제4 단계는 상기 제1 단계 내지 제3 단계와 동시, 이전 또는 제3 단계와 제5 단계 사이에 수행되고, 상기 제2 단계에서의 나노셀룰로오스 리오셀 섬유는 여수도와 평균 섬유장이 상이한 2종 이상이고, 상기 제3 단계에서의 흡착제는 분말활성탄(PAC), 활성탄소섬유(ACF), 활성알루미나(Activated alumina), 티타늄실리케이트계(Titanium Silicate), 제올라이트계(Zeolite), 티타늄디옥사이드계(Titanium Dioxide), 페릭옥사이드계(Ferric oxide), 지르코늄하이드록사이드계(Zirconium hydroxide), 금속유기골격체(MOF, Metal Organic Framework), 및 이온교환형 활성탄 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 한다.

[0028] 또 본 발명에 따른 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터의 제조방법에서, 상기 제3 단계에서의 흡착제는 지르코늄하이드록사이드계(Zirconium hydroxide) 흡착제 및 분말활성탄(PAC)이고, 상기 나노셀룰로오스 리오셀 섬유, 대나무 섬유, 및 흡착제는 40~60 중량부, 10~30 중량부 및 20~50 중량부 비율인 것을 특징으로 한다.

[0029] 또 본 발명에 따른 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터의 제조방법에서, 상기 여과층 상면에 제1 바인더를 분사하는 제1 바인더층을 형성시키는 제8 단계; 상기 제1 바인더층 상부에 흡착제를 분사하여 흡착제층을 형성시키는 제9 단계; 상기 흡착제층 상부에 제2 바인더를 분사하여 제2 바인더층을 형성시키는 제10 단계; 및 상기 제2 바인더층 상부에는 제1 지지층을 적층시키는 한편, 및 상기 여과층 하면에는 제2 지지층을 적층시키는 제11 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0030] 또 본 발명에 따른 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터의 제조방법에서, 상기 제9 단계에서의 흡착제는 이온교환형 활성탄, 입상 활성탄, 활성알루미나계 흡착제, 티타늄실리케이트계 흡착제, 제올라이트계 흡착제 및 페릭옥사이드계 흡착제 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 한다.

[0031] 또 본 발명에 따른 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터의 제조방법에서, 상기 제1 지지층, 제2 바인더층, 흡착제층, 제1 바인더층, 여과층 및 제2 지지층의 평량은 각각 35~50 g/m², 5.0~6.0 g/m², 20~100 g/m², 3.0~4.0 g/m², 110~130 g/m², 및 35~50 g/m²인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0033] 이상과 같은 구성을 갖는 본 발명의 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터 및 이의 제조방법에 의하면, 2종의 나노셀룰로오스 리오셀 섬유와 흡착제가 포함되어 있어, 다종의 중금속 성분에 대한 제거능력이 우수할 뿐만 아니라 미생물을 완벽하게 확실하게 차단할 수 있다는 장점이 있다.

[0034] 또한 본 발명의 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터 및 이의 제조방법에 의하면, 인장강도가 우수하기 때문에 제조과정에서의 지절 발생을 억제할 뿐만 아니라 사용 중 찢어지거나 변형되는 등 물리적 손상을 최소화할 수 있어 안정적으로 사용이 가능하다는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0036] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터의 제조방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예와 도면을 참조하여 본 발명을 보다 구체적으로 설명하되, 이는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세하게 설명하기 위한 것이지, 이로 인해 본 발명의 기술적인 사상 및 범주가 한정되는 것을 의미하지는 않는다.

[0038] 또한, 다르게 정의되지 않는 한 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0040] 이하 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터 및 이의 제조방법에 관하여 상세히 설명한다.

[0041] 본 발명의 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터는 여과층, 여과층 상부의 제1 바인더층, 제1 바인더층 상부의 흡착제층, 흡착제층 상부의 제2 바인더층 및 제1 지지층이 순차적으로 적층되고, 여과층 하부에는 제3 바인더층 및 제2 지지층이 순차적으로 적층된 구조일 수 있다.

- [0042] 또 본 발명의 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터에서 제1 바인더층, 흡착제층 및 제2 바인더층의 경계가 명확하지 않고, 제1 바인더층 및/또는 제2 바인더층을 구성하는 핫멜트가 흡착제층을 통과하는 구조, 즉 제1 바인더층, 흡착제층 및 제2 바인더층의 일부가 혼합된 구조일 수 있다.
- [0043] 먼저 여과층은 대나무 섬유, 나노셀룰로오스 리오셀 섬유, 흡착제, 바인더 섬유, 및 습윤지력 증강제 등을 포함하여 구성된다.
- [0044] 대나무 섬유는 여과층의 형태를 보완 유지해주며, 또 여과층의 천연 항균기능과 정균 기능을 기대할 수 있으며, 탈수성이 저하되지 않도록 고해처리하지 않은 상태로써 캐나다 표준 여수도가 540~580mL, 직경이 15~30 μ m, 길이 1~3mm인 것이 좋은데, 상기 범위를 벗어나게 되면 액체 투과성과 인장강도가 감소되는 문제점이 있으므로 상기 범위인 것이 바람직하다.
- [0045] 여과층의 기공 분포나 기공 구조를 용이하게 조절할 수 있도록, 나노셀룰로오스 리오셀(Lyocell) 섬유는 2종 이상인 것이 바람직하고, 제1 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-1)는 평균 직경이 15~20 μ m, 평균 길이 0.5~1.0mm이고 캐나다 표준 여수도가 30~60mL이고, 제2 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-2)는 평균 직경이 20~25 μ m, 평균 길이 0.8~1.2mm이고 캐나다 표준 여수도가 90~130mL CSF인 것이 보다 바람직하다.
- [0046] 흡착제는 중금속 물질, 예를 들어 철(Fe), 알루미늄(Al), 납(Pb), 수은(Hg) 및 카드뮴(Cd) 등을 흡착 제거하기 위한 것으로, 분말활성탄(PAC), 활성탄소섬유(ACF), 활성알루미나(Activated alumina), 티타늄실리케이트계(Titanium Silicate), 제올라이트계(Zeolite), 티타늄디옥사이드계(Titanium Dioxide), 페릭옥사이드계(Ferric oxide), 지르코늄하이드록사이드계(Zirconium hydroxide) 흡착제, 금속유기골격체(MOF, Metal Organic Framework), 및 이온교환형 활성탄 중 1종이 포함되는 것이 바람직하고, 중금속 물질의 흡착 제거율을 향상시킬 수 있도록 2종 이상이 포함되는 것이 보다 바람직하다.
- [0047] 바인더 섬유는 대나무 섬유, 나노셀룰로오스 리오셀 섬유 및 흡착제 등을 서로 결합시켜 기계적 강도를 향상시키기 위한 것으로, 폴리에틸렌 테레프탈레이트 코폴리에스터(Poly(ethylene terephthalate)-co-polyester)일 수 있다.
- [0048] 습윤지력 증강제는 강도를 증가시키기 위한 성분이며, 일례로 N'-(2-aminoethyl)ethane-1,2-diamine, 2-(chloromethyl)oxirane, hexanedioic acid resin일 수 있으나, 반드시 이에 제한하는 것은 아니다.
- [0049] 또 본 발명의 여과층에는 양전하부가제, 분산제, 탈기제 및 유연제 중 어느 하나 이상이 더 포함될 수 있다.
- [0050] 전술한 대나무 섬유, 나노셀룰로오스 리오셀 섬유, 흡착제, 바인더 섬유, 및 습윤지력 증강제의 혼합비는 10~30 중량부 : 40~60 중량부 : 20~50 중량부 : 5~15 중량부 : 1~10 중량부 비율로 혼합되는 것이 바람직하다.
- [0051] 전술한 구성을 갖는 본 발명의 여과층은 평균기공 1 μ m 이하, 습윤인장강도 1.0 kN/m 이상 및 초기통수량 1.5 L/min 이상이고, 대장균 제거율 99.99% 이상, 입자 제거율 99.9% 이상, 3종 이상 중금속 성분 제거율 90% 이상의 성능을 갖는다.
- [0052] 계속해서, 제1 지지층, 흡착제층 및 여과층을 접착시키기 위한 제1 바인더층과 제2 바인더층을 구성하는 바인더는 폴리-올레핀계 핫멜트일 수 있고, 또 제2 지지층과 여과층을 접착시키기 위한 제3 바인더층을 구성하는 바인더는 동일한 폴리-올레핀계 핫멜트일 수 있다.
- [0053] 여기서, 제2 바인더층은 평량이 5.0~6.0 g/m², 그리고 제1 바인더층은 평량이 3.0~4.0 g/m² 범위가 되도록 핫멜트를 분사하는 것이 바람직하다.
- [0054] 또 제3 바인더층은 평량이 1.0~2.0 g/m² 범위가 되도록 핫멜트를 분사할 수 있다.
- [0055] 한편, 여과층 일면, 다시 말해 여과층과 제1 지지층 사이에 위치하는 흡착제층은 중금속 성분의 제거효율을 향상시키기 위한 구성으로, 입상활성탄(GAC), 활성알루미나(Activated alumina), 티타늄실리케이트계(Titanium Silicate), 제올라이트계(Zeolite), 티타늄디옥사이드계(Titanium Dioxide), 페릭옥사이드계(Ferric oxide), 지르코늄하이드록사이드계(Zirconium hydroxide) 흡착제, 금속유기골격체(MOF, Metal Organic Framework), 및 이온교환형 활성탄 중 1종 이상으로 구성될 수 있다.
- [0056] 이때, 흡착제층은 평량이 20~100 g/m² 범위가 되도록 흡착제를 도포할 수 있다.
- [0057] 전술한 구성을 갖는 본 발명의 필터는 습윤인장강도 8.0 kN/m 이상 및 초기통수량 1.5 L/min 이상이고, 대장균 제거율 99.99% 이상, 입자 제거율 99.9% 이상, 4종 이상 중금속 성분 제거율이 100%인 성능을 갖는다.

- [0058] 계속해서, 본 발명에 따른 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터의 제조방법에 관해 설명하기로 한다. 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터의 제조방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0059] 나노셀룰로오스 리오셀 섬유, 대나무 섬유, 흡착제, 바인더 및 습윤지력 증강제 등 각 물질들의 구체적인 종류는 전술한 바와 동일하므로, 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0060] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명의 중금속과 미생물 제거가 가능한 수처리용 필터의 제조방법은, 습윤지력증강제와 물을 혼합하여 제1 혼합물을 준비하는 제1 단계; 제1 혼합물에 나노셀룰로오스 리오셀 섬유와 대나무 섬유를 혼합하여 제2 혼합물을 준비하는 제2 단계; 제2 혼합물에 흡착제를 혼합하여 제3 혼합물을 준비하는 제3 단계; 물과 바인더섬유를 혼합하여 제4 혼합물을 준비하는 제4 단계; 제3 혼합물과 제4 혼합물을 혼합하여 제5 혼합물을 준비하는 제5 단계; 제5 혼합물에 백수(White water)를 혼합하여 회석된 원료 혼합물을 준비하는 제6 단계; 원료 혼합물을 와이어 메쉬에 적층하여 탈수 및 건조하여 여과층을 제조하는 제7 단계; 여과층 상면에 제1 바인더를 분사하는 제1 바인더층을 형성시키는 제8 단계; 제1 바인더층 상부에 흡착제를 분사하여 흡착제층을 형성시키는 제9 단계; 흡착제층 상부에 제2 바인더를 분사하여 제2 바인더층을 형성시키는 제10 단계; 및 제2 바인더층 상부에는 제1 지지층을 적층시키는 한편, 여과층 하면에는 제2 지지층을 적층시키는 제11 단계를 포함하여 구성된다.
- [0061] 먼저 제1 혼합물을 준비하는 제1 단계에서는, 용매인 물에 습윤지력증강제를 넣어 교반하는 단계이다.
- [0062] 여기서, 물 10,000 중량부에 대해 습윤지력증강제는 1~10 중량부 비율로 혼합될 수 있다.
- [0063] 제2 혼합물을 준비하는 제2 단계는, 준비한 제1 혼합물에 나노셀룰로오스 리오셀 섬유와 대나무 섬유를 각각 40~60 중량부 및 10~30 중량부 비율로 투입하여 3~8분간 600~900rpm으로 교반하는 단계이다.
- [0064] 제3 혼합물을 준비하는 제3 단계는, 준비한 제2 혼합물에 흡착제 20~50 중량부를 투입한 후 다시 3~8분간 600~900rpm으로 교반하는 단계이다.
- [0065] 제4 혼합물을 준비하는 제4 단계는 용매인 물 10,000 중량부에 대해 바인더섬유 5~15 중량부 비율로 혼합한 후 교반하는 단계이다.
- [0066] 제5 혼합물을 준비하는 제5 단계는, 준비한 제3 혼합물과 제4 혼합물을 혼합하는 단계이다.
- [0067] 원료 혼합물을 준비하는 제6 단계는, 제5 혼합물 1 중량부에 대해 백수(White water) 9~11 중량부 비율로 혼합하여 회석된 원료 혼합물을 준비하는 단계이다.
- [0068] 여과층을 제조하는 제7 단계에서는, 탈수 단계와 건조 단계가 순차적으로 진행된다. 탈수 단계에서는 회석된 원료 혼합물이 메쉬 벨트에 적층이 되어지는 순간 1차 진공을 가하여 탈수하고, 이어서 2차 진공을 추가로 부여하여 탈수공정을 수행한다.
- [0069] 1차 진공 탈수 과정에서는 4단계의 진공압을 가하게 되며, 1단계에서는 0~10cmHg, 2단계에서는 10~30cmHg, 3단계에서는 30~50cmHg, 4단계에서는 40~65cmHg 범위의 진공압을 가하게 되며, 이 과정에서 탈수를 통해 섬유들 간의 결합을 유도하고 결과적으로 다공성을 갖는 여과층으로 형성시킨다.
- [0070] 2차 진공 탈수 과정에서는 대략 18~22cmHg 범위의 진공압을 가하는 한편 와이어 메쉬벨트로 가압하여 잔여 수분을 제거함과 동시에 섬유들 간의 결합을 더욱 치밀하게 한다. 특히 와이어 메쉬벨트로 가압할 시 여과층의 표면 균일도가 향상된다.
- [0071] 건조 단계는 잔여수분을 완전하게 제거하는 단계로서, 열풍건조기와 드럼드라이어를 순차적으로 통과시킴으로써 달성된다. 구체적으로, 100~170℃, 보다 바람직하게는 130℃~150℃에서 운전되는 열풍건조기에서 1차 건조 시킨 후, 150~200℃에서 2차 건조, 150~180℃에서 3차 건조하는 과정이 순차적으로 진행됨으로써, 여재층이 얻어지게 된다.
- [0072] 여과층 상면에 제1 바인더를 분사하는 제1 바인더층을 형성시키는 제8 단계에서는 폴리-올레핀계 핫멜트를 가열하여 녹이고 고온으로 가열된 에어(Hot air)와 함께 여과층 상면으로 분사한다. 여기서, 바인더의 도포량은 평량이 3.0~4.0 g/m² 범위가 되도록 분사하는 것이 바람직하다.
- [0073] 제1 바인더층 상부에 흡착제를 분사하여 흡착제층을 형성시키는 제9 단계에서는 흡착제층을 구성하기 위한 흡착제를 제1 바인더층 상부로 분사하는데, 이때 흡착제의 분사량은 평량이 20~100 g/m² 범위가 되도록 분사하는 것

이 바람직하다.

- [0074] 흡착제층 상부에 제2 바인더를 분사하여 제2 바인더층을 형성시키는 제10 단계는 제1 바인더층을 형성하는 방법과 동일하게 제2 바인더를 핫에어(Hot air)와 함께 흡착제층 상면으로 분사한다. 여기서, 제2 바인더의 도포량은 평량이 5.0~6.0 g/m² 범위가 되도록 분사하는 것이 바람직하다.
- [0075] 제2 바인더층 상부에는 제1 지지층을 적층시키는 한편, 여과층 하면에는 제2 지지층을 적층시키는 제11 단계에서는 한 쌍의 지지층을 적층시키는 단계이다.
- [0076] 여기서, 제2 지지층 내면, 즉 여과층 하면과 대면에는 층에는 제3 바인더층이 도포된 상태이고, 이때 제3 바인더층은 평량이 1.0~2.0 g/m² 범위이다.
- [0077] 이후 여과층, 흡착제층 및 한 쌍의 지지층들이 잘 결합될 수 있도록 가압롤을 통과시켜 최종적으로 다층 구조를 갖는 필터를 제조한다.
- [0079] 이하, 본 발명을 실시예 및 실험예에 의해 보다 상세히 설명한다. 단, 하기 실시예 및 실험예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기 실시예 및 실험예에 한정되는 것은 아니다.
- [0081] <실시예>
- [0082] 실시예 1
- [0083] 30℃로 승온시킨 물 1,000L에 습윤지력증강제로서 N'-(2-aminoethyl)ethane-1,2-diamine,2-(chloromethyl)oxirane,hexanedioic acid resin(상품명 Kymene™) 0.5kg을 투입 및 교반한 후(제1 혼합물), 평균 직경이 15~20 μ m, 평균 길이 0.5~1.0mm이고 캐나다 표준 여수도가 50mL CSF인 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-1) 2.75kg, 평균 직경이 20~25 μ m, 평균 길이 0.8~1.2mm이고 캐나다 표준 여수도가 120mL CSF인 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-2) 2.75kg, 평균 직경이 18~25 μ m, 평균 길이 1~2mm인 대나무 섬유 1.0kg를 추가로 투입하여 5분간 750rpm으로 교반하였고(제2 혼합물), 이후 지르코늄하이드록사이드계(Zirconium hydroxide) 흡착제(상품명, OMNISORB™) 3kg 투입 후 다시 5분간 750rpm으로 교반하였다(제3 혼합물).
- [0084] 이와는 별도로 30℃로 승온시킨 물 1,000L에 바인더 섬유(Poly(ethylene terephthalate)-co-polyester)) 0.5kg을 투입한 후 10분간 750rpm으로 교반하였다(제4 혼합물).
- [0085] 제조된 제3 혼합물과 제4 혼합물을 탱크에서 혼합 교반하여 제5 혼합물을 준비하고, 이어서 제5 혼합물 1중량부에 대해 10중량부 비율로 백수(white water)를 혼합하여 여과층 제조를 위한 원료혼합물을 극세사 메쉬 벨트로 적층시켰다.
- [0086] 이때 건조 기준평량이 120g/m²가 되도록 조절하였다.
- [0087] 또 원료혼합물이 극세사 메쉬 벨트에 적층되는 순간 0cmHg의 진공압으로 1단계 자연 탈수를 진행하고, 이어서 2단계 10cmHg의 진공압, 3단계 30cmHg의 진공압, 4단계 50cmHg의 진공압으로 1차 탈수를 진행하였다.
- [0088] 1차 탈수 진행 후, 20cmHg의 진공압으로 2차 탈수와 함께 상부 와이어 메쉬벨트로 가압하여 잔여 수분을 제거하면서 표면이 균일하도록 가공하였다.
- [0089] 마지막으로 130℃~150℃에서 운전되는 열풍건조기에서 1차 건조, 150~200℃에서 2차 건조, 150~180℃에서 3차 건조하여 잔여수분을 제거하고 롤형태로 권취하여 수처리용 여과층을 제조하였다.
- [0090] 실시예 2
- [0091] 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-1) 2.25kg, 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-2) 2.25kg, 및 대나무 섬유 2.0kg으로 변경한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 조건으로 수처리용 여과층을 제조하였다.
- [0092] 실시예 3
- [0093] 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-1) 1.75kg, 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-2) 1.75kg, 및 대나무 섬유 3.0kg으로 변경한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 조건으로 수처리용 여과층을 제조하였다.
- [0094] 실시예 4
- [0095] 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-1) 3.25kg, 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-2) 3.25kg, 및 흡착제 2.0kg으로 변경한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 조건으로 수처리용 여과층을 제조하였다.

- [0096] 실시예 5
- [0097] 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-1) 2.25kg, 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-2) 2.25kg, 및 흡착제 4.0kg으로 변경한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 조건으로 수처리용 여과층을 제조하였다.
- [0098] 실시예 6
- [0099] 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-1) 1.75kg, 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-2) 1.75kg, 및 흡착제 5.0kg으로 변경한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 조건으로 수처리용 여과층을 제조하였다.
- [0100] 실시예 7
- [0101] 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-1) 1.75kg, 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-2) 1.75kg로 변경하면서, 흡착제로서 지르코늄하이드록사이드계(Zirconium hydroxide) 흡착제(제품명, OMINSORB)TM 2kg과 분말활성탄 3.0kg으로 변경한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 조건으로 수처리용 여과층을 제조하였다.
- [0102] 실시예 8
- [0103] 평량을 230g/m²으로 변경한 것을 제외하고는 실시예 7과 동일한 조건으로 수처리용 여과층을 제조하였다.
- [0104] 실시예 9
- [0105] 평량을 320g/m²으로 변경한 것을 제외하고는 실시예 7과 동일한 조건으로 수처리용 여과층을 제조하였다.
- [0106] <비교예>
- [0107] 비교예 1
- [0108] 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-1) 1.25kg, 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-2) 1.25kg, 및 대나무 섬유 4.0kg으로 변경한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 조건으로 수처리용 여과층을 제조하였다.
- [0109] 비교예 2
- [0110] 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-1) 0.75kg, 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-2) 0.75kg, 및 대나무 섬유 5.0kg으로 변경한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 조건으로 수처리용 여과층을 제조하였다.
- [0111] 비교예 3
- [0112] 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-1) 3.25kg, 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-2) 3.25kg으로 변경하면서 대나무 섬유는 첨가하지 않은 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 조건으로 수처리용 여과층을 제조하였다.
- [0113] 비교예 4
- [0114] 대나무 섬유 6.5kg으로 변경하면서, 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-1)와 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-2)는 첨가하지 않은 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 조건으로 수처리용 여과층을 제조하였다.
- [0115] 비교예 5
- [0116] 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-1) 3.75kg, 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-2) 3.75kg, 및 흡착제 1.0kg으로 변경한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 조건으로 수처리용 여과층을 제조하였다.
- [0117] 비교예 6
- [0118] 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-1) 1.25kg, 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-2) 1.25kg, 및 흡착제 6.0kg으로 변경한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 조건으로 수처리용 여과층을 제조하였다.
- [0119] 비교예 7
- [0120] 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-1) 4.25kg, 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-2) 4.25kg로 변경하면서 흡착제는 첨가하지 않은 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 조건으로 수처리용 여과층을 제조하였다.
- [0121] 비교예 8
- [0122] 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-1) 3.25kg, 나노셀룰로오스 리오셀섬유(NCF-2) 3.25kg, 흡착제 2kg 및 평량을 230g/m²으로 변경한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 조건으로 수처리용 여과층을 제조하였다.

[0123] 비교예 9

[0124] 평량을 320g/m²으로 변경한 것을 제외하고는 비교예 8과 동일한 조건으로 수처리용 여과층을 제조하였다.

표 1

	물(L)	백수(L)	NCF-1(kg)	NCF-2(kg)	대나무 섬유(kg)	바인더 섬유(kg)	흡착제-1(kg)	흡착제-2(kg)	습윤 지력 증강제(kg)
실시예 1	2,000	20,000	2.75	2.75	1.0	0.5	3	-	0.5
실시예 2	2,000	20,000	2.25	2.25	2.0	0.5	3	-	0.5
실시예 3	2,000	20,000	1.75	1.75	3.0	0.5	3	-	0.5
실시예 4	2,000	20,000	3.25	3.25	1.0	0.5	2	-	0.5
실시예 5	2,000	20,000	2.25	2.25	1.0	0.5	4	-	0.5
실시예 6	2,000	20,000	1.75	1.75	1.0	0.5	5	-	0.5
실시예 7	2,000	20,000	1.75	1.75	1.0	0.5	2	3.0	0.5
실시예 8	2,000	20,000	1.75	1.75	1.0	0.5	2	3.0	0.5
실시예 9	2,000	20,000	1.75	1.75	1.0	0.5	2	3.0	0.5
비교예 1	2,000	20,000	1.25	1.25	4.0	0.5	3	-	0.5
비교예 2	2,000	20,000	0.75	0.75	5.0	0.5	3	-	0.5
비교예 3	2,000	20,000	3.25	3.25	0	0.5	3	-	0.5
비교예 4	2,000	20,000	0	0	6.5	0.5	3	-	0.5
비교예 5	2,000	20,000	3.75	3.75	1.0	0.5	1	-	0.5
비교예 6	2,000	20,000	1.25	1.25	1.0	0.5	6	-	0.5
비교예 7	2,000	20,000	4.25	4.25	1.0	0.5	-	-	0.5
비교예 8	2,000	20,000	3.25	3.25	1.0	0.5	2	-	0.5
비교예 9	2,000	20,000	3.25	3.25	1.0	0.5	2	-	0.5

[0126] * 흡착제-1은 수산화 지르코늄계 흡착제(제품명, OMINSORB)이고, 흡착제-2는 분말 활성탄임

[0128] <실험예 1>

[0129] 실시예 1 내지 9, 및 비교예 1 내지 9에서 제조된 수처리용 여과층의 물성, 통수량, 항균실험 및 금속이온 제거 성능을 측정하였고, 그 결과를 표 2 및 3에 나타내었다.

[0130] 평량은 TAPPI T 410 규격에 따라 100cm² 시료를 10개 이상 채취하여 각각의 무게를 측정한 후 평균값을 구하고, 이를 보정하여(보정값×100) 평량을 측정하였다.

[0131] 두께는 TAPPI T 411 규격에 따라 이에 맞는 두께 측정기로 부직포의 두께를 측정하였고, 습윤인장강도는 ISO 3781 규격에 따라 측정하였다.

[0132] 평균기공은 ASTM F316 시험법을 기반으로 PMI사의 모세관 흐름 기공계(Capillary Flow Porometer)를 이용하여 각 시료당 10회 측정한 평균 기공값의 평균값으로 하였다.

[0133] 초기 통수량 테스트를 위하여 2L/min 1.5bar 정압조건으로 셋팅된 통수설비를 이용하여 테스트를 진행하였으며, 제작된 필터를 출수구에 걸착하고 5분간 통수 후 유량계에 표시되는 유량을 초기 통수량으로 정의하였으며, 각 조건별 5회 측정치를 평균으로 하였다.

[0134] 대장균 시험에서는 염소가 제거된 테스트용 물에 배양된 대장균(Escherichia coli, ATCC 15597) 10⁴CFU/mL 이상이 되도록 테스트용 유입수를 조제하였다. 이후 펌프의 출수구부에 필터를 걸착하여 1~2kgf/cm² 수압조건에서 100L 통수 시점에 유출수를 채수하여 주입평판법(Pour Plate Method)로 대장균의 균락을 계수하여 아래의 계산식으로 제거효율을 산정하였다.

[0135]
$$\text{대장균 제거효율(\%)} = \frac{\text{유입수내 대장균(CFU/mL)} - \text{유출수내 대장균(CFU/mL)}}{\text{유입수내 대장균(CFU/mL)}} \times 100$$

[0136] 입자 제거는 초순수 500L에 입자성 물질(GC8000)이 2ppm이 되도록 투입 후 교반장치를 이용하여 충분히 혼합되도록 교반하였다. 펌프의 출수구부에 필터를 걸착 후 1~2kgf/cm² 수압조건으로 10분간 통수 후 5분 간격으로 4회

(총 20분) 유출수를 채취하고, 유입수와 채취된 유출수를 입자 개수측정기를 이용하여 1 μ m 입자의 개수를 측정하고 아래의 계산식으로 제거효율을 계산하였다.

$$\text{입자 제거효율(\%)} = \frac{\text{유입수내 } 1\mu\text{m 입자수} - \text{유출수내 } 1\mu\text{m 입자수}}{\text{유입수내 } 1\mu\text{m 입자수}} \times 1$$

중금속이온은 필터의 중금속이온제거 성능을 평가하기 위하여 국내 정수기 기준 규격 및 검사기관 지정고시 (환경부고시 제2021-157호, 2021.8.3.)에 의거하여 중금속 이온이 포함된 유입수를 조제하였다. 이때 각 중금속이온의 농도는 철 0.9mg/L, 알루미늄 0.9mg/L, 납 0.5mg/L, 수은 0.05mg/L 카드뮴 0.05mg/L이다. 이후 펌프의 출수구부에 필터를 결합하여 1kgf/cm² 수압조건에서 100L 통수 시점에 유출수를 채수하여 유도결합플라즈마 분석기(ICP-MS) 장비를 이용하여 유입수와 유출수의 중금속 이온 농도를 측정후 아래의 계산식으로 제거효율을 계산하였다.

$$\text{중금속이온 제거효율(\%)} = \frac{\text{유입수내 중금속 이온농도} - \text{유출수내 중금속 이온농도}}{\text{유입수내 중금속 이온농도}} \times 1$$

표 2

	평량(g/ m ³)	두께(mm)	평균기공(μ m)	습윤인장강도(kN/m)	초기통수량(L/min)
실시예 1	120	0.68	0.65	1.24	1.72
실시예 2	120	0.67	0.73	2.42	1.73
실시예 3	120	0.67	0.88	2.89	1.75
실시예 4	120	0.68	0.62	1.70	1.71
실시예 5	120	0.67	0.76	1.10	1.73
실시예 6	120	0.67	0.88	1.04	1.74
실시예 7	120	0.65	0.87	1.07	1.74
실시예 8	230	0.82	0.66	1.86	1.70
실시예 9	320	1.11	0.51	2.42	1.68
비교예 1	120	0.65	1.42	3.51	1.76
비교예 2	120	0.63	1.83	3.89	1.78
비교예 3	120	0.69	0.32	0.89	1.55
비교예 4	120	0.62	4.79	4.24	1.92
비교예 5	120	0.70	0.58	1.81	1.71
비교예 6	120	0.65	1.03	0.88	1.82
비교예 7	120	0.71	0.38	2.01	1.58
비교예 8	230	0.87	0.54	2.52	1.71
비교예 9	320	1.15	0.48	3.11	1.69

표 3

	대장균 제거 (%)	입자제거 (%)	Fe (%)	Al (%)	Pb (%)	Hg (%)	Cd (%)
실시예 1	99.99	99.9	100	98.3	92.8	52.3	23.4
실시예 2	99.99	99.9	100	97.3	93.2	53.4	22.7
실시예 3	99.99	99.9	100	94.4	90.3	50.6	22.5
실시예 4	99.99	99.9	100	98	90.8	39.4	18.6
실시예 5	99.99	99.9	100	100	98.2	58.1	32.1
실시예 6	99.99	99.9	100	100	100	57.8	34.2
실시예 7	99.99	99.9	100	100	100	90.1	45.5
실시예 8	99.99	99.9	100	100	100	95.2	48.2
실시예 9	99.99	99.9	100	100	100	100	52.4
비교예 1	99.01	99.1	89.3	88.5	78.8	41.1	22.3
비교예 2	95.27	93.3	85.4	80.1	64.3	38.3	18.5
비교예 3	99.99	99.9	100	98.2	93.7	54.5	24.6
비교예 4	88.41	89.5	64.3	68.2	54.4	20.3	13.4
비교예 5	99.99	99.9	100	76.1	83.1	32.3	11.3
비교예 6	98.21	99.7	100	100	93.4	48.1	36.1

비교예 7	99.99	99.9	89.2	83.1	18.2	8.2	2.7
비교예 8	99.99	99.9	100	99.9	95.8	54.7	23.8
비교예 9	99.99	99.9	100	100	100	54.9	21.4

- [0145] 표 2에 정리한 바와 같이, 본 발명의 실시예 1 내지 7의 제조방법으로 제조한 평량 120 g/m²인 여과층의 경우, 두께가 0.68 mm 이하 및 평균기공 0.88 μm 이하이면서, 습윤인장강도는 1.0kN/m 이상이고 초기통수량도 1.70 L/min 이상인 것을 알 수 있다.
- [0146] 반면, 비교예 1, 2, 4, 6의 제조방법으로 제조한 여과층의 경우에는 평균기공이 1 μm를 초과하고, 비교예 3 및 6의 제조방법으로 제조한 여과층의 경우에는 습윤인장강도가 1 kN/m 미만이어서 사용 중 물리적으로 손상받기 쉽다.
- [0147] 또 표 3에 정리한 바와 같이, 본 발명의 실시예 1 내지 9의 제조방법으로 제조한 여과층의 경우 대장균은 99.99%, 입자는 99.9% 제거되었고, 5종의 중금속 중에서 철, 알루미늄 및 납의 경우 90%이상이 제거되는 것을 알 수 있다.
- [0148] 반면, 습윤인장강도가 1 kN/m 미만에 해당되는 비교예 3 및 6의 제조방법으로 제조한 여과층을 제외하고는, 대장균 제거율이 99.99% 미만이거나, 입자 제거율이 99.9% 미만이거나, 철, 알루미늄 및 납 중 어느 하나 이상의 제거율이 90% 미만인 것을 알 수 있다.
- [0149] 특히, 2종의 흡착제를 첨가한 실시예 7의 경우, 철, 알루미늄 및 납의 제거율이 100%이고, 수은 90.1% 및 카드뮴 45.5% 제거율을 보여, 가장 우수한 것을 알 수 있다.
- [0150] 실시예 10
- [0151] 실시예 7에 따라 제조된 여과층을 사용하여 수처리용 필터를 제조하였다.
- [0152] 여과층 상면에 제1 바인더인 폴리-올레핀계 핫멜트와 핫에어를 함께 분사하였고 이때 제1 바인더의 도포량은 m²당 3.5g이 되도록 조절하였다.
- [0153] 이후 Brush Blet 타입 스캐터로 평균입도 162μm 이온교환형 활성탄을 m²당 약 40g이 되도록 스캐터링하여 흡착제층을 형성시키고, 흡착제층 위에 다시 제2 바인더인 폴리-올레핀계 핫멜트와 핫에어를 함께 분사하여 제2 바인더가 m²당 5.5g이 되도록 조절하였다.
- [0154] 그리고 나서 상면에는 제1 지지층을 적재하는 한편, 여과층 하면에는 제2 지지층을 위치시킨 후, 적층된 상태로 가압롤을 통과시켜 필터를 제조하였다.
- [0155] 여기서, 제1 지지층과 제2 지지층은 듀폰 자반(Dupont Xavan) 제품을 사용하였고, 여과층 하면과 대면하는 제2 지지층 일면에는 제3 바인더인 폴리-올레핀계 핫멜트가 m²당 1.5g 도포된 상태이다.
- [0156] 실시예 11
- [0157] 이온교환형 활성탄이 m²당 약 60g이 되도록 스캐터링한 것을 제외하고, 나머지는 실시예 10과 동일한 조건으로 수처리용 필터를 제조하였다.
- [0158] 실시예 12
- [0159] 이온교환형 활성탄이 m²당 약 80g이 되도록 스캐터링한 것을 제외하고, 나머지는 실시예 10과 동일한 조건으로 수처리용 필터를 제조하였다.
- [0160] 실시예 13
- [0161] 이온교환형 활성탄이 m²당 약 100g이 되도록 스캐터링한 것을 제외하고, 나머지는 실시예 10과 동일한 조건으로 수처리용 필터를 제조하였다.
- [0162] 실시예 14
- [0163] 이온교환형 활성탄이 m²당 약 20g이 되도록 스캐터링한 것을 제외하고, 나머지는 실시예 10과 동일한 조건으로 수처리용 필터를 제조하였다.
- [0164] 비교예 10

[0165] 제1 바인더층과 이온교환형 활성탄을 포함하지 않으며, 제2 바인더층은 m²당 1.5g이 되도록 조절한 것을 제외하고, 나머지는 실시예 10과 동일한 조건으로 수처리용 필터를 제조하였다.

표 4

[0167]

	평량(g/m ²)						
	제1지지층	제2바인더층	흡착제층	제2바인더층	여과층	제3바인더층	제2지지층
실시예 10	40	5.5	40	3.5	120	1.5	40
실시예 11	40	5.5	60	3.5	120	1.5	40
실시예 12	40	5.5	80	3.5	120	1.5	40
실시예 13	40	5.5	100	3.5	120	1.5	40
실시예 14	40	5.5	20	3.5	120	1.5	40
비교예 10	40	1.5	-	-	120	1.5	40

[0169] <실험예 2>

[0170] 실시예 10 내지 14, 및 비교예 10에서 제조된 수처리용 필터의 물성, 통수량, 항균실험 및 금속이온 제거성능을 측정하였고, 그 결과를 표 5 및 6에 나타내었다.

[0171] 물성, 통수량, 항균실험 및 금속이온 제거성능 측정방법은 실시예 1과 동일한 방법으로 측정하였다.

표 5

[0172]

	평량(g/m ²)	두께(μm)	습윤인장강도(kN/m)	초기통수량(L/min)
실시예 10	255	1.09	11.2	1.72
실시예 11	275	1.19	10.3	1.70
실시예 12	295	1.45	9.4	1.60
실시예 13	295	1.85	8.4	1.54
실시예 14	235	1.02	11.8	1.70
비교예 10	205	0.95	12.4	1.72

표 6

[0173]

	대장균 제거 (%)	입자제거 (%)	Fe (%)	Al (%)	Pb (%)	Hg (%)	Cd (%)
실시예 10	99.99	99.9	100	100	100	100	80.3
실시예 11	99.99	99.9	100	100	100	100	90.4
실시예 12	99.99	99.9	100	100	100	100	92.1
실시예 13	99.99	99.9	100	100	100	100	93.4
실시예 14	99.99	99.9	100	100	100	100	60.8
비교예 10	99.99	99.9	100	100	100	90.1	45.5

[0174] 표 5에 정리한 바와 같이, 본 발명의 실시예 10 내지 14, 비교예 10의 제조방법으로 제조한 모든 필터에서 대장균 99.99%, 입자 99.9% 및 철, 알루미늄 및 납이 100% 제거되었다.

[0175] 그러나 실시예 10 내지 14의 경우, 수은이 100% 제거된 반면, 비교예 10에서는 90.1%에 불과하였다. 또 카드뮴의 경우에도 실시예 10 내지 14는 60.8~93.4% 제거된 반면, 비교예 10에서는 45.5%에 불과하였다.

[0177] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 균등한 범위는 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

도면1

