



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0044672
(43) 공개일자 2017년04월25일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 39/02 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
B01D 39/02 (2013.01)
B01D 2239/025 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2017-7006543</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2015년08월14일
심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2016년03월08일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2015/045339</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2016/025873
국제공개일자 2016년02월18일</p> <p>(30) 우선권주장
62/038,068 2014년08월15일 미국(US)
(뒷면에 계속)</p> | <p>(71) 출원인
할로소스, 인코포레이티드
미국 워싱턴 98021 보텔 220 스트리트 사우스이스트 1725 스위트 103</p> <p>(72) 발명자
천용준
미국, 워싱턴 98012, 보셀, 19111 16 애비뉴 사우스이스트</p> <p>카와이, 히로유키
미국, 워싱턴 98033, 커클랜드, 845 8 애비뉴 사우스
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
손민</p> |
|---|---|

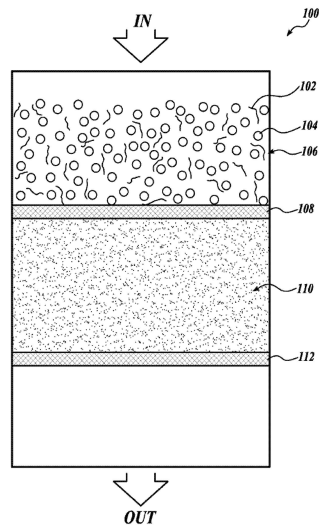
전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 발명의 명칭 **과립 여과 매질 혼합물 및 수질 정화 용도**

(57) 요약

과립 여과 매질과 건조 중량으로 5% 미만의 나노섬유의 혼합물을 포함하는 과립 여과 매질, 이의 제조 방법 및 수질 정화 목적으로 물의 화학적 안전성 및 순도를 개선시키기 위해 물로부터 금속, 중금속, 합성 또는 천연 유기 물질, 콜로이드 또는 현탁 입자를 포함하는 오염물질을 제거하기 위한 용도를 제공하며, 구체적으로, 본 발명의 일 실시양태로 높은 pH의 물로부터 미립자성 납을 제거하기 위한 과립 여과 매질의 용도가 기재된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B01D 2239/0407 (2013.01)

B01D 2239/0442 (2013.01)

(72) 발명자

보따리, 패트리샤, 큐.

미국, 워싱턴 98020, 에드먼즈, 1046 벨 스트리트

애슐리, 크리스토퍼, 알.

미국, 워싱턴 98102, 시애틀, 305 벨뷰 애비뉴 이스트 #304

메이슨, 앤드류, 에프.

미국, 워싱턴 98117, 시애틀, 9020 12 애비뉴 노스 웨스트

(30) 우선권주장

62/117,932 2015년02월18일 미국(US)

62/203,294 2015년08월10일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

과립 입자 및 나노섬유를 포함하는 혼합물을 포함하는 과립 여과 매질 혼합물.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 과립은 100 마이크로미터 내지 2000 마이크로미터의 평균 입자 크기를 갖고, 나노섬유는 5 나노미터 내지 2 마이크로미터의 평균 직경을 갖는 과립 여과 매질 혼합물.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 나노섬유는 건조 중량으로 5% 미만, 4% 미만, 3% 미만, 2% 미만 또는 1% 미만의 과립 여과 매질을 포함하는 과립 여과 매질 혼합물.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 과립 여과 매질은 3 내지 70 중량%의 수분 함량을 가지는 과립 여과 매질 혼합물.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 과립 입자는 과립 활성탄, 과립 활성 알루미늄, 과립 규조토, 과립 실리카겔, 과립 제올라이트, 과립 실리케이트, 과립 합성 분자 시브, 과립 이온 교환 수지 입자, 과립 미세알 점토, 과립 알루미늄실리케이트, 과립 티타네이트, 과립 탄화 골분, 과립 KDF 프로세스 매질, 과립 요오드화 수지, 과립 세라믹, 과립 펄라이트, 과립 샌드, 이온 교환 수지와 금속 산화물의 과립 하이브리드, 고분자 흡착 수지 또는 이들의 조합 중에서 선택되고, 상기 나노섬유는 합성 고분자 나노섬유, 천연 고분자 나노섬유, 천연 고분자 나노섬유 유도체, 무기 나노섬유 또는 이들의 조합 중에서 선택되는 과립 여과 매질 혼합물.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 중력 여과 매질은 과립 입자와 나노섬유의 블렌딩된 혼합물인 과립 여과 매질 혼합물.

청구항 7

과립 여과 매질 혼합물의 제조 방법으로서, 상기 방법은
용매 중에 나노섬유를 분산시키는 단계;
과립 입자를 용매에 첨가하는 단계;
용매와 나노섬유 및 과립 입자를 혼합하는 단계; 및
용매를 분리하여 과립 여과 매질 혼합물을 제조하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 과립 여과 매질 혼합물을 건조시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 9

제7항 또는 제8항에 있어서, 상기 과립 입자는 100 마이크로미터 내지 2000 마이크로미터의 평균 입자 크기를 갖고, 나노섬유는 5 나노미터 내지 2 마이크로미터의 평균 직경을 갖는 방법.

청구항 10

제7항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 나노섬유는 건조 중량으로 5% 미만의 과립 여과 매질 혼합물을 포함하는 방법.

청구항 11

제7항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 과립 입자는 과립 활성탄, 과립 활성 알루미늄, 과립 구조토, 과립 실리카겔, 과립 제올라이트, 과립 실리케이트, 과립 합성 분자 시브, 과립 이온 교환 수지 입자, 과립 미네랄 점토, 과립 알루미늄실리케이트, 과립 티타네이트, 과립 탄화 골분, 과립 KDF 프로세스 매질, 과립 요오드화 수지, 과립 세라믹, 과립 펄라이트, 과립 샌드, 이온 교환 수지와 금속 산화물의 과립 하이브리드, 고분자 흡착 수지 또는 이들의 조합 중에서 선택되고, 상기 나노섬유는 합성 고분자 나노섬유, 천연 고분자 나노섬유, 천연 고분자 나노섬유 유도체, 무기 나노섬유 또는 이들의 조합 중에서 선택되는 방법.

청구항 12

유체로부터 불순물의 제거 방법으로서, 상기 방법은 불순물을 포함하는 유체를 과립 여과 매질 혼합물을 포함하는 필터에 통과시키는 단계를 포함하고, 상기 과립 여과 매질 혼합물은 과립 입자 및 나노섬유를 포함하는 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 과립 입자는 100 마이크로미터 내지 2000 마이크로미터의 평균 입자 크기를 갖고, 나노섬유는 5 나노미터 내지 2 마이크로미터의 평균 직경을 갖는 방법.

청구항 14

제12항 또는 제13항에 있어서, 상기 불순물은 할로젠, 중금속 이온, 유기 화합물, 콜로이드 입자인 방법.

청구항 15

제12항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 불순물은 납인 방법.

청구항 16

제12항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 불순물은 납, 구리, 산화철, 산화철 수산화물, 실리카, 구리, 수은, 카드뮴, 아연 또는 이들의 조합인 방법.

청구항 17

제12항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 유체는 공기 또는 물인 방법.

청구항 18

과립 여과 매질 및 나노섬유를 포함하는 혼합물을 갖는 필터 챔버를 포함하는 필터.

청구항 19

제18항에 있어서, 이온 교환 수지를 추가로 포함하는 필터.

청구항 20

제18항 또는 제19항에 있어서, 상기 혼합물은 이온 교환 수지 상에 적층되는 필터.

청구항 21

제19항 또는 제20항에 있어서, 상기 혼합물은 제2 과립 여과 매질을 추가로 포함하는 필터.

청구항 22

제18항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 필터 챔버는 과립 입자 및 이온 교환 수지를 포함하는 혼합

물, 및 이온 교환 수지 상에 습식-적층된 나노섬유를 갖는 필터.

청구항 23

NSF 42/53 규제에 부합하도록 중력-공급식 및/또는 저압-공급식 필터에서 구리, 아연, 수은, 카드뮴, 납을 제거하기 위한 중력-공급식 및/또는 저압-공급식 여과 시스템에서의 제18항 내지 제22항 중 어느 한 항의 필터의 용도.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 관련 출원의 상호 참조
- [0002] 본 출원은 2014년 8월 15일 출원된 미국 가출원 제62/038,068호; 2015년 2월 18일 출원된 미국 가출원 제 62/117,932호; 및 2015년 8월 10일 출원된 미국 가출원 제 62/203,294호의 이익을 주장하고; 이 개시 내용은 명백히 본 출원에 참조로 포함된다.
- [0003] 기술 분야
- [0004] 본 발명의 실시양태는 수질 정화 적용을 위해 식수와 같은 수원으로부터 오염물질을 제거하기 위한 과립 여과 매질과 나노섬유의 혼합물을 포함하는 복합 과립 여과 매질에 관한 것이다.

배경 기술

- [0005] 안전하고 깨끗한 식수는 인간의 개발, 건강 및 복지의 기본적인 욕구이다. 세계적으로 산업화와 경제 발전이 계속 성장하는 가운데, 수질 오염에 대한 우려가 더욱 심각하고 긴급해지고 있다. 인간의 오염된 물 섭취 증가는 더 많은 건강-관련 대중의 우려를 불러 일으킨다. 따라서, 개선된 수질 정화 기술의 필요성은 미국 및 해외에서 급격히 증가하고 있다.
- [0006] 일반적으로, 수중의 오염물질은 화학적 오염물질 및 생물학적 오염물질로 분류할 수 있다. 수질 오염 발생이 증가함에 따라, 수중의 화학적 오염물질과 연관된 잠재적인 건강 및 안전 문제는 더 두드러진 세계적 관심사가 되고 있다. 화학적 오염물질의 몇 가지 예는 독성 음이온(플루오라이드, 아르세나이트, 아르세네이트, 나이트레이트, 크로메이트, 셀레나이트, 셀레네이트 등); 금속; 중금속(납, 수은, 카드뮴, 아연, 구리, 크롬 등); 합성 또는 천연 유기물질; 등을 포함한다. 대부분의 중금속은 인간에게 유독하며 식수로부터 제거되어야 한다는 것이 널리 알려져 있다.
- [0007] 추가적으로, 배출 전에 이러한 종류의 제거와 관련된 특정 규제 요구에 부합하기 위해 많은 수처리 적용이 필요하다. 이 규제는 과학적 지식 및 개선된 감지/분석 기술의 결과로 변경될 가능성이 있다. 예를 들어, 2007년, NSF Int1. 식수 처리 장치 합동위원회는 납 입자의 성질에 관한 연구에 기초하여 pH 8.5 납 감소에 관한 NSF/ANSI 표준 53 프로토콜을 개정하였다. 새로운 프로토콜은 이전에 정의되지 않은 콜로이드 또는 미세입자 부분(0.1-1.2 마이크론 사이)의 크기 범위를 명시한다. 이 변경은 가압 필터(예: 탄소 블록)에 심각한 문제를 제기하는 것이 아니라, 콜로이드 재료로는 어려운, 저압(30psi 미만) 및 중력 유동 필터를 위한 추가적인 과제를 도입한다.
- [0008] 일반적으로 낮은 비용 및 사용자의 편의로 인해, 중력 유동 또는 저압 유동 여과 시스템은 당해 기술 분야에서 널리 알려져 있다. 이러한 시스템은 낙하주입식 카라페(carafes), 물 냉각기 및 냉각 물탱크를 포함하고, 이들은 The Clorox Company®, Culligan®, Rubbermaid®, 및 Glacier Pure® 등에서 개발되어 왔다. 전형적으로, 이러한 시스템은 사용자가 염소 및/또는 납 또는 다른 화학 오염물질을 제거하거나, 또는 일반적으로 물의 화학적 안전성 및 맛/냄새를 개선하고자 하기 때문에 지자체 공급자로부터의 수도물 또는 지방의 우물로부터 충전된다. 이러한 장치의 마케팅 필요성은, 특히 더 건강하고 안전한 식수를 중시하고, 나아가 생수 구입의 비용과 불편함의 관점에서 빠르게 증가하고 있다.
- [0009] 중력-공급식 또는 저압 유동 필터의 대부분은 과립-활성탄(GAC) 및 이온 교환 수지(IER)와 같은 과립 여과 매질의 조합을 이용한다. 이러한 장치는 규제 기준을 준수하면서 유기물, 구리, 수은, 카드뮴, 아연 및 잔류 염소 등 오염물질을 제거하는 것에 효과적임이 입증되고 있다. 상업적으로, 이러한 여과 장치는 전형적으로 비교적

작은, 일회용이고 교체 가능한 필터 카트리지를 특징으로 하고, 수질 정화 장치에 삽입되고 몇 주 동안 일반적인 용도에 사용된다. 그러나 과립 활성탄과 이온 교환 수지의 혼합물을 포함하는 필터에 관련된 하나의 문제는 그들이 제한된 오염물질 제거 능력을 가진다는 점이다. 큰 과립을 함께 밀집하면 과립 사이에 큰 틈새 공극이 형성될 수 있고, 유효한 포어(pore) 크기가 콜로이드 입자보다 커지는 결과가 된다. 이러한 입자는, NSF/ANSI 53 프로토콜에서 명시한 것과 마찬가지로, 이러한 공극을 통과하여 유출액에 들어갈 수 있으며, 따라서 규제 기준에 부합하지 않을 수 있다.

[0010] 과립 활성탄은, 결합제의 존재 또는 부재하, 납 포착제와 같은 다양한 다른 첨가제의 존재 또는 부재하, 수년 동안 수질 정화 필터의 여과 매질로 개발되어 널리 사용되고 있다. 과립 활성탄은 일반적으로 필터로 작용하기 위해 필터 하우징의 내부 구획 또는 탄소 "베드"에 적재된다. 하우징 및 내부는 구획 내의 적소에 느슨한 과립을 수용하고, 베드의 입구에 물을 분배하고, 베드 출구에서 물을 수집하도록 설계되어 있다. 일반적으로, 임의의 다른 과립 매질 또는 첨가제를 수반하는 GAC의 베드는, 저압 또는 중력 유동 장치를 위해 선택되는 전형적인 매질 조성물로, 다른 매질보다 과립 베드를 통과하는 비교적 낮은 압력 낙하 때문이다.

[0011] 필터를 통과하는 우수한 유속은 물 피쳐 장치, 물 냉각 장치와 같은 저압 또는 중력 유동 수질 시스템에서 다른 주요 관심사이고, 왜냐하면 이것은 신선한-물-이-채워진 장치로부터 여과된 물이 소비자의 기대를 충족하기 위해 얼마나 신속하게 사용되는지에 영향을 미치기 때문이다. 이것이 과립 여과 매질 혼합물이 이러한 유형의 필터를 채우기 위해 종종 선택되는 이유이다.

[0012] 전반적으로, 중력-공급식 또는 저압 장치의 이상적인 필터는 오염물질 제거의 높은 효율 및 높은 유속을 제공한다. 기존의 중력 유동 또는 저압 유동 필터는 일반적으로 우수한 유속을 달성할 수 있지만, 전술한 바와 같이, 수원으로부터 미립자성 오염물질을 제거하기 위한 제한된 능력을 가진다. 따라서, 특히 콜로이드 및 현탁 입자에 대해 더 높은 오염물질 제거 효율을 달성하기 위해서는, 기존의 중력 유동 및 저압 유동 과립 여과 매질 혼합물을 개선할 필요가 있다.

[0013] Knipmeyer의 미국 특허 제8,167,141호는, 활성탄과 납 스캐빈저를 포함하는 중력-공급식 탄소 블록 정수 필터를 개시하였고, 이것은 납 제거 요구에 관한 개정된 NSF 기준에 부합하기 위해, 151 리터의 수원을 여과한 후 10ppb 미만의 최종 폐수를 운반할 수 있다. 그러나 가압 시스템용으로 설계된 탄소 블록이 중력 유동 시스템에 적용되는 경우, 종종 비용이 증가하고 시간이 지남에 따라 원하는 유속을 지속적으로 생성할 수 없다.

[0014] 2011년 8월 23일에 Schroeder에게 허여된 미국 특허 제8,002,990호는, 가용성 및 불용성 입자를 유체로부터 제거하기 위해, 이온 교환 수지 같은 여과 매질의 피브릴화 나노섬유-충전 미세 분말을 사용하는 필터를 개시하고 있다. 그러나 매질이 중력-공급식 또는 저압 여과 시스템에서 사용되는 경우, 유속은 과립 여과 매질에 비해 현저하게 감소한다. 게다가, 현재 상업적으로 이용 가능한 중력-공급식 또는 저압-공급식 필터와 비교하여 과립 여과 매질로 충전되면 비용 또한 더 높아질 것이다.

[0015] Koslow의 미국 특허 제6,872,311호; 제6,913,154호는, 여과 효율을 개선하기 위한 나노섬유의 용도를 개시하고 있다. 이 특허는 셀룰로오스 섬유와 같은 기존 표준 매질의 성능을 향상시킬 수 있는 피브릴화 물리적 과정을 교시하고 있으며, 또한 나노섬유를 통합하여 향상된 공기 필터 매질의 제조 방법을 교시한다. 그러나, 본 발명은 오염된 물로부터 미립자를 제거할 목적으로 나노섬유를 사용함으로써 기존의 과립 여과 매질을 개선하는 방법을 교시하지는 않는다.

[0016] Halbfoster의 미국 특허 제4,190,532호는, 실리카 또는 산화철과 같은 현탁 또는 콜로이드 입자를 물로부터 제거하기 위한 용도로, 이온 교환 수지 입자와 셀룰로오스 필터의 혼합물을 포함하는 필터 재료 조성물이 기재되어 있다. 본 발명은 고품질의 물 공급 과정에서 오랫동안 상업적으로 실시되고 있지만, 여전히 입자 제거의 효율성을 개선할 필요가 있다.

[0017] 중력 유동 및 저압 필터에서 사용하기 위한 기존의 과립 매질(및 조합)을 개선하여, 높은 오염물질 제거를 유지하면서 적절한 유속이 달성되도록 할 필요가 있다고 생각된다. 구체적으로, NSF/ANSI 53에 명시된 바와 같이, 물로부터 미립자성 납과 같은 콜로이드 및 현탁 입자를 제거할 수 있는 매질이 필요하다.

발명의 내용

[0018] 발명의 개요

[0019] 과립 여과 매질 및 건조 중량을 기준으로 5% 미만의 나노섬유를 포함하고, 또한 3중량% 내지 70중량% 범위의 수분 함량을 갖는 과립 여과 매질 혼합물이 제공된다.

- [0020] 일 실시양태에서, 과립 여과 매질은 100-2000 마이크로미터 범위의 입자 크기를 갖는 다공성 또는 비다공성, 건조 또는 수분-함유 과립을 포함하지만 이에 제한되지 않는다.
- [0021] 다른 실시양태에서, 나노섬유는 합성 고분자 나노섬유, 천연 고분자 나노섬유 및 천연 고분자 나노섬유 유도체, 무기 나노섬유 또는 그 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않으며, 5 나노미터 내지 2 마이크로미터 범위의 평균 직경을 갖는다.
- [0022] 본 발명의 다른 실시양태에서, 과립 여과 매질 혼합물의 제조 방법으로서,
- [0023] 1) 용매 조성물 중에 나노섬유를 분산시켜 나노섬유 분산액을 제조하는 단계,
- [0024] 2) 과립 여과 매질을 나노섬유 분산액에 첨가하고 그들을 함께 혼합하고 여과에 의해 분리하는 단계를 포함하는 방법이 제공된다. 최종 과립 매질 생성물은 그 자체 그대로 사용되거나 3% 이상의 수분 함량으로 더 건조될 수 있다.
- [0026] 다른 실시양태에서, 수질 정화 적용 목적으로 다른 여과 매질과의 조합에 관계없이 과립 여과 매질 혼합물과 물을 접촉시키는, 물(예를 들어, 식수, 공업용수, 환경용수, 오락용수)로부터 오염물질을 제거하기 위해 본 발명에서 제공된 과립 여과 매질 혼합물의 용도를 제공한다.
- [0027] 본 발명의 일 실시양태에서, 과립 여과 매질 혼합물 단독 또는 다른 기존의 여과 매질과의 조합을 포함하는 정수 필터를 제공하고, 그것은 지자체 공급자로부터의 수돗물 또는 지방의 우물; 포인트-오브-유스; 포인트-오브-엔트리; 지자체 물처리; 수영장 및 스파의 오락용수; 환경용수; 산업 공정 용수; 산업 폐수; 지자체 폐수 및 농업용 관개용수로부터, 미립자성 입자, 콜로이드 입자, 미세 입자, 현탁 입자, 유기물, 잔류 할로젠, 셀레늄, 금속, 중금속(납, 구리, 수은, 카드뮴, 아연, 크롬) 등의 오염물질을 제거하기 위해 사용될 수 있다.
- [0028] 일 실시양태에서, 과립 여과 매질 혼합물은 과립 여과 매질 및 나노섬유를 포함하고, 상기 과립 여과 매질은 100 마이크로미터 내지 2000 마이크로미터 범위의 평균 입자 크기를 갖고, 나노섬유는 5 나노미터 내지 2.0 마이크로미터 범위의 평균 직경을 갖는다.
- [0029] 일 실시양태에서, 과립 여과 매질 혼합물은 과립 여과 매질 및 언급된 여과 매질의 건조 중량으로 5% 미만의 나노섬유를 포함한다.
- [0030] 일 실시양태에서, 과립 여과 매질 혼합물은 과립 여과 매질 및 피브릴화 나노섬유를 포함하고, 상기 혼합물은 3% 내지 70% 범위의 수분 함량을 갖는다.
- [0031] 일 실시양태에서, 과립 여과 매질 혼합물은 과립 여과 매질 및 나노섬유를 포함하고, 상기 과립 여과 매질은 100 마이크로미터 내지 2000 마이크로미터 범위의 평균 입자 크기를 가지며, 과립 활성탄, 과립 활성 알루미늄, 과립 규조토, 과립 실리카겔, 과립 제올라이트, 과립 실리케이트, 과립 합성 분자 시브, 과립 이온 교환 수지 입자, 과립 미네랄 점토, 과립 알루미늄실리케이트, 과립 티타네이트, 과립 탄화 골분, 과립 KDF 프로세스 매질, 과립 요오드화 수지, 과립 세라믹, 과립 필라이트, 과립 샌드, 이온 교환 수지와 금속 산화물의 과립 하이브리드, 활성탄과 금속 산화물의 과립 하이브리드, 기능화 과립 활성탄, 고분자 흡착 수지 또는 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된다. 상기 언급된 나노섬유는 5 나노미터 내지 2.0 마이크로미터 범위의 평균 직경을 갖고, 합성 고분자 나노섬유, 천연 고분자 나노섬유, 천연 고분자 나노섬유 유도체, 무기 나노섬유 또는 이들의 조합 중에서 선택된다.
- [0032] 일 실시양태에서, 과립 여과 매질 혼합물의 제조 방법은,
- [0033] 나노섬유를 분산시키는 단계; 나노섬유 분산액에 과립 여과 매질을 첨가하는 단계; 혼합하는 단계; 여과에 의해 분리하는 단계; 및 습윤 매질 또는 건조에 의한 건조 매질을 수득하는 단계를 포함한다.
- [0034] 일 실시양태에서, 과립 여과 매질-함유 필터의 성능을 향상시키는 방법은,
- [0035] 피브릴화 나노섬유 분산액을 제공하는 단계; 분산액을 필터의 여과 매질의 상단 표면에 습식 적층(wet laying) 또는 배치(placing)하는 단계를 포함하고, 상기 피브릴화 나노섬유의 총량은 건조 중량으로 필터의 총 과립 여과 매질의 5% 이하이다.
- [0036] 일 실시양태에서, 과립 여과 매질과 피브릴화 나노섬유의 혼합물을 포함하는 과립 여과 매질은 유체 시스템으로부터 불순물을 제거하는 데 사용된다.

- [0037] 일 실시양태에서, 정화시키는 유체 시스템은 물이다. 일 실시양태에서, 정화시키는 유체 시스템은 공기이다.
- [0038] 일 실시양태에서, 물 또는 공기 유체 시스템으로부터 제거되는 불순물은 잔류 할로젠, 중금속 이온, 콜로이드 입자, 미세 입자, 유기 오염물질 또는 그 조합으로 이루어진 군에서 선택된다.
- [0039] 일 실시양태에서, 물 또는 공기 유체 시스템으로부터 제거되는 불순물은 미립자성 납이다.
- [0040] 일 실시양태에서, 물 또는 공기 유체 시스템으로부터 제거되는 불순물은 납, 구리, 산화철, 산화철 수산화물 (iron oxide hydroxide), 및 실리카의 콜로이드 및 미세 입자 중에서 선택된다.
- [0041] 일 실시양태에서, 물 또는 공기 유체 시스템으로부터 제거되는 불순물은 구리, 수은, 납, 카드뮴 및 아연으로 이루어진 군에서 선택된다.
- [0042] 일 실시양태에서, 물 또는 공기 유체 시스템으로부터 제거되는 불순물은 수 중의 총 가용 잔류 할로젠(예: 염소 또는 브롬)이다.
- [0043] 일 실시양태에서, 수질 정화 필터는 제1 과립 여과 매질, 스크린 분리기 및 과립 여과 매질과 나노섬유의 과립 매질 혼합물을 포함한다.
- [0044] 일 실시양태에서, 제1 과립 여과 매질, 스크린 분리기 및 과립 여과 매질과 나노섬유의 여과 매질 혼합물을 포함하는 수질 정화 필터는 NSF 42/53 규제에 부합하도록, 중력-공급식 또는 저압-공급식 필터에서 구리, 아연, 수은, 카드뮴을 제거하기 위해 중력-공급식 및/또는 저압-공급식 여과 시스템에 사용된다.
- [0045] 일 실시양태에서, 수질 정화 필터는 과립 활성탄, 이온 교환 수지 및 피브릴화 나노섬유를 포함하는 여과 매질의 혼합물을 포함한다.
- [0046] 일 실시양태에서, 과립 활성탄, 이온 교환 수지 및 피브릴화 나노섬유를 포함하는 여과 매질의 혼합물을 포함하는 수질 정화 필터는, 잔류 할로젠, 구리, 아연, 카드뮴, 수은, 납, 유기 오염물질을 포함하지만 이에 제한되지 않는 물 오염물질을 제거하기 위해 중력-공급식 및/또는 저압-공급식 여과 시스템에 사용된다.
- [0047] 일 실시양태에서, 수질 정화 필터는 과립 활성탄과 이온 교환 수지 여과 매질 혼합물의 상단에 습식-적층(wet laid)된 피브릴화 나노섬유 분산액을 포함한다.
- [0048] 일 실시양태에서, 과립 활성탄과 이온 교환 수지 여과 매질 혼합물의 상단에 습식-적층된 피브릴화 나노섬유 분산액을 포함하는 수질 정화 필터는, 잔류 할로젠, 구리, 아연, 카드뮴, 수은, 납, 유기물을 포함하고 이에 제한되지 않는 물 오염물질을 제거하기 위해 중력-공급식 및/또는 저압-공급식 여과 시스템에 사용된다.
- [0049] 일 실시양태에서, 수질 정화 방법은,
- [0050] 오염된 물을 피브릴화 나노섬유를 갖는 혼합된 과립 여과 매질로 구성된 필터를 통과시키고, 이어서 이온 교환 수지로 구성된 필터를 통과시켜 잔류 할로젠, 구리, 아연, 카드뮴, 수은, 납, 유기물을 포함하고 이에 제한되지 않는 물 오염물질을 제거하는 것을 포함한다.
- [0051] 일 실시양태에서, 수질 정화 필터의 제조 방법은,
- [0052] 먼저 필터 챔버 또는 베드의 바닥에 과립 여과 매질을 배치하고, 이어서 스크린 분리기, 피브릴화 나노섬유를 갖는 혼합된 과립 여과 매질을 상단에 배치한 후, 밀봉하는 것을 포함한다.
- [0053] 일 실시양태에서, 수질 정화 필터의 제조 방법은, 과립 활성탄, 이온 교환 수지 및 피브릴화 나노섬유의 혼합된 과립 여과 매질을 필터 카트리지가 및/또는 필터 베드에 충전하는 것을 포함한다.
- [0054] 일 실시양태에서, 수질 정화 필터의 제조 방법은, 먼저 과립 여과 매질의 혼합물로 필터 카트리지를 충전하고, 이어서 피브릴화 나노섬유 분산액을 필터의 상단에 습식 적층하는 것을 포함한다.
- [0055] 일 실시양태에서, 수질 정화 필터의 제조 방법은, 먼저 과립 여과 매질을 필터 카트리지의 바닥에 배치하고, 제 1 여과 매질의 상단에 스크린을 배치하고, 이어서 다양한 과립 여과 매질과 피브릴화 나노섬유의 혼합된 여과 매질을 배치하는 것을 포함한다.
- [0056] 일 실시양태에서, 수질 정화 필터는 제1 매질과 제2 매질을 분리하기 위한 스크린의 존재 또는 부재하에 과립 여과 매질과 나노섬유를 포함하는 제1 매질 혼합물; 및 제2 과립 여과 매질을 포함하거나, 단지 제1 및 제2 매질을 함께 블렌딩하는 것을 포함한다.

[0057] 일 실시양태에서, 제1 매질 혼합물은 활성탄 입자, 제올라이트, 이온 교환 수지 또는 실리카의 임의의 조합과 혼합된 나노섬유 조합 중에서 선택되고; 제2 여과 매질은 이온 교환 수지, 제올라이트 중에서 선택된다.

[0058] 일 실시양태에서, 과립 여과 매질 및 나노섬유를 포함하는 제1 매질 혼합물 및 제2 과립 여과 매질을 포함하는 정수 필터는, 식수원 중의 유기물질, 구리, 아연, 수은, 카드뮴 납, 잔류 염소 또는 잔류 브롬과 같은 잔류 할로젠을 포함하고 이에 제한되지 않는 화학적 오염물질을 제거하기 위해 중력 유동 및/또는 저압 유동 카트리지에 사용될 수 있다.

[0059] 이들과 다른 실시양태는 다음의 상세한 설명 및 실시예를 참조하여 더욱 이해될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0060] 도 1은 필터의 일 실시양태의 개략도이다.

도 2는 필터의 일 실시양태의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0061] 발명의 설명

[0062] 본 발명의 목적은 과립 여과 매질 및 나노섬유를 포함하는 과립 여과 매질 혼합 조성물 및 수질 정화 적용을 위해 수질 오염물질의 감소 또는 제거의 효율을 개선시키기 위한 이의 용도를 제공한다.

[0063] 과립 여과 매질은 수질 정화에 있어서 높은 유속, 편리성 및 비용-효율성을 위해 널리 사용된다는 것이 선행기술에서 널리 알려져 있지만, 물로부터 미립자성 입자의 제거 효율이 개선될 필요가 있다.

[0064] 정의

[0065] 용어 "물의 불순물 또는 오염물질"은 화학적 오염물질 및/또는 생물학적 오염물질을 의미한다. 생물학적 오염물질은 소독 기술에 의해 처리되고 있다. 화학적 오염물질은 다음을 포함하지만 이에 제한되지 않는다: 미립자성 입자, 콜로이드 입자, 미세 입자, 현탁 입자, 유기 화합물, 잔류 할로젠, 셀레늄, 아르세네이트, 아르세나이트, 플루오라이드, 디크로메이트, 망간, 주석, 철, 코발트, 크로메이트, 몰리브데이트, 셀레나이트, 셀레네이트 (senelate), 우라늄, 바나듐, 바나데이트, 루테늄, 안티모니, 몰리브데늄, 텅스텐, 바륨, 세륨, 란타늄, 지르코늄, 티타늄 및/또는 라듐, 아연, 구리, 납, 수은, 카드뮴 및 천연 유기물(NOM), 농약 및 제조제 잔류물, 환경 호르몬, 산업 폐기물에서 방출되는 제약 잔류물 및 유기 화합물. 예를 들어, 대부분의 중금속은 인간에게 독성이며, 여과 또는 정화 과정을 통해 제거되어야 한다.

[0066] 용어 "입자 및 미립자"는 대체로 상호 교환적으로 사용되고 있다. 일반적으로, 입자는 작은 조각 또는 개별 부분이다. 미립자는 입자와 관련되거나 입자로 구성된다. 본 발명의 실시양태에서 사용되는 입자는 분리된 상태를 유지하거나 또는 무리짓거나, 물리적으로 교합(intermesh), 정전기적으로 연합(electro-statically associate), 또는 그렇지 않으면 미립자를 형성하기 위한 연합을 할 수 있다. 미립자는 50 nm 내지 100 마이크론의 입자 크기 범위 내에서 현탁 입자, 콜로이드 입자, 또는 미세 입자를 포함할 수 있다.

[0067] 본 명세서에서 사용되는 용어 "콜로이드 또는 미세 입자"는 수중에 50 나노미터 내지 2 마이크론(1 마이크론은 0.001 밀리미터) 범위의 크기를 갖는 미립자성 입자의 일부를 의미하며, 예를 들어, NSF는 납의 미세 입자 부분을 수중에서 0.1 내지 1.2 마이크론 사이의 입자 크기로 정의한다.

[0068] 용어 "현탁 입자"는 입자 크기가 2 마이크론보다 큰 것을 의미한다.

[0069] 용어 "중력-공급식 또는 중력-유동" 여과는 매질을 통과하는 유체의 유동을 의미하며, 상기 중력은 대체적으로 유체가 여과 매질을 통과하기 위해 유체에 작용하는 유일한 원동력이다.

[0070] 용어 "저압 유동" 여과는 여과 매질을 통과하는 유체의 유동을 의미하며, 상기 30psi 이하의 유체의 압력은 여과 매질을 통해 유체를 이동시키기 위한 원동력이다.

[0071] 용어 "나노섬유" 또는 "나노섬유들"은 2.0 마이크론 미만의 직경 또는 평균 직경을 갖는 섬유를 의미한다. 바람직한 실시양태에서, 나노 섬유의 직경 또는 평균 직경은 1000 나노미터 미만이다.

[0072] 용어 "나노섬유 분산액"은 나노섬유 또는 나노섬유들이 물, 수성, 유기 용매 또는 이들의 조합을 포함하는 용매에 분산되어 있는 것을 의미하며, 분산액 중의 전체 나노섬유는 건조 중량으로 10% 이하이며, 바람직하게는, 5%

이하이다.

- [0073] 용어 "과립 여과 매질"(GFM)은 입자 크기 또는 평균 입자 크기가 100-2000 마이크로미터 범위를 갖는, 다공성 및/또는 비다공성, 건조 또는 수분-함유 과립 여과 매질 입자를 의미한다.
- [0074] 본 발명의 일 실시양태에서는, 과립 여과 매질(GFM)과 건조 중량으로 5% 미만의 나노섬유의 혼합물을 포함하는 과립 여과 매질 혼합물을 제공하고, 수분 함량은 3중량% 내지 70중량% 범위이다.
- [0075] 과립 여과 매질(GFM)은 다공성 및/또는 비다공성, 건조 또는 수분-함유, 3% 내지 70% 범위의 수분 함량을 갖고, 입자 크기 또는 평균 입자 크기가 1000-2000 마이크로미터의 범위를 가지는 과립 여과 매질 입자일 수 있다. 바람직한 실시양태에서, 수분 함량은 3% 내지 60%의 범위이고, 입자 크기 또는 평균 입자 크기의 분포는 200-2000 마이크로미터의 범위이다. 본 발명의 가장 바람직한 실시양태에서, 입자 크기 또는 평균 입자 크기의 분포는 300-1500 마이크로미터의 범위이다. 과립 여과 매질의 예시는 활성탄 입자, 과립 활성탄(GAC), 기능화된 과립 활성탄, 실리카 겔, 샌드, 분쇄된 무연탄, 이온 교환 수지 비드(bead), 미국 특허 제7,504,036호; 제291,578호; 제7,708,892호에 기재된 것과 같은 산화철 수산화물 하이브리드 이온 교환 하이브리드(iron oxide hydroxide hybrid ion exchange hybrid)와 같은 이온 교환기-기반 하이브리드 입자, 앰버 라이트(Amberlite™) XAD 타입의 폴리머 흡착제와 같은 폴리머 흡착 수지, 활성 알루미늄, 제올라이트, 미네랄 점토, 합성 분자 시브, KDF 프로세스 여과 매질(Cu-Zn 제제), 알루미늄실리케이트, 티타나이트, 탄화 골분, 세라믹, 규조토(DE) 또는 금속 산화물-수산화물 충전된 DE(미국 특허 제8,110,526호에 기재된 상표명-NXT-2 매질), 또는 이들의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는다. 바람직한 실시양태에서, 과립 여과 매질은 이온 교환 수지 입자; 제올라이트; 활성탄 입자(과립 활성탄); 합성 분자 시브 입자; 규조토; 실리카; 점토 등에서 선택된다.
- [0076] 나노섬유는 합성 고분자 나노섬유, 천연 고분자 나노섬유, 천연 고분자 나노섬유, 천연 고분자 나노섬유 유도체, 무기 나노섬유 또는 이들의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는다. 나노섬유 또는 나노섬유들은 5 나노미터 내지 2.0 마이크로미터 범위의 직경 또는 평균 직경을 갖는 섬유를 말하며; 바람직한 실시양태에서, 10 내지 1000 나노미터 범위의 직경 또는 평균직경을 갖고; 가장 바람직한 실시양태에서, 20 내지 800 나노미터, 100 내지 700 나노미터, 200 내지 500 나노미터 또는 300 내지 400 나노미터 범위의 직경 또는 평균직경을 갖는다. 일 실시양태에서, 나노섬유의 길이는 1 mm 내지 20 mm, 2 mm 내지 10 mm, 3 mm 내지 8 mm, 또는 4 내지 6 mm이다. 일 실시양태에서, 과립 여과 매질 혼합물의 나노섬유는 건조 중량으로 0.01% 내지 5% 범위이고, 바람직하게는, 건조 중량으로 0.04% 내지 3% 범위이다.
- [0077] "과립 여과 매질 혼합물"은 본 명세서에 기재된 한 종류 이상의 과립 여과 매질 및 한 종류 이상의 나노 섬유를 포함할 수 있다.
- [0078] 본 발명의 나노섬유의 예시는 나노 합성 고분자 섬유, 나노 가공-수지 섬유, 나노 세라믹 섬유, 나노피브릴화 또는 마이크로피브릴화 셀룰로오스 섬유, 나노 키틴 섬유, 나노 키토산 섬유, 나노 셀룰로오스 섬유 유도체, 나노 레이온 섬유, 나노 유리 섬유, 나노 알루미늄 섬유, 나노 알루미늄수산화물 섬유, 나노 티타니아 섬유, 나노 탄소 튜브, 나노탄소 섬유 또는 나노 활성탄 섬유, 나노 실리카 섬유, 나노 제올라이트 섬유 또는 이들의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는다.
- [0079] 나노섬유는 일반적으로 계면 중합, 전기 방사 및 다른 재료로부터의 힘방사(forcespinning)에 의해 제조할 수 있다. 나노섬유 제조를 위한 가장 일반적인 과정은 정전 방사로도 알려진 전기 방사이며, 유체 역학, 대전된 표면 및 대전된 액체 사이의 상호작용을 이용하여 고분자 용액 또는 고분자 용융액에서 섬유를 만드는 기술을 의미한다. 문헌(Y. Filatov, A. Budyka, and V. Kirichenko, "Electrospinning of Micro- and Nanofibers; Fundamentals and Applications in Separation and Filtration Processes")은 전기 방사 과정의 과학적 및 기술적 측면에 주목하고 있다. 합성 및 천연의 100종류 이상의 고분자는, 일반적으로 고분자 용액에서, 나노섬유에 전기 방사할 수 있고, 이의 예시로는 폴리아크릴로니트릴 (PAN), 폴리(에틸렌 옥사이드)(PEO), 폴리(에틸렌 테레프탈레이트)(PET), 폴리스티렌(PS), 폴리(비닐클로라이드)(PVC), 나일론-6, 폴리(비닐 알코올)(PVA), 폴리(E-카프로락톤)(PCL), Kevlar[폴리(p-페닐렌 테레프탈아미드), or PPTA], 폴리(비닐리덴 플루오라이드)(PVDF), 폴리벤즈이미다졸(PBI), 폴리우레탄(PUs), 폴리카보네이트, 폴리설폰, 폴리(비닐 페놀)(PVP), 마이크로피브릴화(microfibrous) 셀룰로오스, 카복시메틸셀룰로오스, 폴리락트산, 키틴, 키토산, 콜라겐, 젤라틴, 폴리아닐린, 스티렌-부타디엔-스티렌 트리블록 공중합체의 예로 제시된 블록 공중합체, 나노 탄소 섬유, 전기 방사 티타니아(TiO₂) 나노섬유, 알루미늄 나노섬유, 세라믹 나노섬유 등을 포함하지만 이에 제한되지 않는다.
- [0080] 본 발명의 바람직한 실시양태에서, 나노섬유 또는 나노섬유들은 나노 셀룰로오스 섬유, 나노피브릴화 셀룰로오

스 섬유(NFC), 마이크로피브릴화 셀룰로오스 섬유(MFC), 나노 키틴 섬유, 나노 키토산 섬유, 나노 콜라겐 섬유, 나노 젤라틴 섬유, 셀룰로오스 나노 섬유의 유도체, 나노 폴리(비닐 알코올)(PVA) 섬유, 나노 폴리아크릴로니트릴(PAN) 섬유, 나노 탄소 섬유, 전기 방사 티타니아(TiO₂) 나노섬유, 알루미늄 나노섬유, 알루미늄 수산화물 나노섬유, 세라믹 나노섬유 또는 이들의 조합 중에서 선택된다.

[0081] 본 발명의 더 바람직한 실시양태에서, 나노섬유 또는 나노섬유들은 나노 셀룰로오스 섬유, 나노피브릴화 셀룰로오스 섬유(NFC), 마이크로피브릴화 셀룰로오스 섬유(MFC), 나노셀룰로오스 섬유 유도체, 셀룰로오스 나노섬유 유도체, 나노 키틴 섬유, 나노 키토산 섬유 또는 이들의 조합 중에서 선택된다.

[0082] 본 발명의 가장 바람직한 실시양태에서, 나노섬유 또는 나노섬유들은 나노 셀룰로오스 섬유, 나노피브릴화 셀룰로오스 섬유(NFC), 마이크로피브릴화 셀룰로오스 섬유(MFC), 나노셀룰로오스 섬유 유도체, 셀룰로오스 나노섬유 유도체 또는 이들의 조합 중에서 선택된다. 나노 크기 셀룰로오스 피브릴을 높은 중형비로 포함하는 나노 셀룰로오스 섬유는 또한, 마이크로피브릴화 셀룰로오스(MFC); 셀룰로오스 마이크로피브릴; 피브릴화 셀룰로오스; 나노피브릴화 셀룰로오스(NFC); 피브릴 골재; 나노스케일 셀룰로오스 피브릴; 마이크로피브릴화 셀룰로오스 나노 섬유; 셀룰로오스 피브릴 골재; 셀룰로오스 나노섬유(CNF); 셀룰로오스 나노피브릴; 셀룰로오스 마이크로섬유; 마이크로피브릴 골재; 셀룰로오스 마이크로피브릴 골재; 셀룰로오스 피브릴; 나노피브릴화 셀룰로오스(NFC); 마이크로피브릴 셀룰로오스; 나노휘스커; 나노크리스탈린 셀룰로오스(NCC)를 의미한다. 나노피브릴화 셀룰로오스 섬유(NFC)는 펄프 섬유의 균질화; 분쇄 디스크(grinding discs); 동결 용해(Cryocrushing); 고-강도 초음파; 전기 방사(electrospinning) 등을 포함하는 방법으로 제조될 수 있다. 이것의 제조 및 특성은 또한 미국 특허 제4,374,702호; 제4,483,743호; 제4,481,077호에 개시되어 있고, 다양한 용도가 미국 특허 제4,341,807호 및 제4,378,381호 등에 기재되어, 본 명세서에 참조로 포함된다.

[0083] 본 발명의 일 실시양태에서, 나노섬유를 갖는 블렌딩된 또는 혼합된 과립 여과 매질에서의 수분 함량은 3중량% 내지 70중량%의 범위이다; 바람직하게는, 5 내지 65중량%; 더 바람직하게는, 5중량% 내지 60중량%, 10중량% 내지 60중량%, 20중량% 내지 50중량%, 30중량% 내지 40중량% 또는 35중량% 내지 45중량%의 범위이다. 다른 실시양태에서, 과립 여과 매질 혼합물의 제조방법을 더 제공하며 이 제조방법은 하기의 단계를 포함한다:

[0084] a. 나노섬유 분산액을 제조하기 위해 용매 조성물에 나노섬유를 분산한다. 건조한 나노섬유 또는 습윤 케이크 나노섬유를 첨가하고, 2-60분 동안 용매 중 균질화기와 같은 격렬한 교반 또는 혼합에 의해 더욱 분산시킨다. 용매 조성물은, 분산제를 처음으로 첨가 또는 첨가하지 않고, 물, 수용액, 유기 용매 또는 이들의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는다. 최종 분산액 중의 나노섬유의 농도는 분산액 중 10% 이하, 바람직하게는, 5% 이하이다.

[0085] b. 기존의 과립 여과 매질을 나노섬유 분산액에 첨가하고, 2-60분 동안 혼합한다. 블렌드한 과립 매질을 여과하여 분리한다. 최종 과립 여과 매질 혼합물 생산물은 그 자체로 또는 90%, 80%, 75%, 70%, 65%, 60%, 55%, 50%, 45%, 40%, 35%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 또는 3% 이상의 수분 함량으로 더 건조하여 사용할 수 있다.

[0086] 본 발명의 일 실시양태에서, 수질 정화 목적으로 다른 여과 매질과의 조합 또는 조합 없이 물과 과립 여과 매질 혼합물을 접촉시킴으로써 수원(예. 식수, 공업용수, 환경용수, 오락용수)으로부터 오염물질을 제거하기 위한 나노섬유를 포함하는, 과립 여과 매질 혼합물의 사용 방법을 제공한다.

[0087] 본 발명의 혼합 매질과의 접촉에 의해 제거할 수 있는 오염물질은 다음을 포함하지만 이에 제한되지 않는다: 미립자성 입자, 콜로이드 입자, 미세 입자, 현탁 입자, 유기물, 잔류 염소 또는 잔류 브롬 같은 잔류 할로젠, 셀레늄, 아르세네이트, 아르세나이트, 플루오라이드, 디크로메이트, 망간, 주석, 플라티늄, 철, 코발트, 크로메이트, 몰리브데이트, 셀레나이트, 셀레네이트(senelate), 우라늄, 바나듐, 바나데이트, 루테튬, 안티모니, 몰리브데늄, 텅스텐, 바륨, 세륨, 란타늄, 지르코늄, 티타늄 및/또는 라듐, 아연, 구리, 납, 수은, 카드뮴 및 천연 유기물(NOM), 농약 및 제초제 잔류물, 환경 호르몬, 산업 폐기물에서 방출되는 제약 잔류물 및 유기 화합물. 입자는 다음을 포함하지만 이에 제한되지 않는다: 납, 구리, 산화철, 산화철 수산화물, 실리카 등의 입자. 수원의 오염물질은 다음을 포함하지만 이에 제한되지 않는다: 지자체 공급자로부터의 수돗물 또는 지방의 우물; 지자체 물처리; 수영장 및 스파의 오락용수; 환경용수; 산업 공정 용수; 산업 폐수; 도시 폐수; 농업용 관개용수. 처리된 물은 음료, 산업 공정, 농업 용도 또는 폐수 배출에 사용될 수 있다. 과립 여과 매질 및 나노섬유를 포함하는 과립 여과 매질 혼합물의 사용을 위한 바람직한 물 처리 장치는 포인트-오브-유스, 포인트-오브-엔트리 및 식수 정화를 위한 지자체 물처리이다.

- [0088] 바람직한 실시양태에서, 금속 오염물은 아연, 구리, 납, 수은, 카드뮴, 철, 코발트, 크로메이트, 디크로메이트, 망간, 주석 등을 포함하지만 이에 제한되지 않는다.
- [0089] 수원의 오염물질 입자는, 오염된 물에 넓게 존재하는, 미립자성 입자, 콜로이드 입자, 미세 입자, 현탁 입자를 포함하지만 이에 제한되지 않는다. 이 오염물질 입자는 하기로부터 비롯된다:
- [0090] - 수원의 유리된 토양, 유리된 미네랄, 또는 유리된 오염물질 입자.
- [0091] - 주입 또는 침투된 표면수와와 혼합으로부터 산화 환원 조건의 변화로 인한 지구화학적 침전을 겪은 용질.
- [0092] - 수중의 유리상 탄화수소로부터의 미세 소적의 유화액.
- [0093] - 수중의 부식산과 같은 고분자에 의해 시딩된 미셀을 형성하는 응집체.
- [0094] - 매립지 또는 다른 표면 공급원으로부터 지하수에 직접 도입된 콜로이드.
- [0095] 예를 들어, 질량 기준으로, 지하수의 콜로이드 농도는 1 내지 75 mg/L의 범위일 수 있다.
- [0096] 더 바람직하게, 수원의 오염물질 입자는 산화철, 산화철 수산화물, 실리카, 납, 구리 등을 포함하지만 이에 제한되지 않는다.
- [0097] 본 발명의 가장 바람직한 실시양태에서, 수중의 중금속 오염물질의 미립자성 입자는 수중의 다양한 무기 형태로 존재하는 납이다. 수중에서의 가장 일반적인 무기 미립자성 납은 탄산납($PbCO_3$), 수산화납($Pb(OH)_2$) 및 하이드록시탄산납($Pb_3(OH)_2(CO_3)_2$)이다. 수중에 존재할 수 있는 납 이온 형태는 Pb^{2+} , $PbOH^+$ 및 $Pb(OH)_3^-$ 이다. 납 이온은 부식산, 탄닌, 폴브산과 같은 천연 유기물(NOM)과 함께 복합체를 형성한다. 게다가, 납 이온은 수중에서 입자에 흡착하고 점토 입자와 이온 교환의 대상이 된다. 식수의 pH 범위의 pH 및 수중 탄산염의 농도가 증가하면, 납의 용해도가 감소하고, 불용성 미립자성 납이 생성된다.
- [0098] 더욱 구체적으로, NSF/ANSI 53 프로토콜(2011a, 2012년 4월 출판)에 따르면, 수중의 납을 측정하는 프로토콜을 정의하고 있고, 전체 납 [Pbt] 샘플(유입액 또는 유출액에서 나옴)을 나타내는 첫번째 부분은, 총 납 결정을 위해, 샘플의 pH를 2.0 아래로 낮추는 충분한 질산을 포함하는 샘플병에 즉시 옮겨야 한다. 회수된 샘플의 두번째 부분(유입액 또는 유출액에서 나옴)은 즉시 0.1 마이크론의 절대 필터에 통과시켜 샘플의 pH를 2.0 이하로 낮추는 충분한 질산을 포함하는 샘플병에 회수해야 한다. 이 샘플은 0.1 마이크론 여과 납, [fPb0.1]을 밝히기 위해 회수된다. 샘플의 세번째 부분(유입액 또는 유출액에서 나옴)은 즉시 1.2 마이크론의 절대 필터에 통과시켜 샘플의 pH를 2.0 이하로 낮추는 충분한 질산을 포함하는 샘플병에 회수해야 한다. 이 샘플은 1.2 마이크론 여과 납 샘플, [fPb1.2]이다.
- [0099] 총 미립자성 납 [Pbtp]은 하기와 같이 계산된다:
- [0100] $[PBTP] = [PBT] - [FPB0.1]$.
- [0101] 총 미립자성 납의 백분율 %[Pbtp]는 하기와 같이 계산된다:
- [0102] $\%[PBTP] = \{[PBT] - [FPB0.1]\} / [PBT] \times 100$.
- [0103] 납 미세입자 [Pbf]는 0.1 마이크론 내지 1.2 마이크론 사이(미세)의 총 미립자성 납의 비율로 정의되고, 하기와 같이 계산된다:
- [0104] $[PBF] = [FPB1.2] - [FPB0.1]$.
- [0105] 납 미세입자의 백분율 %[Pbf]는 하기와 같이 계산된다:
- [0106] $\%[PBF] = \{[PBF] / [PBTP]\} \times 100$.
- [0107] 표준 NSF 53 pH 8.5 미립자성 납 시험수는 NSF/ANSI 53 프로토콜(2011a, 2012년 4월 출판)에서도 구체적으로 정의되어 있다. NSF/ANSI 53 프로토콜(2011a, 2012년 4월 출판)에 따른 구체적인 수원 사양은 하기와 같이 기재된다: 강도 90-110 mg/L, 알칼리도 90-110 mg/L, 총 염소 0.25-0.75 mg/L, pH 8.3-8.6. 시험수는 전체 평균 150 ± 15 ppb의 총 납을 포함해야 하며, 수원의 총 미립자성 납(납 % [Pbtp])은 전체 평균 20-40%가 허용되고, 시험수는 전체 평균 20% 초과와 %[Pbf][0.1 내지 1.2 마이크론 크기(미세입자 크기)인 총 미립자성 납의 비율]을 포함해야 한다.
- [0108] 도 1에 따르면, 일부 실시양태에 따른 필터(100)는 도식으로 표현된다. 필터(100)는 스크린(108)에 의해 분리된

제1 상부 챔버(106) 및 제2 하부 챔버(110)를 포함한다. 스크린(108)은 일부 실시양태에서 선택적이다. 화살표가 가리키는 바와 같이, 여과될 물은 필터의 상단으로부터 흘러 필터의 바닥에서 배출될 수 있다. 필터(100)는 예를 들어, 회수 병의 입구에 연결되고, 상기 여과되지 않은 물이 필터(100) 상단에 쏟아져, 물이 중력에 의해 필터(100)를 통과하여 병으로 흐를 수 있다.

- [0109] 일부 실시양태에서, 상부 챔버(106)는 과립 여과 매질(104) 및 나노섬유(102)의 혼합물을 포함하는 제1 매질층을 갖는다. 나노섬유(102)는 각각의 과립 입자(104) 사이의 간극에 배치될 수 있다. 다른 실시양태에서, 하부 챔버(110)는 과립 여과 매질(106) 및 나노섬유(102)의 혼합물을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 필터(100)는 과립 여과 매질(104)과 나노섬유(102)의 혼합물을 가지는 단일 챔버를 포함할 수 있다. 도 1에서 보는 바와 같이, 나노섬유(102)는 과립 여과 매질(104) 사이에 형성된 공극을 부분적으로 충전한다. 예를 들어, 나노섬유를 포함하지 않는 과립 여과 매질 단독의 공극률은 0.02(2%) 내지 0.07(70%)의 범위일 수 있다. 하지만, 나노섬유를 과립 여과 매질과 혼합할 때, 공극률은 0.01(1%) 내지 0.65(65%)의 범위로 감소한다. 하나의 실시양태에서, 공극률은 0.02(2%) 내지 0.5(50%)의 범위로 감소한다. 다른 실시양태에서, 공극률은 0.30(30%) 내지 0.4(40%)의 범위로 감소한다. 나노섬유의 장점은 과립 여과 매질 단독의 공극 때문에 여과되지 않고 통과했을 미세 입자 및 콜로이드 입자를 보유하는 능력이다. 나노섬유는 또한 필터를 통한 유동을 크게 감소시키지 않는다. 따라서, 물의 적절한 유동은 오로지 중력 또는 저압 적용을 통해서만 유도될 수 있다.
- [0110] 일부 실시양태에서, 하부 챔버(110)는 제2 과립 여과 매질로 충전되고 제2 과립 여과 매질은 제2 스크린(112)에 의해 지지된다.
- [0111] 상부 챔버(106)의 과립 여과 매질(104)은 본 명세서에 기재되고 본 명세서에 기재된 특성을 갖는 임의의 과립 여과 매질을 포함할 수 있으나 이에 제한되지 않는다. 나노섬유(102)는 본 명세서에 기재되고 본 명세서에 기재된 특성을 갖는 임의의 나노섬유를 포함할 수 있다. 제2 하부 챔버(110)의 제2 여과 매질은 제올라이트, 이온 교환 수지 및 실리카를 포함할 수 있으나 이에 제한되지 않는다.
- [0112] 도 2에 언급된 바와 같이, 일부 실시양태에 따른 다른 필터(200)가 도시되어 있다. 도 2에서 보는 바와 같이, 필터(200)는 스크린(212)에 의해 지지되는 여과 매질의 단일층을 가지는 단일 챔버(206)를 포함한다. 도 2의 실시양태에서는, 제1 및 제2 여과 매질의 스크린 분리가 제거되어 있다.
- [0113] 도 1의 실시양태와 마찬가지로, 도 2의 실시양태는 과립 여과 매질(204)과 나노섬유(202)의 혼합물을 포함한다. 게다가, 여과 매질은 도 1의 제2 챔버의 여과 매질(110)에 상응하는 추가적 여과 매질(210)을 포함할 수 있다. 즉, 제올라이트, 이온 교환 수지 및 실리카와 같은 추가적 여과 매질은 과립 여과 매질(204) 및 나노섬유(202)와 결합할 수 있다.
- [0114] 과립 여과 매질(204)는 본 명세서에 기재되고 본 명세서에 기재된 특성을 갖는 임의의 과립 여과 매질을 포함할 수 있으나 이에 제한되지 않는다. 나노섬유(202)는 본 명세서에 기재되고 본 명세서에 기재된 특성을 갖는 임의의 나노섬유를 포함할 수 있다. 여과 매질(210)은 도 1에 기재된 제2 하부 챔버(110)의 여과 매질에 대응한다. 즉, 여과 매질(210)은 제올라이트, 이온 교환 수지 및 실리카를 포함할 수 있으나 이에 제한되지 않는다.
- [0115] 도 2의 실시양태에서, 나노섬유(202)는 과립 여과 매질 및 제2 매질(210)에 의해 생성되는 다공성 및 공극 스페이스(void space)를 감소시킬 수 있다. 예를 들어, 나노섬유를 포함하지 않는 과립 여과 매질 단독의 공극률은 0.02(2%) 내지 0.07(70%)의 범위일 수 있다. 하지만, 나노섬유를 과립 여과 매질과 결합하면, 공극률은 0.01(1%) 내지 0.65(65%)의 범위로 감소한다. 일 실시양태에서, 공극률은 0.02(2%) 내지 0.5(50%)의 범위로 감소한다. 다른 실시양태에서, 공극률은 0.30(30%) 내지 0.4(40%)의 범위로 감소한다. 나노섬유의 장점은 과립 여과 매질 단독의 공극 때문에 여과되지 않고 통과했을 미세입자 및 콜로이드 입자를 보유하는 능력이다. 나노섬유는 또한 필터를 통한 유동을 크게 감소시키지 않는다. 따라서, 물의 적절한 유동은 오로지 중력 또는 저압 적용을 통해서만 유도될 수 있다.
- [0116] 본 발명의 일 실시양태에서, 위에 기재된 바와 같이, 과립 여과 매질과 나노섬유의 혼합 매질을 단독으로, 또는 다른 과립 여과 매질 구성요소와의 임의의 조합을 포함하는 정수 필터를 제공하고, 과립 여과 매질 구성요소는 100-2000 마이크론의 입자 크기 또는 평균 입자 크기를 갖는, 다공성 및/또는 비다공성, 건조 또는 수분-함유일 수 있다. 바람직한 실시양태에서, 다른 과립 여과 매질의 입자 크기 또는 평균 입자 크기는 분포는 250-2500 마이크론의 범위이고, 더 바람직하게는, 입자 크기 또는 평균 입자 크기는 분포는 300-1000 마이크론의 범위이다. 다른 여과 매질의 예는, 활성탄 입자, 과립 활성탄(GAC), 실리카겔, 샌드, 분쇄된 무연탄, 이온 교환 수지 비드(beads), 활성탄과 금속 산화물의 과립 하이브리드, 기능화 과립 활성탄, 미국 특허 제7,504,036호; 제

7,291,578호; 제7,708,892호에 기재된 이온 교환기-기반의 하이브리드 입자, 앰버 라이트(Amberlite™) XAD 타입의 폴리머 흡착제와 같은 폴리머 흡착 수지, 활성 알루미늄, 제올라이트, 미네랄 점토, 합성 분자 시브, KDF 프로세스 여과 매질(Cu-Zn 제제), 알루미늄실리케이트, 티타네이트, 탄화 골분, 세라믹, 규조토(DE) 또는 DE(미국 특허 제8,110,526호에 기재된 상표명-NXT-2 매질)에 스며든 금속 산화물-수산화물 또는 이들의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는다. 바람직한 실시양태에서, 과립 여과 매질은 이온 교환 수지 입자; 제올라이트; 활성탄 입자(기능화된 또는 기능화시키지 않음); 합성 분자 시브 입자; 규조토; 실리카; 점토 중에서 선택된다.

[0117] 본 발명의 정수 필터는 과립 여과 매질 및 나노섬유를 포함하는 혼합물을 필터 카트리지 챔버 또는 필터 베드 또는 여과 용기에 충전함으로써, 스크린의 존재 또는 부재하, 단일층 또는 다-층으로, 다른 여과 매질과의 조합 또는 조합 없이 제조될 수 있다. 수질 오염물질은, 수질 정화의 목적으로 오염물질을 제거하기 위해, 오염된 물을 필터 카트리지 또는 필터 베드에 흐르도록 함으로써 제거할 수 있다. 더 구체적으로, 정수 필터는 수질 정화 장치를 위해 물에서 오염물질을 제거하기 위해, 중력-공급식 또는 저압-공급식 카트리지, 여과 베드 및/또는 여과 컬럼으로 설계 또는 제공된다.

[0118] 구체적으로, 본 발명의 정수 필터는 지자체 공급자로부터의 수돗물 또는 지방의 우물; 포인트-오브-유스; 포인트-오브-엔트리; 지자체 물처리; 수영장 및 스파의 오락용수; 환경용수; 산업 공정 용수; 산업 폐수; 지자체 폐수 및 농업 관개용수로부터 오염물질을 제거하기 위해 사용될 수 있고, 오염물질은 미립자성 입자, 콜로이드 입자, 미세 입자, 현탁 입자, 유기물, 잔류 할로젠, 셀레늄, 아르세네이트, 아르세나이트, 플루오라이드, 디크로메이트, 망간, 주석, 플라티늄, 철, 코발트, 크로메이트, 몰리브데이트, 셀레나이트, 셀레네이트(senelate), 우라늄, 바나듐, 바나데이트, 루테늄, 안티모니, 몰리브데늄, 텅스텐, 바륨, 세륨, 란타늄, 지르코늄, 티타늄 및/또는 라듐, 아연, 구리, 납, 수은, 카드뮴 및 천연 유기물(NOM), 농약 및 제초제 잔류물, 환경 호르몬, 산업 폐기물에서 방출되는 제약 잔류물 및 유기 화합물을 포함하지만 이에 제한되지 않는다.

[0119] 바람직한 일 실시양태에서, 본 발명은 두 개의 다른 과립 여과 매질을 나노섬유와 혼합함으로써 제1층 매질 및 제2층 과립 여과 매질을 포함하는 수질 정화 필터를 제공하고, 제1층 매질과 제2층 매질을 분리하기 위한 스크린의 존재 또는 부재하, 또는 제1 및 제2 매질층의 블렌드를 제공한다. 바람직하게는, 본 발명에 의해 제공되는 제1 여과 매질층은 활성탄 입자(기능화 및/또는 처리된 것 포함), 제올라이트, 이온 교환 수지, 또는 실리카 등의 입자의 조합과 혼합된 나노섬유의 입자의 혼합물의 조합 중에서 선택된다. 제2 매질층은 이온 교환 수지, 제올라이트 중에서 선택된다. 제1 매질과 제2 매질을 분리하기 위한 스크린은 70 이상의 메시 크기를 갖는다. 이 필터는, 유기 물질, 구리, 아연, 수은, 카드뮴, 납, 식수원 중의 잔류 염소 또는 잔류 브롬과 같은 잔류 할로젠을 포함하지만 이에 제한되지 않는 화학 오염물질을 제거하기 위해, 중력 유동 및/또는 저압 유동 카트리지로 더 설계, 제조 또는 사용할 수 있다. 이 필터는 포인트-오브-유스 및 포인트-오브-엔트리에서 사용할 수 있으며, 몇몇 예는 낙하주입식 카라페, 물 냉각기 및 냉각 물탱크 및 피처 등을 포함하지만 이에 제한되지 않는다.

[0120] 하나의 관점에서, 본 명세서에 기재된 발명은 중력-공급식 또는 저압 장치를 사용하여 식수에서 특정 가용성 납을 제거하기 위해 사용될 수 있다. 일 실시양태에서, 정화된 물의 납 총량은 물 300L 중 10ppb 미만이다.

[0121] 가용성 및 미립자성 납 사이에는 동적 평형이 존재하므로, 미립자성 납은 가용성 납으로, 또한 가용성 납은 미립자성 납으로 이동한다. 이 평형은 용액에 용해된 납의 농도 및 물의 pH에 의해 영향을 받는다. 크기에 따라 가용성 납은 콜로이드로 불릴 수 있다.

[0122] 하나의 관점에서, 본 발명은 과립 여과 매질 및 나노섬유의 과립 여과 매질 혼합물을 기재하고, 이것은 과립 여과 매질의 공극에 더 작은 크기의 납을 트랩하고 과립 여과 매질 혼합물 피브릴 메시에 더 큰 크기의 납 입자를 트랩하는 장점이 있다. 일 실시양태에서, 더 작은 납은 메시에도 트랩된다.

[0123] 하나의 관점에서, 본 명세서에 기재된 발명은 물에서 미립자성 및 콜로이드 납을 제거하기 위해 이 평형을 이용할 수 있다. 과립 여과 매질 혼합물을 사용하여, 미립자성 납은 그들이 용해될 때까지 과립 여과 매질 혼합물에 흡수된다. 이러한 관점에서, 이온 교환 수지("IXR")와 같은 제3 매질은 가용성 납을 나트륨 또는 수소로 교환할 수 있다. 과립 여과 매질 혼합물은 콜로이드 및 미립자성 납을 보유 또는 결합하는 그물 또는 매트릭스 또는 메시를 형성한다. 하나의 관점에서 NFC는, 예를 들어, 리오셀 섬유(목재 펄프에서 유래), 길이 3-6 mm, 피브릴화도 40-300 mL, 및 평균 직경 0.3 마이크로미터일 수 있다. 다른 형태의 NFC도 사용될 수 있다. GAC 메시 크기는 단일 메시(즉, 18, 20, 25 또는 30) 또는 16X50의 범위(예: 8X50, 12X40, 또는 20X50)가 바람직하다. 과립 여과 매질 혼합물의 제조 중에 형성되는 피브릴 그물/매트릭스/메시는, 특히, 최종 복합체 중에 존재하는 수분의 양("%MC")과 관련된다. %MC가 높을수록 그물에 의한 납 제거는 높아지지만, 물이 그것을 통과하는 속도는 느려진

다. 이상적인 %MC는 약 40 내지 70%의 범위에 있다. %MC는 또한 약 45%MC 내지 약 65%MC의 범위; 약 50%MC 내지 약 60%MC의 범위; 또는 약 65%MC일 수 있다. IXR 입자 크기가 약 500 내지 800 마이크로미터; 약 550 내지 750 마이크로미터; 약 600 내지 700 마이크로미터; 약 650 내지 900 마이크로미터; 약 650 내지 790 마이크로미터; 또는 약 730 내지 780 마이크로미터; 인 것이 사용될 수 있다. 일 실시양태에서 과립 여과 매질 혼합 복합체는 매우 균일하거나 균일하지 않다.

[0124] 일 실시양태에서, 과립 여과 매질 혼합물의 제조 중에 형성된 피브릴 그물/매트릭스/메시에 트랩된 미립자성 납은 가용성 납으로 변환되고, 이어서 IXR에 의해 나트륨과 수소로 교환된다. 다른 실시양태에서, 칼륨 완충액은 납 제거 또는 환원에 유리할 것이다.

[0125] 다른 관점에서, 혼합물의 나노섬유는 과립 여과 매질 혼합물 130 mL 중 약 0.05 내지 0.8 g 이다. 일 실시양태에서 과립 여과 매질 혼합물 130 mL 중 나노섬유 범위의 하한은 약 0.06 내지 0.3이며, 범위의 상한은 약 0.31 내지 5.0g 이다.

[0126] 일 실시양태에서, 여과된 물 중 납의 양은 50 ppb 미만, 47 ppb 미만, 45 ppb 미만, 42 ppb 미만, 40 ppb 미만, 37 ppb 미만, 35 ppb 미만, 32 ppb 미만, 30 ppb 미만, 27 ppb 미만, 25 ppb 미만, 22 ppb 미만, 20 ppb 미만, 19 ppb 미만, 18 ppb 미만, 17 ppb 미만, 16 ppb 미만, 15 ppb 미만, 14 ppb 미만, 13 ppb 미만, 12 ppb 미만, 11 ppb 미만, 10 ppb 미만, 9 ppb 미만, 8 ppb 미만, 7 ppb 미만, 6 ppb 미만, 5 ppb 미만, 4 ppb 미만, 3 ppb 미만, 2 ppb 미만, 또는 1 ppb 미만이다.

[0127] 예시적인 실시양태를 설명했지만, 본 발명의 취지 또는 범위를 벗어나지 않고 다양한 변경을 할 수 있음이 이해될 것이다.

[0128] 실시예

[0129] 실시예 1: GAC와 NFC의 혼합물의 미립자성 납 제거 실험

[0130] 1) 재료 및 시약:

[0131] Engineered Fiber Technologies, LLC로부터 공급된 나노피브릴화 셀룰로오스 (NFC) 습윤 케이크.

[0132] 과립 활성탄(GAC): 산으로 세척한 12x40 메시, Filtrex Technology, India로부터 공급.

[0133] 질산납(II): Sigma-Aldrich, ACS 시약

[0134] 중탄산나트륨: VWR, ACS 시약

[0135] 황산마그네슘 7수화물: Sigma-Alrich, ACS 시약

[0136] 클로라이드 2수화물: EMD Chemicals, > 99.0% 1.0 N 수산화나트륨용액, 실험실 제조.

[0137] 탈이온수(DI): 저항 > 1.0 MΩ -cm (전도율 < 1 μS/cm)

[0138] VWR 여과지 417(공극 크기 40 μm), VWR로부터 공급.

[0139] 0.1 μm 슈퍼 막을 갖는 Pall Arcodisc 32 mm 실린지 필터, Pall Corporation Plastic 컬럼: 7.5 cm 직경.

[0140] 2) 미립자성 납 용액 제조를 위한 원액

[0141] 하기의 원액은 NSF/ANSI 53 프로토콜(2011a, 2012년 4월 출판)에 따라 초순수로 제조하였다; 염화칼슘 용액(38 g/L); 황산마그네슘 용액(32 g/L); 중탄산나트륨 용액(63 g/L); 가용성 납 원액(1:1 희석한 질산 4mL 중 3.6 g/L; 불용성 납 원액(1.6 g/L, pH<6.5)

[0142] 3) 표준 NSF 53 pH 8.5 미립자성 납 시험수의 제조

[0143] 표준 NSF 53 pH 8.5 미립자성 납 시험수는 NAF/ANSI 53 프로토콜(2011a, 2012년 4월 출판)에 따라 초순수로 제조하였다. NSF/ANSI 53 프로토콜(2011a, 2012년 4월 출판)에 따른 예시적 원료 물 사양은 하기와 같다: 경도 90-110 mg/L, 알칼리도 90-110 mg/L, 총 염소 0.25-0.75 mg/L, pH 8.3-8.6.

[0144] 시험수는 평균 150±15ppb의 총 납을 포함하고, NSF/ANSI 53 프로토콜(2011a, 2012년 4월 출판)에 따라, 총 납의 20-40%가 0.1 μm 보다 큰 미립자성 납이다.

[0145] 시험수 5L의 제조 과정은 하기와 같다:

- [0146] 1) 5L 플라스틱 용기에, 5L 탈이온수를 첨가하고 적당한 속도로 교반하였다.
- [0147] 2) 적당한 속도로 혼합하면서, 5L 용액에 황산마그네슘 용액, 염화칼슘 용액 및 중탄산나트륨 용액을 각각 13.2 mL 순차적으로 첨가하였다.
- [0148] 3) 용액에 상용 표백제 55 μ L을 첨가하였다.
- [0149] 4) 혼합 하 1.0N 수산화나트륨 용액을 사용하여 용액의 pH를 pH 8.5 (pH 8.3-pH 8.6)로 조정하였다.
- [0150] 5) 총 가용성 염소(TAC)를 0.25-0.75 mg/L TAC의 범위에서 HACH Spectrophotometer를 사용하여 확인하였다.
- [0151] 6) 혼합 하 264 μ L의 가용성 납 원액을 용액에 첨가하였다.
- [0152] 7) 13.2 mL의 용액을 25 mL 플라스틱 용기에 옮겼다.
- [0153] 8) 25 mL 플라스틱 용기의 용액을 신속하게 혼합한 다음, 불용성 납 원액 264 μ L를 25 mL 플라스틱 용기에 첨가하고, 60초 동안 급속 혼합을 계속 하고, 이후 즉시 용액을 5L 플라스틱 용기에 적당히 혼합하면서 옮겼다.
- [0154] 9) 5L 플라스틱 용기에 든 미립자성 납 시험수 5L는 납 제거 실험을 위해 즉시 신선하게 사용되었다.
- [0155] 4) 미립자성 납 시험수 제조의 제조
- [0156] 추가적인 미립자성 납은 미립자성 납 농도를 더 증가시키기 위해 상기의 표준 NSF 53 pH 8.5 미립자성 납 시험수에 첨가할 수 있고, 상기 미립자성 납을 초기 시험수에 첨가한 것과 동일한 절차에 따른다. 최종 미립자성 납 시험수는 납 제거 실험을 위해 신선한 상태에서 사용되었다.
- [0157] 5) GAC와 NFC의 혼합물의 제조
- [0158] 탈이온수 150mL에, NFC 습윤 케이크 1.0g(NFC의 건조 중량으로 0.2g)을 격렬하게 교반하면서 첨가하고, 이어서 30분 동안 격렬한 혼합을 유지하고, NFC-물 분산체를 수득하였다. 이어서 50그램의 GAC를 첨가하고, GAC와 NFC를 물에 혼합하기 위해 10분 동안 적당한 혼합을 유지하였다. GAC와 NFC의 최종 혼합물을 여과하여 수득하고, 또한 하기의 컬럼 실험으로 시험하였다. GAC를 150mL의 탈이온수에 첨가하고 10분 동안 적당하게 혼합하여 다른 블랭크 GAC 시료를 제조하고, 여과하여 최종 블랭크 GAC 시료를 수득하고, 추가로 하기의 컬럼 실험을 하였다.
- [0159] 6) 미립자성 납 제거의 컬럼 실험을 위한 컬럼 준비.
- [0160] 직경 7.5cm의 플라스틱 컬럼에, 40 마이크론의 공극 크기를 갖는 여과지를 컬럼의 바닥에 놓고 입자 또는 NFC가 컬럼에서 빠져나가 유출액이 더 오염되는 것을 방지하였다. 상기와 같이 제조한 GAC와 NFC 혼합물 전체를 놓고, 같은 여과지를 플라스틱 컬럼의 매질 상단에 놓았다. 블랭크 GAC 실험 컬럼은 상기와 같이 제조된 블랭크 GAC로 GAC 및 NFC의 혼합 매질만을 대체하여 동일한 절차로 준비하였다.
- [0161] 7) 미립자성 납 제거의 컬럼 실험
- [0162] NSF/ANSI 53 프로토콜(2011a, 2012년 4월 출판)에 따라, 총 납 [Pbt] 시료(유입액 또는 유출액에서 나옴)를 나타내는 첫번째 부분은 샘플의 pH를 2.0 이하로 낮추는 충분한 질산을 포함하는 비-유리 샘플병에 즉시 옮겨야 한다. 비-유리 샘플병에서 채취한 샘플의 두번째 부분(동일한 유입액 또는 유출액에서 나옴)을 즉시 0.1 마이크론의 절대 필터에 통과시키고, pH를 낮추는데 충분한 질산을 포함하는 비-유리 샘플병에 즉시 옮겨야 한다. 이 샘플은 0.1 마이크론 여과 납 샘플 [fPb0.1]이다.
- [0163] 총 미립자성 납 [Pbtp]은 하기와 같이 계산된다:
- [0164] $[Pbtp]=[Pbt]-[fPb0.1]$
- [0165] 미립자성 납 시험수는 상기의 항목 3에 따라 제조되었다. 컬럼 실험의 제1 리터 최초 유입액은, 컬럼 실험을 시작하기 전에 방부제로 질산염을 함유하는 플라스틱 용기에서 총 납 및 총 미립자성 납 분석을 위해 첫번째로 샘플링되고, 즉시 중력-공급식 제1 리터 유입액 미립자성 납 시험수를 각각 GAC 및 NFC의 혼합물로 채워진 컬럼, 또는 블랭크 GAC에 넣고, 그 후 시험수가 중력-공급식에 의해 컬럼을 통해 흐르도록 하였다. 유출액 샘플 전체를 각각의 컬럼에서 1L의 플라스틱 용기에 담은 다음, 총 납 및 총 입자 미립자성 납 분석을 위한 샘플용을 더 제조하였다.
- [0166] 제1 리터 납 시험수 샘플이 컬럼을 완전히 통과한 후, 즉시 동일한 과정을 반복하여 제2 리터 시험수를 컬럼에 통과시켰다.

[0167] 납 결정은, "유도 결합 플라즈-질량 분석법에 의한 물 및 폐기물 중의 미량 원소의 측정" 이라는 제목의 EPA 200.8 방법에 의해 수행되었다.

[0168] 하기의 표 1은 GAC와 NFC의 혼합물에서 미립자성 납 제거 결과를 열거한다.

표 1

[0169] GAC와 NFC의 혼합물의 미립자성 납 제거 실험

시험수	항목	블랭크 GAC			GAC와 NFC의 혼합물		
		제1 L	제2 L	평균	제1 L	제2 L	평균
유입액	총 납(ppb)	272	281	276.5	272	281	276.5
	0.1 마이크론 여과 납(ppb)	171	164	---	171	164	---
	총 미립자성 납(ppb)	101	117	109	101	117	109
	pH	8.58	8.58	8.58	8.58	8.58	8.58
유출액	총 납(ppb)	123	141	132	100	117	108.5
	0.1 마이크론 여과 납(ppb)	57.8	64.9	--	57.7	64.2	--
	총 미립자성 납(ppb)	65.2	76.1	70.7	42.3	52.8	47.6
	총 미립자성 납 제거%	35.4	35.0	35.2	58.1	54.9	56.5
	pH	8.31	8.31	8.31	8.31	8.23	8.27
	유속(ml/min)	467	476	471.5	251	248	249.5

[0170] 표 1의 결과는 GAC와 NFC의 혼합물이 블랭크 GAC보다 훨씬 높은 총 미립자 납 제거 효율을 보여준다는 사실을 증명하였다.

[0171] 실시예 2: 제올라이트와 NFC의 혼합물의 미립자성 납 제거 실험

[0172] 이 실시예에서는 원료 제올라이트는 Zeotech Corporation에 의해, 과립 천연 제올라이트인 Zeobrite의 상품명으로 공급되었다. 제올라이트와 NFC의 혼합물은 상기의 실시예 1에서 GAC만 제올라이트로 대체하고 같은 방법으로 제조되었다. 블랭크 제올라이트는 150mL의 탈이온수에 제올라이트를 첨가한 다음, 10분간 부드럽게 혼합하고, 여과를 통해 최종 블랭크 제올라이트 샘플을 수득하고, 컬럼 실험에 의해 시험하였다.

[0173] 모든 미립자성 납 시험수 시료가 제조되고 신선하게 사용되어, 컬럼 실험 준비 및 실험 과정은 실시예 1과 동일하게 반복하였다.

[0174] 하기의 표 2는 제올라이트와 NFC의 혼합물로부터의 미립자성 납 제거 결과를 열거한다.

표 2

[0175] 제올라이트와 NFC의 혼합물의 미립자성 납 제거 실험

시험수	항목	블랭크 제올라이트			제올라이트와 NFC 혼합물		
		제1 L	제2 L	평균	제1 L	제2 L	평균
유입액	총 납(ppb)	184	184	184	184	184	184
	0.1 마이크론 여과 납(ppb)	125	125	---	125	125	---
	총 미립자성 납(ppb)	59	59	59	59	59	59
	pH	8.56	8.56	8.56	8.56	8.56	8.56
유출액	총 납(ppb)	45.8	61.3	53.6	43.7	56.2	50
	0.1 마이크론 여과 납(ppb)	34.6	43	--	39.9	47.9	--
	총 미립자성 납(ppb)	11.2	18.3	14.8	3.8	8.3	6.1
	총 미립자성 납 제거%	81.0	69.0	75.0	93.6	85.9	89.7
	pH	8.34	8.39	8.37	8.37	8.38	8.38

[0176] 표 2의 결과는 제올라이트와 NFC의 혼합물이 블랭크 제올라이트보다 훨씬 높은 미립자 납 제거 효율을 보여준다는 것을 증명하였다.

[0177] 실시예 3: 이온 교환 수지와 NFC의 혼합물의 미립자성 납 제거 실험

- [0178] 이 실시예에서, 원료 이온 교환 수지(IER) 비드(beads) 앰버리스트 15(Amberlyst 15)(강산성 양이온 교환체)는 Dow Chemical Co.로부터 공급되었다. 앰버리스트 15(Amberlyst 15)는 1N 수산화나트륨 용액 안에서 혼합하여 양성자형에서 나트륨형으로 변환되었다.
- [0179] 목재 셀룰로오스 미세 분말 Fiber Clear(Wood cellulose fine powder Fiber Clear)(FC)는 Fiber Clear, Inc.로부터 공급되었다. IER과 NFC의 매질 혼합물, 및 IER과 Fiber Clear(FC)의 혼합물 매질은 각각 GAC만 IER로 대체 또는 NFC만 FC로 대체하여 실시예 1의 항목 5 과정을 반복하여 각각 제조하였다.
- [0180] 블랭크 IER은 150ml의 탈이온수에 각각 IER을 첨가하고 10분 동안 부드럽게 혼합하고 여과하여 최종 블랭크 IER을 수득하였고, 컬럼 실험에 의해 시험하였다.
- [0181] 모든 미립자성 납 시험수 시료는 제조되고 신선하게 사용되어, 모든 컬럼 실험 준비 및 실험 과정은 실시예 1과 동일하게 반복하였다.
- [0182] 하기의 표 3은 IER과 NFC의 혼합물 및 IER과 Fiber Clear의 혼합물로부터 미립자성 납 제거 결과를 열거한다.

표 3

IER과 NFC의 혼합물로부터 미립자성 납 제거 실험

[0183]

시험수 항목		IER			IER와 NFC의 혼합물			IER와 Fiber Clear의 혼합물		
		제1 L	제2 L	평균	제1 L	제2 L	평균	제1 L	제2 L	평균
유입액	총 납 (ppb)	216	216	216	216	216	216	216	216	216
	0.1 마이크론 여과 납(ppb)	104	104	104	104	104	104	104	104	104
	총 미립자성 납 (ppb)	112	112	112	112	112	112	112	112	112
	pH	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52
유출액	총 납 (ppb)	74.8	95.5	85.2	12.9	23.4	18.15	61.3	82.2	71.75
	0.1 마이크론 여과 납(ppb)	18.9	22.8	20.9	7.8	14.7	11.25	16.1	21.1	18.6
	총 미립자성 납 (ppb)	55.9	72.7	64.3	5.1	8.7	6.9	45.2	61.1	53.2
	미립자성 납 제거%	50.1	35.1	42.6	95.4	92.2	93.8	59.6	45.4	52.5
	pH	8.58	8.58	8.58	8.57	8.57	8.57	8.58	8.57	8.58
	유속 ml/min	288	297	292.5	253	258	255.5	258	262	260

- [0184] 표 3의 결과는 IER와 NFC의 혼합물이 블랭크 IER보다 또는 IER과 Fiber Clear로부터 공급된 셀룰로오스 미세 분말의 혼합물과 비교를 하여 훨씬 높은 미립자성 납 제거율을 보인다는 것을 증명하였다.
- [0185] 실시예 4: NFC에 의해 습식-적층된 상단층의 미립자성 납 제거 실험
- [0186] 본 실시예에서는 원료 GAC를 실시예 1과 동일하게 사용하였다. Fiber Clear(FC)에서 공급되는 원료 셀룰로오스 미세 분말은 실시예 3과 동일하게 사용하였다.
- [0187] GAC 및 NFC의 혼합 매질 및 GAC 및 Fiber Clear의 혼합 매질의 컬럼 제조는 실시예 1의 과정을 반복하였다.
- [0188] NFC 또는 Fiber Clear(FC)에 의해 습식-적층된 상단층의 컬럼은 먼저 100 ml 탈이온화수에 NFC 건조 중량 0.2g 또는 Fiber Clear 건조 중량 0.2g을 첨가함으로써 100ml의 NFC 분산액 및 100ml의 Fiber Clear 슬러리를 제조하고, 30분 동안 격렬하게 혼합하고; 이어서 먼저 40 마이크론 여과지를 바닥에 배치하고 50 그램의 GAC로 충전한 플라스틱 컬럼에 각각 NFC의 분산액 또는 FC 슬러리를 부어서 제조되었다. 최종적으로 다른 40 마이크론의 여과지를 컬럼의 습식 적층 NFC 또는 FC의 상단에 각각 놓았다.
- [0189] 미립자성 납 시험수는 실시예 1에 기재된 것과 동일한 과정으로 제조되었다.
- [0190] 모든 샘플링 및 미립자성 납 제거 컬럼 실험은 실시예 1에 기재된 것과 동일한 과정이다.
- [0191] 모든 미립자성 납 시험수 시료를 제조하고 신선하게 사용하였다.
- [0192] 하기의 표 4는 GAC 및 NFC 및 FC에 의한 상단 습식-적층 컬럼으로부터 미립자성 납 제거 결과를 열거한다.

표 4

GAC 및 상단 습식-적층 컬럼의 미립자성 납 제거 실험

		GAC			NFC GAC에 의해 습식 적층된 상단층			FC GAC에 의해 습식 적층된 상단층		
		제1 L	제2 L	평균	제1 L	제2 L	평균	제1 L	제2 L	평균
유입액	총 납(ppb)	234	225	229.5	234	225	229.5	234	225	229.5
	0.1 μm 여과(ppb)	171	118	---	171	118	---	171	118	---
	총 미립자성 납(ppb)	63	107	85	63	107	85	63	107	85
	pH	8.52	8.53	8.53	8.52	8.53	8.53	8.52	8.53	8.53
유출액	총 납(ppb)	93.3	87.4	90.4	81.6	75	78.3	94.3	89.2	91.8
	0.1 μm 여과(ppb)	48.8	43.2	---	55.8	49.6	---	50.1	46.5	---
	총 미립자성 납(ppb)	44.5	44.2	44.4	25.8	25.4	25.6	44.2	42.7	43.5
	총 미립자성 납 제거(%)	29.4	58.7	44.0	59.0	76.3	67.7	29.8	60.1	45.0
	pH	8.25	8.13	8.19	8.18	8.15	8.17	8.15	8.19	8.17
	유속 (mL/min)	305	301	303	283	336	309.5	395	392	393.5

[0194] 그 결과, NFC에 의해 습식-적층된 상단층은 대조군 GAC 단독 또는 Fiber Clear로부터 공급된 미세 셀룰로오스 섬유에 의해 습식-적층된 상단층보다 유출물에서 총 납이 현저하게 낮고, 미립자성 납 제거(%)가 현저히 높다는 것을 증명하였다.

[0195] 실시예 5: 브리타 피처(Brita pitcher) 캡버에서 혼합물 매질의 유속 실험

[0196] 원료

[0197] 본 실시예에서, 나노피브릴화 셀룰로오스(NFC), 과립 활성탄(GAC), 탈이온수 및 VWR 여과지 417는 실시예 1에 기재한 것과 동일하다.

[0198] 브리타 슬림 모델(40oz 용량)과 브리타 피처 필터 모델 OB03은 모두 Fred Meyer에서 구입하였다.

[0199] 실험 필터 샘플 제조

[0200] GAC와 나노피브릴화 셀룰로오스의 혼합물을 상기 실시예 1에서 기재된 과정에 따라 제조하였다. 300mL 탈 이온수에 소량의 나노피브릴화 셀룰로오스를 첨가하고 고속 혼합에 의해 30분 동안 추가로 분산시킨 후, 37그램의 GAC를 첨가하고 추가로 10분 동안 계속 혼합하였다. GAC와 나노피브릴화 셀룰로오스의 최종 혼합물을 여과에 의해 분리하고 사용할 준비를 하였다.

[0201] 브리타 피처 필터(모델#OB03)를 상부에서 절단하여 입구를 제공하고, 필터 하우징의 매질을 비웠다. 필터의 빈 하우징에, 먼저 8그램의 GAC 배지를 바닥에 충전하고, 이어서 상기와 같이 제조된 나노피브릴화 셀룰로오스 37그램을 혼합물을 충전하였다.

[0202] 다른 블랭크 필터는 45그램의 GAC를 빈 브리타 피처 필터(모델#OB03) 하우징에 충전하여 제조하였다.

[0203] 유량 측정

[0204] 브리타 피처 슬림 모델이 유량 측정에 사용되었다. 상기의 제조된 브리타 필터를 브리타 피처에 넣고, 1L 탈이온수를 피처의 상부 저장기에 충전하였다. 물 1L가 피처 필터를 완전히 통과하는데 필요한 시간을 7회 반복하여 측정하였다.

표 5

유속 측정 결과

총 GAC(g)	45	45	45	45	45	45	45
NFC 양(g, 건조 중량)	0	0.18	0.54	0.63	0.72	0.81	0.90
GAC와 NFC의 혼합물 중 %NFC	0	0.48	1.43	1.67	1.91	2.14	2.37
평균 유속(ml/min)	941	596	340	257	157	134	110

- [0206] 표 5의 결과는 중력-공급식 피쳐 여과 카트리지의 유속이 과립 활성탄 및 NFC의 혼합 매질에서 나노피브릴화 셀룰로오스의 양에 의해 결정된다는 것을 증명하였다. 나노피브릴화 셀룰로오스는 과립 활성탄으로 충전된 중력-공급식 필터에서 유속을 조절하기 위한 효과적인 성분으로 사용될 수 있다.
- [0207] 실시예 6: 변형된 브리타 피쳐 필터의 SF53 pH 8.5 납 감소 실험.
- [0208] 1. 재료 및 시약
- [0209] Engineered Fiber Technologies, LLC로부터 공급된 나노피브릴화 셀룰로오스 (NFC)습윤 케이크.
- [0210] GAC: Resin Tech AGC-50-CSAD, Resin Tech Inc로부터 공급된 과립 활성탄.
- [0211] 브리타 피쳐 필터 OB03: Fred Myer에서 구입,
- [0212] 브리타 피쳐: Fred Myer에서 구입.
- [0213] 이온 교환 수지(IER): Resin Tech WACG-HP, 약산 이온 교환 수지, Resin Tech Inc로부터 공급, pH 3.7 버퍼에 담가 추가로 예비-처리, 이어서 탈이온수에서 3회 세척 처리하여 실험에 준비하였다.
- [0214] 질산납 (II): Sigma-Aldrich, ACS 시약, 중탄산나트륨: VWR, ACS 시약; 황산마그네슘 7수화물: Sigma-Alich, ACS 시약; 칼슘 클로라이드 2수화물: EMD Chemicals 99.0%, 1.0 N 수산화나트륨 용액, 실험실 제조; 탈이온화수 (DI): 저항 > 1.0 MΩ -cm (전도율 < 1 μS/cm); VWR 여과지 417(공극 크기 40 μm), VWR에 의해 공급.
- [0215] 2. GAC와 나노피브릴화 셀룰로오스(NFC)의 혼합물 매질 제조
- [0216] 탈이온수 100ml에 건조 중량 0.14g의 NFC를 첨가하고, 슬러리를 제공하기 위해 고속 혼합에 의해 추가로 분산시켰다. 슬러리에 40ml의 GAC를 첨가하고 15분 동안 추가로 혼합한 다음, 혼합 매질을 여과하여 분리하였다. 전체 매질은 필터 하우징에 충전할 준비가 되었다.
- [0217] 3. 변형된 브리타 피쳐 필터의 제조
- [0218] 브리타 피쳐 필터 OB03을 잘라 필터의 상단을 열고, 빈 브리타 피쳐 필터 하우징을 수득하기 위해 모든 매질을 제거함으로써 추가로 비웠다. 빈 하우징에, 전처리된 Resin Tech WACG-HP 90 mL를 먼저 넣고, 이어서 GAC와 NFC의 혼합 매질 40 mL를 첨가하였다. 필터 입구를 접착하여 NSF 53 pH 8.5 납 감소 실험을 위한 준비를 하였다. GAC와 NFC의 혼합 매질 40 mL를 GAC 40 mL로 대체하여, 다른 대조군 필터를 제조하였다.
- [0219] 4. 변형된 브리타 피쳐 필터의 NSF 53 pH 8.5 납 감소 실험
- [0220] NSF 53 pH 8.5 납 시험수를 제조하는 상세한 과정은 실시예 1에서 기재하였다.
- [0221] 변형된 브리타 피쳐 필터를 브리타 피쳐에 단단히 삽입한 후, 시험수 1L을 각 브리타 피쳐 용기에 부었다. 유출액은 브리타 피쳐에 회수되었다. 시험수 2L를 피쳐에 통과시킨 후 제1 리터 물 샘플을 회수하고, 총 실험 용량 300L 중 실험 부피 30L 당 1L의 유출액 시료는 회수하고, 샘플링은 각각 30L, 60L, 90L, 120L, 150L, 180L, 210L, 240L, 270L 또는 300L의 피쳐 실험 부피에서 수행되었다. 유입액 및 유출액의 pH 및 피쳐를 통과하는 시험수의 유속을 측정하였다. 회수한 유입액 및 유출액 샘플의 납 농도는 EPA 200.8 프로토콜에 의해 결정되었다.
- [0222] 5. 변형된 브리타 피쳐 필터의 NSF 53 pH 8.5 납 감소 실험 결과
- [0223] 하기의 표 6은 변형된 브리타 피쳐 필터의 NSF 53 pH 8.5 납 감소 실험 결과를 증명하였다. GAC와 NFC의 혼합 매질로 충전된 필터는 유출액에서 평균 1.9ppb의 총 납과 대조 샘플의 유출액에서 평균 27.7ppb의 총 납을 보이고, 총 납의 1.9ppb는 최대 10.0ppb를 설정하는 NSF 53 표준보다 훨씬 낮다. 원래의 컨트롤 필터는 NSF 53 표준 테스트에서 실패했지만, GAC와 NFC의 혼합 매질로 충전된 변형된 브리타 피쳐 필터는 pH 8.5 납 감소를 위한 NSF 53 실험 표준을 성공적으로 통과하였다.

표 6

[0224] 변형된 브리타 피쳐 필터의 NSF 53 pH 8.5 납 감소 결과

필터	리터	2	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	평균
NFC-GAC+IER	유속 ml/min	143	137	120	120	113	110	113	115	120	119	121	121
	pH	5.96	5.78	5.98	6.21	6.46	6.45	6.56	6.9	6.75	6.96	6.92	6.45
	납(ppb)	0	0.9	0	1.1	1.7	2.0	2.4	3.1	3.8	2.8	3.4	1.9

Control GAC+IER	유속 ml/min	265	284	292	305	311	310	306	303	296	297	279	295
	pH	6.24	5.89	6.13	6.31	6.51	6.55	6.93	6.82	6.80	6.87	7.04	6.55
	납(ppb)	18.8	27.7	22.9	25.6	25.2	30.4	30.6	30.7	38.1	26.9	28.2	27.7
시험수 납 (ppb)	pH	8.52	8.59	8.58	8.48	8.55	8.54	8.57	8.58	8.54	8.58	8.56	8.55
	총 납(ppb)	145	166	150	154	159	157	165	170	181	156	160	160
	[Pb _{tp}] (ppb)	27	52	33	41	42	40	49	40	66	39	39	42.5
	[Pb _f] (ppb)	na	18	na	Na	na	na	25	na	Na	na	16	19.7
시험수 %[Pb _{tp}]	%[Pb _{tp}]	18.6	31.3	22.0	26.6	26.4	25.5	29.7	23.5	36.5	25.0	24.4	26.3
	%[Pb _f]	%[Pb _f]	na	34.6	na	Na	na	na	51.0	na	Na	na	41.0

[0225] 실시예 7: 변형된 브리타 피쳐 필터의 NSF 53 pH 6.5 납 감소 실험.

[0226] 본 실시예에서 사용된 모든 원료 및 시약은 실시예 6에서 기재한 것과 동일하다. GAC와 나노피브릴화 셀룰로오스(NFC)의 혼합 매질 제조 과정 및 변형된 브리타 피쳐 필터의 제조 과정은 실시예 6에 기재된 것과 반복된다.

[0227] NSF/ANSI 53 프로토콜(2011a, 2012년 4월 출판)에 따라 시험수의 제조 과정을 수행하고, 현지 수돗물을 실험에 사용하였다.

[0228] 납 원액은 0.0720g의 납 질산염을 500 ml의 탈이온수에 진한 질산 10방울을 첨가하면서 용해시켜 제조하였다.

[0229] 변형된 브리타 피쳐 필터가 브리타 피쳐에 단단히 장착된 후, 자동 연속 공급 장치를 사용하여 자동으로 브리타 피쳐로 공급되는 55L 플라스틱 용기에 30L의 시험수를 제조하였다. 유출액의 총 부피가 하기의 샘플링 포인트에 도달했을 때 1L의 유입액 및 유출액 샘플을 회수하였다: 2L, 75L, 150L, 225L, 270L 및 300L. 회수된 유출액 샘플의 pH 및 잔류 납을 분석하였다. 유속은 시험수가 필터를 통과하는 중에 측정하였다. 회수된 유입액 및 유출액 샘플의 납 농도는 EPA 200.8 방법에 의해 결정되었다.

[0230] 하기의 표 7은 변형된 브리타 피쳐 필터의 NSF 53 pH 6.5 납 감소 실험 결과를 증명하였다. GAC와 NFC의 혼합 매질로 채워진 필터는 유입액에서 평균 143.8ppb에 대하여 유출액에서 평균 3.5ppb의 총 납을 보여준다. 유출액에서 발견되는 평균 납 3.5ppb는 최대 10.0ppb를 설정하는 NSF 53 표준보다 훨씬 낮다. 그러므로 변형된 브리타 피쳐 필터는 또한 납 감소 규정을 준수함에 따라 효과적으로 납을 감소시킬 수 있다.

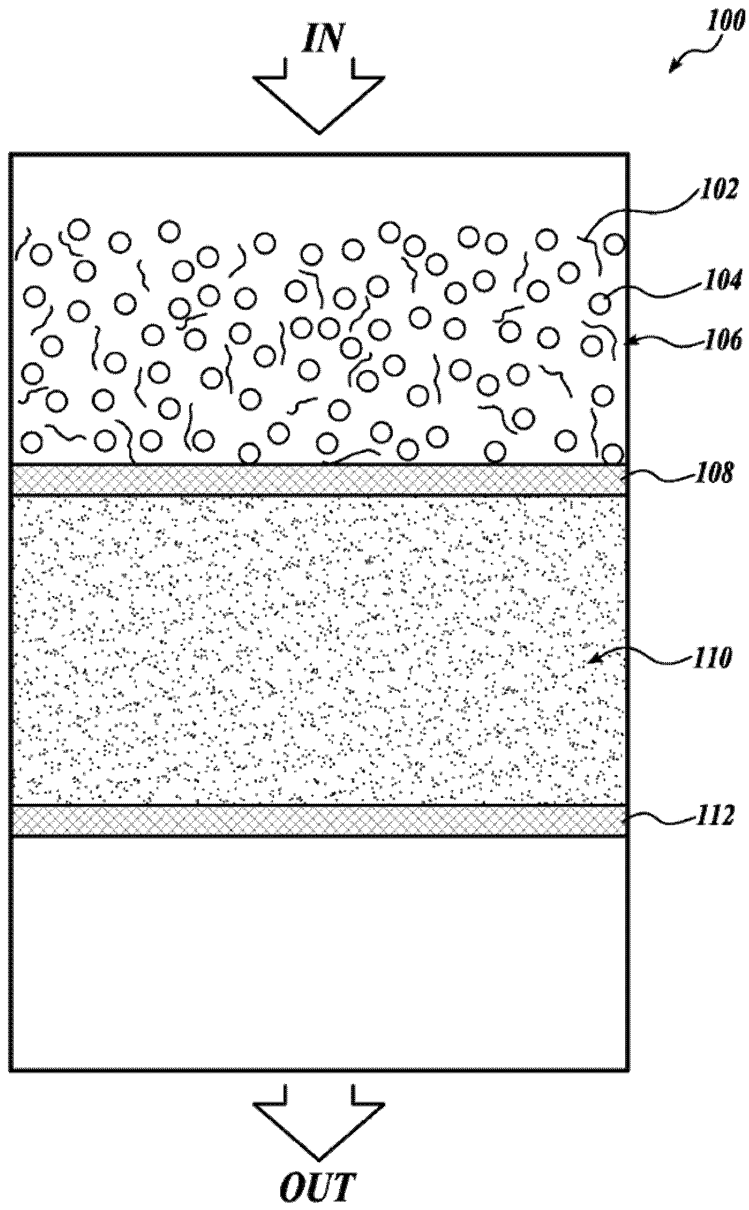
표 7

[0231] 변형된 브리타 피쳐 필터의 NSF 53 pH 6.5 납 감소 실험

납(150ppb)		2L	75L	150L	225L	270L	300L	평균
유입액	pH	6.38	6.58	6.47	6.48	6.46	6.46	6.47
	유출액	유동(ml/min)	102.6	82.0	87.6	94.2	79.7	83.8
납 (ppb)	pH	6.29	6.08	6.62	6.07	5.83	5.96	6.14
	유입액	143	146	154	148	145	127	143.8
	유출액	2.4	3.3	2.6	3.5	4.0	5.0	3.5

도면

도면1



도면2

