(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0005457
(43) 공개일자 2021년01월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 39/20 (2006.01) *B01D 35/30* (2006.01)
C01B 32/354 (2017.01)
(52) CPC특허분류
B01D 39/2062 (2013.01)
B01D 35/30 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0081646
(22) 출원일자 2019년07월05일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
최유승
서울특별시 금천구 가산디지털1로 51 LG전자 특허센터
우수혜
서울특별시 금천구 가산디지털1로 51 LG전자 특허센터
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
허용록

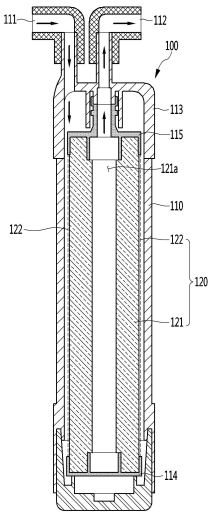
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **활성탄의 표면개질 방법 및 정수기용 필터**

(57) 요 약

본 발명에 따른 표면개질 활성탄 제조방법은, 챔버에 활성탄을 투입하는 투입단계와, 오존발생장치에서 생성된 오존을 상기 챔버의 내부로 주입하고, 상기 챔버에 압력이 인가되는 주입단계와, 상기 챔버에 오존이 주입되고, 압력이 인가된 상태에서, 상기 챔버에 투입된 활성탄의 표면의 개질이 진행되는 개질단계를 포함한다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
C01B 32/354 (2021.01)
(72) 발명자
이상덕
서울특별시 금천구 가산디지털1로 51 LG전자 특허센터
김성황
서울특별시 은평구 증산동 170-3 현대빌라 502호
박수진
서울특별시 강남구 역삼로 307 역삼아이파크 203동 604호
성동범
경기도 용인시 기흥구 동백평촌로 43 1207동 201호
손영래
경기도 용인시 기흥구 사은로126번길 10 민속마을 쌍용아파트 113동 901호

명 세 서

청구범위

청구항 1

정수기용 필터에 포함된 카본블럭에 주재료로 혼합되는 활성탄의 표면개질 방법에 있어서,

챔버에 활성탄을 투입하는 투입단계;

오존발생장치에서 생성된 오존을 상기 챔버의 내부로 주입하고, 상기 챔버에 압력이 인가되는 주입단계;

상기 챔버에 오존이 주입되고, 압력이 인가된 상태에서, 상기 챔버에 투입된 활성탄의 표면의 개질이 진행되는 개질단계를 포함하는 활성탄의 표면개질 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 챔버로 투입되는 활성탄은,

총 기공부피 중, 미세기공(micro pore)의 부피가 85~95% 이거나,

총 기공부피 중, 중형기공(meso pore)의 부피가 5~15% 범위인 활성탄의 표면개질 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 챔버로 투입되는 활성탄은,

10㎜이하의 두께를 구비하는 활성탄의 표면개질 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 오존발생장치는, 산소를 원료로하여, 오존을 발생하는 활성탄의 표면개질 방법.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 오존발생장치는, 산소가 90%이상의 비율인 산소봄베를 원료로하여, 오존을 발생하는 활성탄의 표면개질 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 투입단계 또는 상기 주입단계에서,

상기 챔버의 내부에는 고순도 산소가스가 10분 내지 60분 동안 유입되는 활성탄의 표면개질 방법.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 주입단계에서,

상기 오존발생장치로 유입되는 산소는, 0.2 내지 5 L/min의 범위를 유지하는 활성탄의 표면개질 방법.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 주입단계에서,

상기 오존발생장치 내 방전관의 내부압력은, 0.001 내지 0.1 MPa의 범위를 유지하는 활성탄의 표면개질 방법.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 챔버는, 내부와 연통하는 배출관 및 상기 배출관을 개폐하는 밸브를 더 포함하고,

상기 주입단계 및 개질단계에서, 상기 배출관은 닫힌 상태를 유지하는 활성탄의 표면개질 방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 배출관은, 테플론, 폴리프로필렌, SUS, 고무 중 선택된 어느 하나의 재질로 이루어진 활성탄의 표면개질 방법.

청구항 11

제 1항에 있어서,

상기 주입단계에서,

상기 오존발생장치 내 방전관의 내부압력은, 0.001 내지 0.1 MPa의 범위를 유지하는 활성탄의 표면개질 방법.

청구항 12

제 1항에 있어서,

상기 개질단계에서,

상기 챔버는 밀폐된 상태를 유지하는 활성탄의 표면개질 방법.

청구항 13

제 1항에 있어서,

상기 개질단계에서,

상기 챔버 내부의 오존압력은 0.05 내지 1.5 bar의 범위를 유지하는 활성탄의 표면개질 방법.

청구항 14

제 1항에 있어서,

상기 개질단계는, 60분 내지 300분 동안 진행되는 활성탄의 표면개질 방법.

청구항 15

유입구와 유출구가 구비된 필터 하우징;

상기 필터 하우징 내에 구비되어, 상기 유입구를 통해 유입된 물을 정수하여 상기 유출구로 공급하는 필터모듈을 포함하되,

상기 필터모듈은, 상기 제 1항 내지 제 14항 중 선택된 적어도 어느 하나의 항에 따른 방법으로 표면개질이 이루어진 활성탄이 혼합된 카본블럭을 포함하는 정수기용 필터.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 카본블럭에 주재료로 혼합되는 활성탄의 표면개질 방법 및 표면개질된 활성탄이 혼합된 카본블럭을 포함하는 정수기용 필터에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 정수기는 수돗물이나 지하수와 같은 원수를 정수하는 장치를 말한다. 즉, 다양한 정수방법을 통하여 원수를 음용수로 전화하여 제공하기 위한 장치를 말한다.

[0004] 정수를 생성하기 위해서는, 침전, 여과 그리고 살균 등의 과정을 거칠 수 있으며, 이러한 과정 등을 통해 유해물질이 제거됨이 일반적이다.

[0005] 일반적으로, 정수기에는 원수를 정수하기 위하여 다양한 필터들이 구비될 수 있다. 이러한 필터들은 그 기능에 따라 세디먼트 필터, 활성탄 필터, UF 중공사막 필터, RO 멤브레인 필터 등으로 구분될 수 있다.

[0006] 상기 세디먼트 필터는 원수 내의 입자가 큰 오염물이나 부유물을 침전시키기 위한 필터라 할 수 있으며, 활성탄 필터는 입자가 작은 오염물, 잔류 염소, 휘발성 유기 화합물이나 냄새 발생 인자들을 흡착하여 제거하기 위한 필터라 할 수 있다.

[0007] 또한, 상기 활성탄 필터는 일반적으로 두 개 구비될 수 있다. 즉, 원수 측에 구비되는 프리 활성탄 필터(pre carbon filter)와 정수 측에 구비되는 포스트 활성탄 필터(post carbon filter)로 구비될 수 있다. 상기 포스트 활성탄 필터는 주로 정수의 맛에 영향을 미치는 냄새 유발 물질을 제거하여 물맛을 향상시키기 위하여 구비될 수 있다.

[0008] 또한, UF 중공사막 필터와 RO 멤브레인 필터는 양자가 선택적으로 사용됨이 일반적이다.

[0009] 최근 정수기의 수요가 현저히 증가되고 있다. 따라서, 다양한 요구 조건이 발생되고 이를 동시에 만족시키기 어려운 문제가 있다.

[0010] 일례로, RO 멤브레인 필터를 적용하는 중금속의 제거가 가능하나, 정수 유량을 확보하기 어려운 문제가 있다. 즉, 원하는 만큼의 정수량을 얻기 위해서 많은 시간이 소요되는 문제가 있다.

[0011] 반면, UF 중공사막 필터의 경우, 고유량 확보는 가능하나, 수중의 중금속 제거가 어렵기 때문에 지하수 또는 오염 지역의 수돗물을 원수로 사용하기 어려운 문제가 있다.

[0012] 따라서, 중금속 제거와 고유량 확보는 서로 모순되는 문제로 인식될 수밖에 없었다. 왜냐하면, 중금속 제거를 위해 RO 멤브레인 필터 사용 시 고유량의 확보가 어렵고, 고유량 확보를 위해 UF 중공사막 필터 사용 시 중금속 제거가 어려워지기 때문이다.

[0013] 또한, 종래의 경우, 수중의 중금속 중 비소(As), 세레늄(Se), 납(Pb), 알루미늄(Al), 수은(Hg), 크롬(Cr), 철(Fe), 동(Cu)을 포함한 총 8종의 제거를 주목적으로 중금속 제거 필터가 제작되어 왔다.

[0014] 그러나, 최근에는 상기 8종은 물론, 수중의 카드뮴(Cd), 망간(Mn), 아연(Zn)을 포함한 11종의 제거까지 필요한 상황에 놓였다.

[0015] 하지만, 종래 정수기 필터의 경우, 고유량을 확보하면서, 상기 8종의 중금속을 완벽하게 제거하기에 역부족인 것은 물론, 수중의 카드뮴(Cd), 망간(Mn), 아연(Zn) 등의 제거가 전혀 이루어지지 않고 있는 문제가 있다.

[0016] 또한, 종래의 경우, 표면처리 되지 않은 미세기공 활성탄과 중금속 제거소재 및 바인더를 적용하여 카본블럭을 구현하였다.

[0017] 상기 활성탄은 소독부산물(클로로포름), 잔류염소, 맛, 냄새성분을 제거하는 역할을 한다.

[0018] 그러나, 표면처리 되지 않은 활성탄은 중금속 제거 효과가 미비하다.

[0019] 상세히, 활성탄은 그 표면이 소수성이기 때문에 물 분자를 흡착하기 어려우며, 이에 따라 중금속 종류에 따라 일체 제거되지 않거나 굉장히 낮은 제거율을 나타낸다.

[0020] 즉, 종래의 경우, 활성탄의 표면처리가 이루어지지 않아, 중금속 제거 효과가 미비하고, 중금속 종류에 따라, 일체 제거되지 않거나, 낮은 제거율을 나타내는 문제가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0022] 본 발명은 상기되는 문제를 해소하여, 활성탄을 산화시키고, 활성탄의 산소함량을 증가시켜, 활성탄 표면에서의 산소작용기를 증가시킬 수 있는 활성탄의 표면개질 방법 및 표면개질이 이루어진 활성탄을 포함하는 정수기용 필터를 제공한다.

[0023] 본 발명은, 동일한 체적을 유지하면서, 수중 중금속 제거성능을 향상시킬 수 있는 활성탄의 표면개질 방법 및 표면개질이 이루어진 활성탄을 포함하는 정수기용 필터를 제공한다.

[0024] 본 발명은, 수중의 카드뮴(Cd), 망간(Mn), 아연(Zn)을 포함한 수중의 중금속을 효과적으로 제거할 수 있는 정수기용 필터를 제공한다.

[0025] 본 발명은 처리용량을 확보하면서, 수중의 납, 수은, 비소, 철, 알루미늄, 구리 등의 중금속 제거가 가능한 정수기용 필터를 제공한다.

[0026] 본 발명은 최소 9종의 중금속을 제거할 수 있는 정수기용 필터를 제공한다.

[0027] 본 발명은 정수기에 적용된 필터의 형상이나 배치 구조를 변경하지 않고, 기존의 정수기에 곧바로 적용 가능한 정수기용 필터를 제공한다.

[0028] 본 발명은 이종의 필터를 하나의 필터하우징에 종방향으로 배치하여 필터의 부피를 줄임으로써 공간 활용도를 높일 수 있는 정수기용 필터를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0030] 본 발명에 따른 활성탄의 표면개질 방법은, 챔버에 활성탄을 넣고, 오존가스를 주입한 상태에서, 소정의 시간동안 압력을 가하는 방식으로 진행된다.

[0031] 본 발명에 따른 활성탄의 표면개질 방법은, 미세기공 또는 중형기공이 발달된 활성탄에 반응성이 강한 오존을 도입하여 활성탄 표면을 산화시켜 활성탄 표면에 산소작용기를 형성시고, 물속에서 중금속 제거성능을 향상시킨다.

[0032] 본 발명에 따른 활성탄의 표면개질 방법은, 챔버에 활성탄을 투입하는 투입단계와, 오존발생장치에서 생성된 오존을 상기 챔버의 내부로 주입하고, 상기 챔버에 압력이 인가되는 주입단계와, 상기 챔버에 오존이 주입되고, 압력이 인가된 상태에서, 상기 챔버에 투입된 활성탄의 표면의 개질이 진행되는 개질단계를 포함한다.

[0033] 또한, 상기 챔버로 투입되는 활성탄은, 총 기공부피 중, 미세기공의 부피가 85~95% 이거나, 총 기공부피 중, 중형기공의 부피가 5~15% 범위이다.

[0034] 또한, 상기 챔버로 투입되는 활성탄은, 10㎜이하의 두께를 구비한다.

[0035] 또한, 상기 오존발생장치는, 산소를 원료로하여, 오존을 발생한다.

[0036] 또한, 상기 오존발생장치는, 산소가 90%이상의 비율인 산소봄베를 원료로하여, 오존을 발생한다.

[0037] 또한, 상기 투입단계 또는 상기 주입단계에서, 상기 챔버의 내부에는 고순도 산소가스가 10분 내지 60분 동안 유입된다.

[0038] 또한, 상기 주입단계에서, 상기 오존발생장치로 유입되는 산소는, 0.2 내지 5 L/min의 범위를 유지한다.

[0039] 또한, 상기 주입단계에서, 상기 오존발생장치 내 방전관의 내부압력은, 0.001 내지 0.1 MPa의 범위를 유지한다.

[0040] 또한, 상기 챔버는, 내부와 연통하는 배출관 및 상기 배출관을 개폐하는 밸브를 더 포함하고, 상기 주입단계 및 개질단계에서, 상기 배출관은 닫힌 상태를 유지한다.

[0041] 또한, 상기 배출관은, 테플론, 폴리프로필렌, SUS, 고무 중 선택된 어느 하나의 재질로 이루어진다.

[0042] 또한, 상기 주입단계에서, 상기 오존발생장치 내 방전관의 내부압력은, 0.001 내지 0.1 MPa의 범위를 유지한다.

[0043] 또한, 상기 개질단계에서, 상기 챔버는 밀폐된 상태를 유지한다.

[0044] 또한, 상기 개질단계에서, 상기 챔버 내부의 오존압력은 0.05 내지 1.5 bar의 범위를 유지한다.

[0045] 또한, 상기 개질단계는, 60분 내지 300분 동안 진행된다.

[0046] 본 발명에 따른 정수기용 필터는, 유입구와 유출구가 구비된 필터 하우징과, 상기 필터 하우징 내에 구비되어, 상기 유입구를 통해 유입된 물을 정수하여 상기 유출구로 공급하는 필터모듈을 포함한다.

[0047] 또한, 상기 필터모듈은, 상기된 방법으로 표면개질이 이루어진 활성탄이 혼합된 카본블럭을 포함한다.

발명의 효과

[0049] 본 발명에 따르면, 활성탄을 산화시키고, 활성탄의 산소함량을 증가시켜, 활성탄 표면에서의 산소작용기를 증가시킬 수 있는 효과가 있다.

[0050] 본 발명은, 동일한 체적을 유지하면서, 수중 중금속 제거성능을 향상시킬 수 있는 효과도 있다.

[0051] 또한, 수중의 카드뮴(Cd), 망간(Mn), 아연(Zn)을 포함한 수중의 중금속을 확실히 제거할 수 있는 효과가 있다.

[0052] 본 발명에 따르면, 처리용량을 확보하면서, 수중의 납, 수은, 비소, 철, 알루미늄, 구리 등의 중금속을 제거할 수 있는 효과가 있다.

[0053] 본 발명에 따르면, 최소 9종의 중금속을 제거할 수 있는 효과가 있다.

[0054] 본 발명에 따르면, 정수 과정이 복수의 필터에 의해 여러 번 진행되어, 중금속을 비롯한 각종 이물질의 제거가 보다 확실하게 진행될 수 있는 효과가 있다.

[0055] 본 발명에 따르면, 필터의 소재만을 변경하고, 정수기에 적용된 필터의 형상이나 배치 구조를 변경하지 않기 때문에, 기존의 정수기에 곧바로 적용할 수 있는 효과가 있다.

[0056] 본 발명에 따르면, 이종의 필터를 하나의 필터하우징에 종방향으로 배치하여 필터의 부피를 줄임으로써 공간 활

용도를 높일 수 있고, 나아가 정수기의 슬림화를 구현할 수 있는 효과도 있다.

도면의 간단한 설명

[0058] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 정수기의 수배관도이다.

도 2는 본 발명의 일부 구성요소인 필터 어셈블리를 개념적으로 보인 도면이다.

도 3은 본 발명의 일부 구성요소인 프리카본필터의 단면도이다.

도 4는 본 발명의 일부 구성요소인 복합필터의 단면도이다.

도 5는 개질전(pristine) 활성탄의 망간 제거율을 나타낸 표이다.

도 6은 개질전(pristine) 활성탄의 아연 제거율을 나타낸 표이다.

도 7은 개질전(pristine) MiAC 및 MeAC의 N_2 adsorption-desorption isotherms 분석 결과를 나타낸 그래프이다.

도 8은 개질전(pristine) MiAC 및 MeAC의 XPS survey scan 분석 결과를 나타낸 그래프이다.

도 9는 개질전(pristine) MiAC 및 MeAC의 탄소 및 산소 함량을 비교한 표이다.

도 10 내지 도 11은 오존처리 시간별 활성탄의 탄소 및 산소함량 변화를 비교한 표이다.

도 12 내지 도 14는 오존처리 시간별 활성탄의 중금속 제거율을 비교한 표이다.

도 15는, 2시간 오존처리한 중형기공 활성탄(oMeCA120)의 시간경과 별, 망간 제거율을 비교한 그래프이다.

도 16은 2시간 오존처리한 중형기공 활성탄(oMeCA120)의 시간경과 별, 아연 제거율을 비교한 그래프이다.

도 17은 개질전(pristine) 활성탄과, 개질후 활성탄의 탄소 및 산소 함량 분석 결과를 비교한 그래프이다.

도 18은 개질전(pristine) 활성탄과, 개질후 활성탄의 중금속 제거율을 비교한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0059] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시예를 상세하게 설명한다. 그러나 본 발명의 사상은 이하에 제시되는 실시예에 제한되지 아니하고, 본 발명의 사상을 이해하는 당업자는 동일한 사상의 범위 내에 포함되는 다른 실시예를 구성요소의 부가, 변경, 삭제, 및 추가 등에 의해서 용이하게 구현할 수 있을 것이나, 이 또한 본 발명 사상의 범위 내에 포함된다고 할 것이다.

[0060] 이하의 실시예에 첨부되는 도면은, 같은 발명 사상의 실시예이지만, 발명 사상이 훼손되지 않는 범위 내에서, 용이하게 이해될 수 있도록 하기 위하여, 미세한 부분의 표현에 있어서는 도면별로 서로 다르게 표현될 수 있고, 도면에 따라서 특정 부분이 표시되지 않거나, 도면에 따라서 과장되게 표현되어 있을 수 있다.

[0061] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 정수기의 수배관도이다.

[0062] 본 발명에 따른 정수기는 외부 급수원으로부터 직접 공급되는 물을 정수한 후 냉각 또는 가열시켜 취출시키기 위한 것으로, 일례로, 직수형 냉온 정수기일 수 있다.

[0063] 여기서, 직수형 정수기란 정수된 물이 저장되는 저수조가 없이 사용자의 정수 추출 동작시에 정수된 물이 추출되는 형태의 정수기를 말한다.

[0064] 또한, 본 발명에 따른 정수기는, 냉장고와 일체로 형성될 수 있다.

[0065] 또한, 본 발명에 따른 정수기는, 본체는 싱크대 하부에 설치되고, 출수구는 싱크대 외측에 설치되는 언더싱크형 정수기로 구비될 수 있다.

[0066] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 정수기는, 급수원으로부터 정수기의 출수구에 이르기까지 급수 라인(L)이 형성되며, 상기 급수 라인(L)에는 각종 밸브와 정수 부품이 연결될 수 있다.

[0067] 보다 상세하게는, 상기 급수 라인(L)은, 상기 급수원, 예컨대 가정의 수도꼭지 등에 연결되고, 상기 급수 라인(L)의 어느 지점에는 필터 어셈블리(17)가 배치되어, 상기 급수원으로부터 공급되는 음용수에 포함된 이물질이

여과된다.

[0068] 또한, 상기 필터 어셈블리(17)의 출구단에 연결되는 급수 라인(L)에는 급수 밸브(61)와 유량 센서(70)가 순차적으로 배치될 수 있다. 따라서, 상기 유량 센서(70)에 의하여 감지되는 공급량이 설정 유량에 도달하면 상기 급수 밸브(61)가 폐쇄되도록 제어될 수 있다.

[0069] 또한, 상기 유량 센서(70)의 출구단에서 연장되는 급수 라인(L)의 어느 지점에서 온수 공급용 급수 라인(L1)과, 냉수 공급용 급수 라인(L3) 및 냉각수 공급용 급수 라인(L2)이 분지될 수 있다.

[0070] 또한, 상기 유량 센서(70)의 출구단에서 연장되는 급수 라인(L)의 단부에는 정수 출수 밸브(66)가 장착되고, 상기 온수 공급용 급수 라인(L1)의 단부에는 온수 출수 밸브(64)가 장착될 수 있다. 그리고, 상기 냉수 공급용 급수 라인(L3)의 단부에는 냉수 출수 밸브(65)가 장착될 수 있고, 상기 냉각수 공급용 급수라인(L2)의 어느 지점에는 냉각수 밸브(63)가 장착될 수 있다. 상기 냉각수 밸브(63)는 냉수 생성 유닛(20)으로 공급되는 냉각수의 양을 조절한다.

[0071] 또한, 상기 온수 출수 밸브(64)와, 상기 냉수 출수 밸브(65) 및 상기 정수 출수 밸브(66)의 출구단에서 연장되는 급수 라인은 모두 상기 출수구에 연결된다. 그리고, 도시된 바와 같이, 상기 정수, 냉수 및 온수가 단일의 취출구에 연결되도록 구성될 수도 있고, 경우에 따라서는 독립된 취출구들에 각각 연결되도록 구성될 수도 있다.

[0072] 이하, 냉수 및 온수 공급과정에 대해 설명하기로 한다.

[0073] 먼저, 냉수의 경우, 냉각수 밸브(63)가 열려 냉수 생성 유닛(20)으로 냉각수가 공급되면, 냉수 생성 유닛(20)을 통과하는 냉수 공급용 급수 라인(L3)의 물이 냉각수에 의해 냉각되면서 냉수가 생성된다.

[0074] 이때, 상기 냉각수 공급용 급수라인(L2)에는 냉각수를 냉각시키는 냉매 사이클을 구비할 수 있다. 상기 냉매 사이클은 압축기, 응축기, 팽창변, 증발기 등을 포함할 수 있다.

[0075] 이후, 조작표시부의 냉수선택 버튼을 눌러 상기 냉수 출수 밸브(65)가 개방되면 상기 출수구를 통하여 냉수가 취출될 수 있다.

[0076] 한편, 온수의 경우, 온수 공급용 급수 라인(L1)을 따라 흐르는 물이 온수 히터(30)에 의해 가열되면서 온수가 생성되고, 상기 조작표시부의 온수선택 버튼을 눌러 상기 온수 출수 밸브(64)가 개방되면 상기 출수구를 통하여 온수가 취출될 수 있다.

[0077] 상기와 같은 구성을 갖는 본 발명의 일 실시예에 따른 정수기는 원수로부터 정수를 생성하기 위하여 적어도 하나 이상의 정수기 필터를 포함한다. 상기 정수기 필터에 대해서는 후술된 설명을 참조하기로 한다.

[0078] 이하에서는, 본 발명의 일 실시예에 따른 정수기용 필터에 대해서 설명하기로 한다.

[0079] 도 2는 본 발명의 일부 구성요소인 필터 어셈블리를 개념적으로 보인 도면이다. 그리고, 도 3은 본 발명의 일부 구성요소인 프리카본필터의 단면도이다. 그리고, 도 4는 본 발명의 일부 구성요소인 복합필터의 단면도이다.

[0080] 도 2 내지 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 정수기용 필터(이하, 필터 어셈블리)는 중공관 형태의 카본블럭(121)이 내장된 프리카본필터(100) 및 복수의 중공사막(220)이 내장된 중공사막필터(200) 및 중공관 형태의 제2카본블럭(320)이 내장된 포스트카본필터(300) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0081] 일 예로, 필터 어셈블리(17)는 프리카본필터(100), 중공사막필터(200), 포스트카본필터(300)를 모두 포함할 수 있다.

[0082] 먼저, 상기 프리카본필터(100)는 필터하우징(110)과 필터모듈(120)을 포함한다.

[0083] 상기 필터하우징(110)은 유입구(111)와 유출구(112)를 포함하여 이루어진다. 즉, 유입구(111)를 통해 정수가 필요한 물이 유입되고, 유출구(112)를 통해 정수가 완료된 물이 토출된다. 따라서, 물은 유입구(111)와 유출구(112) 사이를 유동하면서 그 사이에 배치된 필터모듈(120)에 의해 정수된다.

[0084] 또한, 상기 필터 하우징(110)은 내부에 필터모듈(120)이 수용되는 공간부를 형성하고, 유입구(111) 및 유출구(112)가 형성된 상부캡(113)을 포함할 수 있다. 이때, 상기 필터 하우징(110)의 공간부는 상기 상부캡(113)의 유입구(111) 및 유출구(112)를 통해 외부와 연통이 가능하다.

[0085] 상기와 같이 상부캡(113)이 구비되면, 상부캡(113)을 열고 필터 하우징(110)의 공간부에 필터모듈(120)을 손쉽

게 장착할 수 있고, 필터 하우징(110)에 수용된 필터모듈(120)을 손쉽게 교체할 수도 있다.

[0086] 상기 유입구(111)를 통해서 필터하우징(110)의 내부로 유입된 물은 필터모듈(120)을 거치면서 정화될 수 있다. 즉, 수돗물 등의 원수에 포함된 이물질(예를 들어, 중금속) 등이 상기 필터모듈(120)을 통과하면서 제거될 수 있다.

[0087] 본 실시예에 따르면, 수중 중금속 제거 효과가 탁월한 정수기용 필터를 제공할 수 있다.

[0088] 이를 위하여, 상기 필터모듈(120)은 활성탄, 바인더 소재를 혼합하여, 형성될 수 있다.

[0089] 또한, 상기 필터모듈(120)은 중금속 제거성능을 높이기 위해서, 수산화철, 티타늄산화물 소재를 추가로 혼합할 수도 있다.

[0090] 상기 필터모듈(120)은 상기와 같은 각 소재를 혼합한 뒤, 중공의 블럭 형태로 성형하여 제조된 카본블럭(121)을 포함할 수 있다.

[0091] 일 예로, 상기 카본블럭(121)은, 활성탄 40~50중량%, 바인더 5~15중량%,수산화철 10~20중량%, 티타늄산화물 30~40중량%를 혼합하여 제조될 수 있다.

[0092] 상기 티타늄산화물은, 이산화티타늄 또는 사산화티타늄 등으로 구비될 수 있다.

[0093] 따라서, 중금속이 포함된 물이 상기 필터모듈(120)을 거치면, 수중의 중금속이 제거될 수 있다.

[0094] 또한, 상기 활성탄은 입상 또는 분말의 형태로 포함될 수 있다. 상기와 같이 카본블럭(121)이 활성탄을 포함할 경우, 카본블럭(121)은 수중의 중금속을 제거함과 동시에 수중의 잔류 염소 성분까지 효과적으로 제거할 수 있다. 이에 따라 물맛 또한 향상될 수 있다.

[0095] 뿐만 아니라, 상기 활성탄에 의해 수중의 클로로포름($CHCL_3$) 또한 효과적으로 제거될 수 있다.

[0096] 상기, 바인더는 활성탄과 티타늄산화물(일 예로, Na_4TiO_4) 및 수산화철(Ferric Hydroxide)을 서로 연결하고, 강성을 부여하기 위해 혼합된다.

[0097] 상기 바인더의 구성으로, 활성탄과 티타늄산화물(일 예로, Na_4TiO_4) 및 수산화철(Ferric Hydroxide)은 강성을 갖는 블럭 형태로 가공될 수 있다.

[0098] 일례로, 상기 필터모듈(120)은 전술한 소재들은 균일하게 섞은 후 금형에 넣어 가열함으로써 형성될 수 있다. 금형 내에서 가열에 의해 바인더(예를 들어, 폴리에틸렌,PE)가 용융되어 활성탄과 티타늄산화물(일 예로, Na_4TiO_4) 및 수산화철(Ferric Hydroxide)이 결합된다. 따라서, 전체적으로 강성을 갖는 블럭형태의 카본블럭(121)이 형성될 수 있다.

[0099] 한편, 일반적으로 정수기에는, 수중의 중금속 및 각종 이물질을 제거하기 위해 여러 개의 필터가 이미 설치되어 있으며, 필터가 여러 개 설치되면, 정수 성능은 확보될 수 있지만, 정수 유량이 감소할 수 밖에 없다.

[0100] 또한, 기존의 정수기에는 필터를 설치할 공간이 한정되어 있어, 새로운 필터를 추가하는 것이 용이하지 않으며, 정수기에 설치된 각각의 필터(예를 들어, 활성탄 필터)는 기본적으로 정수 성능을 향상시키기 위한 개별적인 기능을 구비하므로, 새로운 필터의 추가를 위해 기존의 필터를 생략하는 것도 바람직하지 않다.

[0101] 본 발명의 경우, 카본블럭(121)에 혼합된 활성탄은 후술되는 방법에 의해, 표면이 개질된 상태이다. 따라서, 중금속 제거 성능을 높일 수 있다. 상기 활성탄의 표면개질 방법에 대해서는 후술하기로 한다.

[0102] 따라서, 기존에 정수기에 설치된 활성탄 필터로서의 고유 기능 및 효과는 유지하면서, 필터의 개수 증가 없이 수중의 중금속까지 제거할 수 있게 된다. 또한, 필터의 개수가 증가되지 않기 때문에 정수 유량 감소를 방지할 수 있다.

[0103] 이하, 상기와 같은 활성탄의 표면개질 방법에 대해 설명한다.

[0104] 본 발명에 따른 활성탄의 표면개질 방법은, 챔버에 활성탄을 투입하는 투입단계와, 오존발생장치에서 생성된 오존을 상기 챔버의 내부로 주입하고, 상기 챔버에 압력이 인가되는 주입단계와, 상기 챔버에 오존이 주입되고, 압력이 인가된 상태에서, 상기 챔버에 투입된 활성탄의 표면의 개질이 진행되는 개질단계를 포함한다.

[0105] 또한, 상기 챔버로 투입되는 활성탄은, 총 기공부피 중, 미세기공의 부피가 85~95% 범위에 해당되거나, 총 기공

부피 중, 중형기공의 부피가 5~15% 범위에 해당될 수 있다.

[0106] 일 예로, 상기 챔버로 투입되는 활성탄은, 총 기공부피 중, 미세기공의 부피가 약 90% 이고, 중형기공의 부피가 약 10% 범위에 해당될 수 있다.

[0107] 또한, 상기 챔버로 투입되는 활성탄은, 10㎜이하의 두께를 구비할 수 있다.

[0108] 또한, 상기 활성탄은, 금속, 유리, 도가니, 플라스틱 용기에 담긴 상태로, 챔버에 수용된 상태에서, 상기 챔버로 투입될 수 있다.

[0109] 상기와 같이 챔버의 내부로, 활성탄이 투입되면, 오존발생장치에서, 산소를 원료로하여, 오존을 생성한다.

[0110] 이때, 상기 오존발생장치는, 산소가 90% 이상의 비율인 산소봄베(oxygen bombe)를 원료로하여, 오존을 발생할 수 있다.

[0111] 그리고, 상기 오존발생장치에서 생성된 오존을 활성탄이 투입된 챔버로 주입한다.

[0112] 그리고, 챔버에 오존(O_3)이 채워지고 챔버에는 내압이 형성된다.

[0113] 그리고, 오존(O_3)에 의해서, 내압이 유지된 상태, 즉 가압상태를 설정시간 동안 유지하여, 활성탄 표면을 오존으로 개질한다.

[0114] 또한, 상기 투입단계 또는 상기 주입단계에서, 상기 챔버의 내부에는 고순도 산소가스가 10분 내지 60분 동안 유입될 수 있다.

[0115] 즉, 활성탄의 표면 개질이 보다 활발하게 진행되도록, 상기 투입단계 또는 상기 주입단계에서, 상기 챔버의 내부에 고순도 산소가스를 주입하여, 산소분위기를 조성할 수 있다.

[0116] 또한, 상기 주입단계에서, 상기 오존발생장치로 유입되는 산소는, 0.2 내지 5 L/min의 범위를 유지할 수 있다.

[0117] 일 예로, 오존을 챔버에 도입할 때, 산소유량계의 설정 범위를 0.2 내지 5 L/min으로 설정하여 오존을 유입시킬 수 있다.

[0118] 또한, 상기 주입단계에서, 상기 오존발생장치 내 방전관의 내부압력은, 0.001 내지 0.1 MPa의 범위를 유지하면서, 오존을 주입할 수 있다.

[0119] 또한, 상기 챔버는, 내부와 연통하는 배출관 및 상기 배출관을 개폐하는 밸브를 더 포함하고, 상기 주입단계 및 개질단계에서, 상기 배출관은 닫힌 상태를 유지할 수 있다.

[0120] 상기 배출관은, 테플론, 폴리프로필렌, SUS, 고무 중 선택된 어느 하나의 재질로 이루어질 수 있다.

[0121] 또한, 상기 개질단계에서, 상기 챔버는 밀폐된 상태를 유지할 수 있다.

[0122] 즉, 상기 주입단계 및 개질단계에서, 챔버 내 오존 압력을 가하는 방법으로 테플론, 폴리프로필렌, SUS, 고무 중 한 종류의 재질로 구성된 오존(O_3) 가스 배출관에 밸브를 설치하고 밸브를 닫아 압력을 가할 수 있다.

[0123] 또한, 상기 개질단계에서, 상기 챔버 내부의 오존압력은 0.05 내지 1.5 bar의 범위를 유지할 수 있다.

[0124] 일 예로, 상기 챔버 내부의 오존압력은 약 1 bar를 유지할 수 있다.

[0125] 또한, 상기 개질단계는, 60분 내지 300분 동안 진행될 수 있다.

[0126] 이하, 표면개질 여부에 따른 활성탄의 성분 및 중금속 제거 성능을 비교한다.

[0127] 이하의 설명에서, 활성탄은 정수기 필터에 사용되는 기존 미세기공이 발달된 활성탄 및 중형기공이 발달된 활성탄(CABOT Norit, KB EVN)을 포함한다.

[0128] 그리고, 오존처리를 하지 않은 개질전(pristine) 미세기공 활성탄 및 중형기공 활성탄을 각각 'MiAC' 및 'MeAC'로 표시한다.

[0129] 상기 'MiAC' 는 미세기공(micro pore)이 발달되어, 미세기공(micro pore)의 부피가 높은 활성탄을 의미한다.

[0130] 또한, 'MeAC' 는 중형기공(meso pore)이 발달되어, 중형기공(meso pore)의 부피가 높은 활성탄을 의미한다.

[0131] 먼저, 오존처리된 활성탄의 중금속 제거성능을 측정하기에 앞서, 오존처리를 하지 않은 개질전(pristine) MiAC

및 MeAC의 시간에 따른 망간, 아연 제거성능을 먼저 측정하였다.

[0132] 도 5는 표면개질이 진행되지 않은 활성탄의 망간 제거율을 나타낸 표이다. 도 6은 표면개질이 진행되지 않은 활성탄의 아연 제거율을 나타낸 표이다.

[0133] 도 5를 참조하면, 개질전(pristine) MiAC의 경우 30초 동안 미량의 망간 제거율을 보인다. 하지만, 시간이 지남에 따라 제거율이 오히려 감소하였으며 이내 제거효율이 없는 결과를 보였다.

[0134] 이는 초반에 기공에 의한 물리적 흡착이 발생하였으나 시간이 지남에 따라 지속적인 교반작용으로, 흡착되었던 망간 이온이 다시 이탈되면서 제거효율이 감소하였다.

[0135] 한편, 개질전(pristine) MeAC의 경우 MiAC보다 높은 망간 제거율을 보였다. 그러나, 시간이 지남에 따라 지속적인 교반작용으로 흡착되었던 망간 이온이 다시 이탈되면서 제거효율이 감소하였다.

[0136] 도 6을 참조하면, 개질전(pristine) MiAC 및 MeAC의 아연에 대한 제거특성은 망간보다 높은 효율을 보인다. 망간 및 아연 두 중금속에 대해 MeAC가 MiAC보다 높은 제거율 특성을 나타내었으며 이는 직경이 큰 기공을 갖는 소재의 기공특성에 의한 결과이다.

[0137] 수중에서 중금속 이온이 단독이온으로 존재하지 않고 수화된 형태로 존재하기 때문에 실제 수화된 중금속 이온의 경우, 그 크기가 크다. 따라서 중금속 이온을 흡착을 통해 제거하는 경우에는 직경이 2 ~ 50 nm인 중형기공을 갖는 소재일수록 중금속 제거에 효과적이다.

[0138] 또한, 개질전(pristine) MiAC 및 MeAC의 기공특성 및 표면화학 특성을 N_2 adsorption-desorption isotherm 분석 및 XPS 분석을 통해 평가하였으며 그 결과는 아래 그림 및 표에 도시된 바와 같다.

[0139] 도 7은 개질전(pristine) MiAC 및 MeAC의 N_2 adsorption-desorption isotherms 분석 결과를 나타낸 그래프이다. 그리고, 도 8은 개질전(pristine) MiAC 및 MeAC의 XPS survey scan 분석 결과를 나타낸 그래프이다. 그리고, 도 9는 개질전(pristine) MiAC 및 MeAC의 탄소 및 산소 함량을 비교한 표이다.

[0140] 도 7 내지 도 9를 참조하면, 개질전(pristine) MiAC는 미세기공이 발달된 활성탄으로 비표면적은 1205 m^2/g, 미세기공부피는 0.585 cm^3/g, 중형기공부피는 0.042 cm^3/g을 갖는다. 또한, 탄소 함량이 94.2 at%, 산소 함량이 5.8 at%이다.

[0141] 또한, 개질전(pristine) MeAC는 중형기공이 발달된 활성탄으로 비표면적은 1856 m^2/g, 미세기공부피는 0.730 cm^3/g, 중형기공부피는 1.080 cm^3/g을 갖는다. 또한, 탄소 함량이 89.1 at%, 산소 함량이 10.9 at%이다. 그리고, MiAC보다 높은 기공특성을 가지며, 산소 함량도 비교적 높기 때문에 망간 및 아연 제거 효과가 더 높다.

[0142] 이하, 오존처리된 활성탄, 즉 표면개질 활성탄의 성분 변화 및 중금속 제거율을 비교한다.

[0143] 아래의 설명에서, 오존처리를 하지 않은 미세기공 활성탄 및 중형기공 활성탄을 각각 'MiAC' 및 'MeAC'로 표시하되, 10, 30, 60, 120분 등 시간에 따라 오존처리된 활성탄은 명칭 앞에 'o'를 붙이고 시간의 숫자를 명칭 뒤에 붙여 표시하였다.

[0144] 예를 들어, MiAC(Micro Activated Carbon) 및 MeAC(Meso Activated Carbon)에 120분 동안 오존처리 한 샘플은 각각 'oMiAC120' 및 'oMeAC120'으로 표시할 수 있다.

[0145] 먼저, 오존처리된 시간에 따라, MiAC 및 MeAC의 탄소 및 산소함량을 XPS 분석을 통해 도출하였으며 그 결과는 도 10 내지 도 11과 같다.

[0146] 도 10 내지 도 11은 오존처리 시간 별 oMiAC 및 oMeAC의 탄소 및 산소함량 변화를 비교한 표이다.

[0147] 참고로, 도 10에서, 실시예 1 내지 실시예 7은, 10mm의 두께를 갖는 MiAC를 챔버에 넣고, 산소유량 4L/min, 오존 방전관압력 0.05MPa, 챔버 오존압력 1bar인 상태에서, 오존처리시간을 다르게 한 결과, MiAC의 원소함량 변화 및 중금속 제거율을 측정한 결과이다.

[0148] 또한, 도 10에서, 실시예 8 내지 실시예 15는, 10mm의 두께를 갖는 MeAC를챔버에 넣고, 산소유량 4L/min, 오존 방전관압력 0.05MPa, 챔버 오존압력 1bar인 상태에서, 오존처리시간을 다르게 한 결과, MeAC의 원소함량 변화

및 중금속 제거율을 측정한 결과이다.

[0149] 또한, 도 10에서, 비교예 1은 오존처리가 미진행된 MiAC의 원소함량 변화 및 중금속 제거율을 측정한 결과이다.

[0150] 또한, 도 10에서, 비교예 2는 오존처리가 미진행된 MeAC의 원소함량 변화 및 중금속 제거율을 측정한 결과이다.

[0151] 도 10 내지 도 11을 참조하면, MiAC의 경우, 60분(도 10의 실시예 4 참조) 동안 오존처리한 샘플에서 산소함량이 최대로 증가했으며, MeAC의 경우, 120분(도 10의 실시예 12 참조) 동안 오존처리한 샘플에서 산소함량이 최대로 증가한 것을 확인할 수 있다.

[0152] 또한, 실시예 12에 따른 샘플, 즉 120분 동안 오존처리한 중형기공 활성탄(oMeAC120)의 경우, 비교예 2에 따른 샘플, 즉 미처리 중형기공 활성탄(MeAC) 대비, 산소 함량이 증가된 것을 확인할 수 있다.

[0153] 참고로, 도 17에는 도 10의 실시예 4와 실시예 12에 따른 샘플과, 오존처리하지 않은 샘플의 광전자분광기(X-ray photoelectron spectroscopy, XPS) 분석 결과를 그래프로 나타낸다.

[0154] 도 17을 참조하면, 실시예 4에 따른 샘플, 즉 60분 동안 오존처리한 미세기공 활성탄(oMiAC60)의 경우, 비교예 1에 따른 샘플, 즉 미처리 미세기공 활성탄(MiAC) 대비, 산소 함량이 증가된 것을 확인할 수 있다.

[0155] 또한, 오존처리된 시간 별, 활성탄의 망간, 아연 제거 효율을 비교하고 가장 효과적인 샘플을 우선적으로 확인하고자 30분 동안 망간, 아연 제거실험을 진행하였고 그 결과를 도 12 내지 도 14에 도시하였다.

[0156] 도 12 내지 도 14는 오존처리 시간 별 oMiAC 및 oMeAC의 중금속 제거율을 비교한 표이다.

[0157] 먼저, 망간의 경우, 미세기공 활성탄(oMiAC)은 1시간(60분) 오존처리한 oMiAC60이 최고 34.3%의 망간 제거율을 보였으며, 오존처리가 이루어지지 않은 샘플인 MiAC가 최대 6% 제거한 것에 비해 제거율이 6배 정도 향상된 것을 확인할 수 있다.

[0158] 또한, 중형기공 활성탄(oMeAC)는 2시간 오존처리한 oMeAC120이 최고 94.9%의 망간 제거율을 보였으며, 오존처리가 이루어지지 않은 샘플인 MeAC가 최대 약 30% 제거한 것에 비해 제거율이 3배 정도 향상된 것을 확인할 수 있다.

[0159] 한편, 아연의 경우, 미세기공 활성탄(oMiAC)는 1시간 오존처리한 oMiAC60이 최고 33.2%의 아연 제거율을 보였으며, 미처리 샘플인 MiAC가 최대 15% 제거한 것에 비해 제거율이 향상된 것을 확인할 수 있다.

[0160] 또한, 중형기공 활성탄(oMeAC)은 2시간 오존처리한 oMeAC120이 최고 97.5%의 아연 제거율을 보였으며, 미처리 샘플인 MeAC가 최대 약 38% 제거한 것에 비해 2.5배 이상 향상된 제거율을 보였다.

[0161] 따라서 미세기공(Micro pore)이 발달한 활성탄에 비해 중형기공(Meso pore)이 발달한 활성탄의 오존처리 효과가 뛰어나며, 중금속 제거효과도 급격히 향상됨을 확인할 수 있다.

[0162] 또한, 2시간 오존처리한 중형기공 활성탄(oMeAC) 'oMeAC120'의 시간에 따른 망간, 아연 제거실험을 진행하였으며 그 결과는 도 15 내지 도 16과 같다.

[0163] 도 15는, 2시간 오존처리한 중형기공 활성탄의 처리 시간 별, 망간 제거율을 비교한 그래프이다. 그리고, 도 16은 2시간 오존처리한 중형기공 활성탄의 처리 시간 별, 아연 제거율을 비교한 그래프이다.

[0164] 도 15 내지 도 16을 참조하면, oMeAC120의 경우, 미처리 샘플(MeAC)과 같이 빠른 시간 안에 높은 제거율을 유지하며, 미처리 샘플(MeAC) 대비, 2.5배 이상 제거효율이 향상된 것을 확인할 수 있다.

[0165] 도 18에는 도 10의 실시예 4와 실시예 12에 따른 샘플과, 오존처리하지 않은 샘플의 망간 및 아연 제거율을 나타낸 그래프이다.

[0166] 도 18을 참조하면, 실시예 4에 따른 샘플, 즉 60분 동안 오존처리한 미세기공 활성탄(oMiAC60)의 경우, 비교예 1에 따른 샘플, 즉 미처리 미세기공 활성탄(MiAC) 대비, 망간 및 아연 제거율이 향상된 것을 확인할 수 있다.

[0167] 또한, 실시예 12에 따른 샘플, 즉 120분 동안 오존처리한 중형기공 활성탄(oMeAC120)의 경우, 비교예 2에 따른 샘플, 즉 미처리 중형기공 활성탄(MeAC) 대비, 망간 및 아연 제거율이 향상된 것을 확인할 수 있다.

[0168] 한편, 다시 도 4를 참조하면, 중공사막필터(200) 및 포스트카본필터(300)가 구비되면, 필터 어셈블리(17)로 유입된 물이 프리카본필터(100), 중공사막필터(200) 및 포스트카본필터(300)를 거치면서, 여러 번 정수가 이루어져, 중금속을 비롯한 각종 이물질의 제거가 보다 확실하게 진행될 수 있는 효과가 있다.

[0169] 특히, 추가로 구비된 포스트카본필터(300)에 의해, 수중의 염소 성분 및 클로로포름($CHCL_3$)의 제거가 보다 확실히 이루어질 수 있다.

[0170] 본 실시예에서, 상기 중공사막필터(200) 및 포스트카본필터(300)는 하나의 필터 하우징(400) 내에 수용되어 복합필터를 구성할 수 있다. 이때, 상기 중공사막필터(200) 및 포스트카본필터(300)는 중공사막필터(200)를 통과한 물이 상기 포스트카본필터(300)를 통과하도록 일렬로 배치될 수 있다.

[0171] 상세히, 상기 중공사막필터(200)는 제1보조 필터 하우징(210) 및 중공사막(220)으로 구성되고, 포스트카본필터(300)는 제2보조 필터 하우징(310) 및 제2카본블럭(320)으로 구성된다. 그리고, 상기 보조 필터 하우징(210,310)은 필터 하우징(400)의 내측에 수용된다.

[0172] 상기와 같이, 중공사막필터(200)와 포스트카본필터(300)가 하나의 필터하우징(400)에 일렬로 배치되면, 여과 효율은 높이면서, 정수 유량은 유지할 수 있다.

[0173] 또한, 정수기에 형성된 필터 설치공간을 확장할 필요없이, 기존의 필터를 단순 교체하는 작업 만으로, 곧바로 적용할 수 있다.

[0174] 또한, 필터의 부피를 줄임으로써 공간 활용도를 높일 수 있고, 나아가 정수기의 슬림화를 구현할 수 있다.

[0175] 상기한 바에 따르면, 정수기로 유입된 원수는, 프리카본필터(100) 및 복합필터(200,300)를 통과하면서, 정화된다.

[0176] 상세히, 프리카본필터(100)로 유입된 원수는, 음이온 교환수지 부직포(122)를 통과하면서 1차 여과되고, 활성탄, 바인더,수산화철, 티타늄산화물이 혼합된 카본블럭(121)을 통과하면서 2차 여과된다. 그리고, 프리카본필터(100) 외부로 배출된다.

[0177] 상기와 같이 프리카본필터(100)에서 배출된 물은 복합필터(200,300)로 유입된다.

[0178] 복합필터(200,300)로 유입된 원수는, 중공사막필터(200)로 유입되고, 중공사막(220)을 통과하면서 3차 여과된다. 이후, 중공사막필터(200)에서 배출된 물은 포스트카본필터(300)로 유입되고, 카본필터(320)를 통과하면서, 4차 여과된 후, 포스트카본필터(300) 외부로 배출된다.

[0179] 따라서, 필터 어셈블리(17)로 유입된 원수는 상기와 같이 복수의 여과과정을 거치면서, 중금속 및 이물질이 제거된 정수의 상태 정화될 수 있다.

[0180] 참고로, 상기와 같이, 활성탄, 바인더,수산화철, 티타늄산화물이 혼합된 카본블럭(121)을 통과하면, 9종의 중금속, 즉 수은, 납, 구리, 알루미늄, 철, 카드뮴, 비소, 망간, 아연이 제거될 수 있다.

[0181] 상세히, 수은,납, 철, 알루미늄, 카드뮴, 비소 ,구리는 카본블럭(121) 내, 수산화철에 의해 제거되고, 망간, 아연의 경우, 카본블럭(121) 내, 티타늄산화물 에 의해 제거될 수 있다.

[0182] 뿐만 아니라, 본 발명의 경우, 카본블럭에 포함된 활성탄을 오존처리하여, 표면개질이 진행된 상태이다.

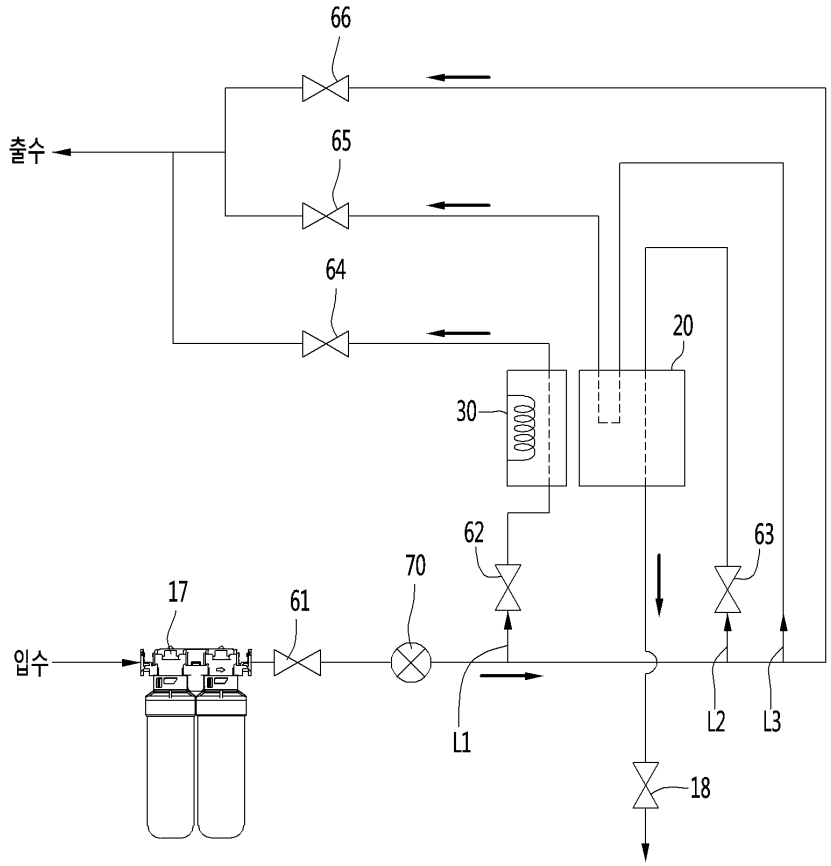
[0183] 따라서, 활성탄이 산화되면서, 활성탄 자체의 산소함량은 증가되고, 탄소함량은 줄어들게 된다.

[0184] 그리고, 산소함량 증가로 인해, 활성탄의 표면 작용기가 증가된다.

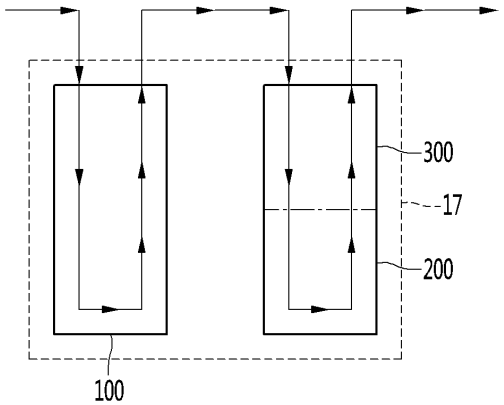
[0185] 그리고, 활성탄 표면에서의 중금속 이온 제거가 보다 활발히 진행되고, 결과적으로, 활성탄의 중금속 제거율이 증가될 수 있다.

도면

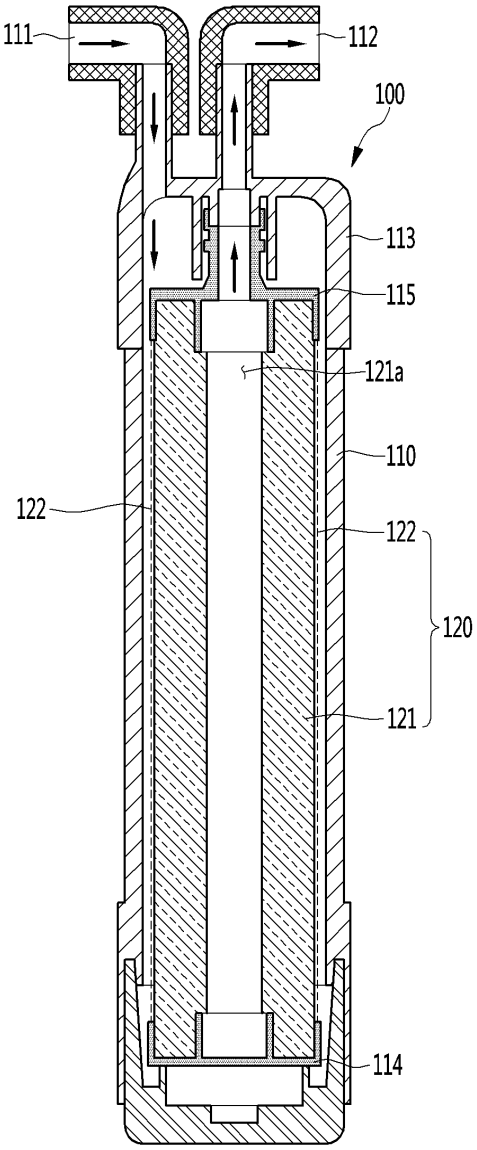
도면1



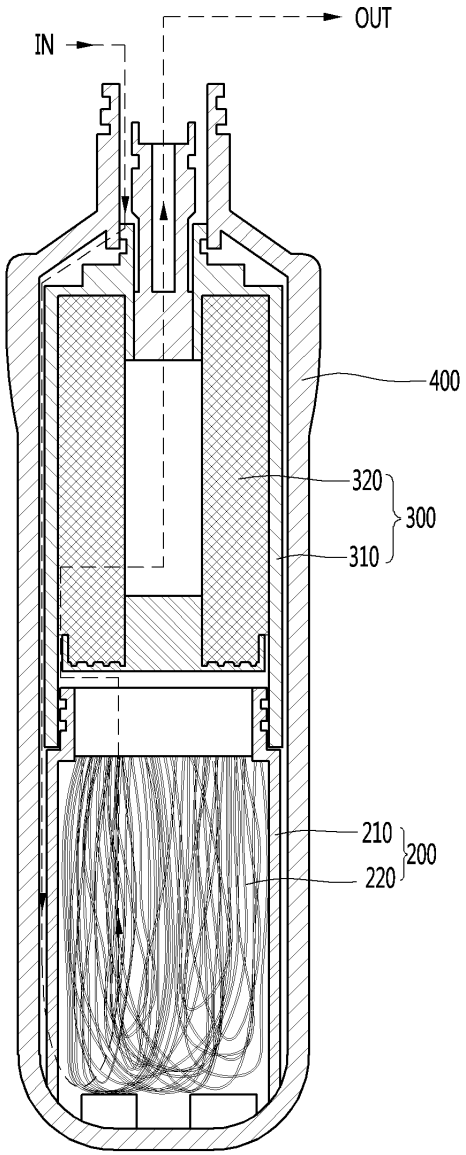
도면2



도면3



도면4



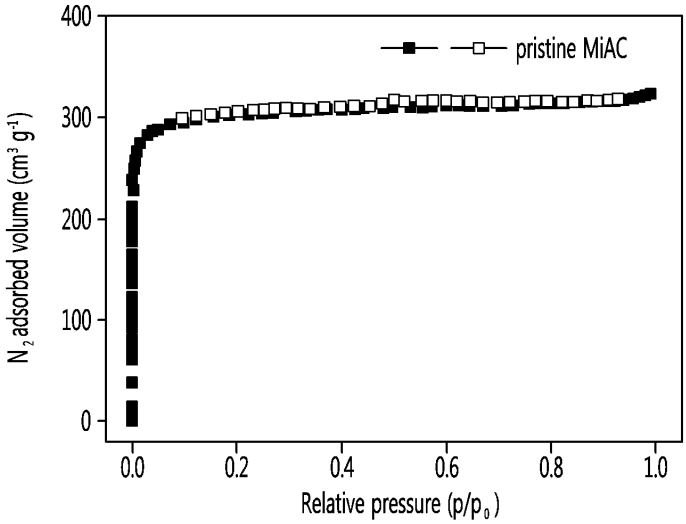
도면5

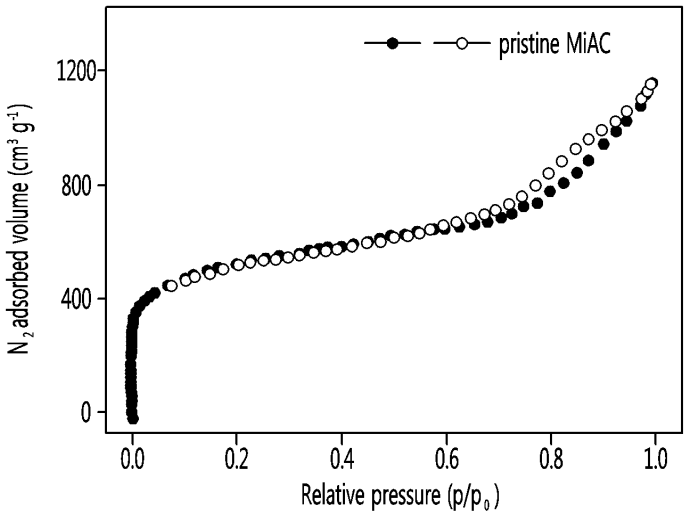
원소	샘플링	시간(s)	변화량 (ppm)	제거율 (%)
Mn	pristine MiAC	0	11.11 → 11.11	0
		30	11.11 → 10.38	6.57
		60	11.11 → 10.61	4.5
		180	11.11 → 10.72	3.51
		300	11.11 → 11.34	-
		600	11.11 → 11.46	-
	pristine MeAC	0	11.11 → 11.11	0
		30	11.11 → 7.769	30.1
		60	11.11 → 7.805	29.7
		180	11.11 → 8.384	24.5
		300	11.11 → 8.034	27.7
		600	11.11 → 8.258	25.7

도면6

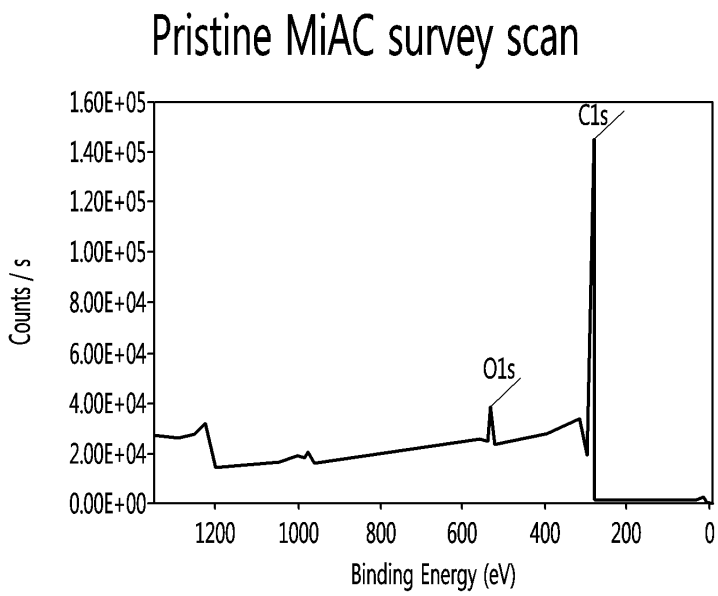
원소	샘플링	시간(s)	변화량 (ppm)	제거율 (%)
Zn	pristine MiAC	0	10.47 → 10.47	0
		30	10.47 → 9.471	9.54
		60	10.47 → 9.986	4.62
		180	10.47 → 9.579	8.51
		300	10.47 → 9.355	10.6
		600	10.47 → 8.88	15.2
	pristine MeAC	0	11.07 → 11.07	0
		30	11.07 → 6.885	37.8
		60	11.07 → 6.843	38.2
		180	11.07 → 7.035	36.4
		300	11.07 → 6.794	38.6
		600	11.07 → 6.891	37.8

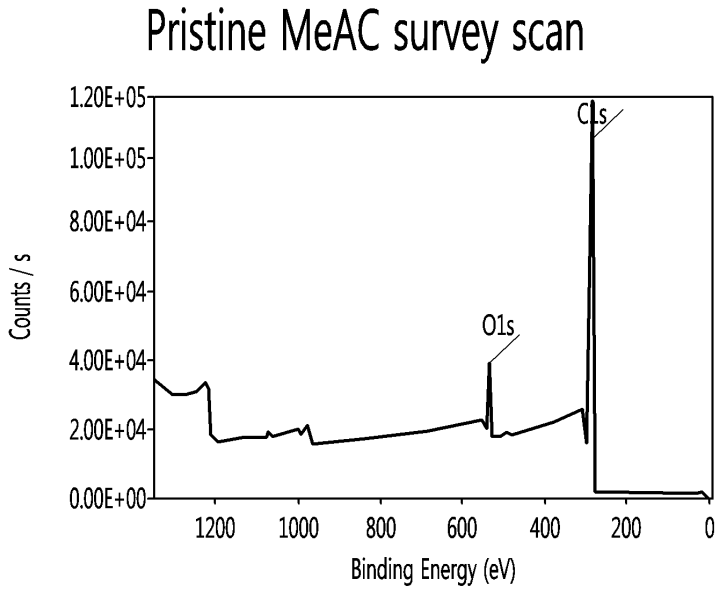
도면7


pristine MiAC
N2 adsorbed volume (cm3 g-1)
Relative pressure (p/p0)
0
100
200
300
400
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0


pristine MiAC
N2 adsorbed volume (cm3 g-1)
Relative pressure (p/p0)
0
400
800
1200
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0

도면8





도면9

Sample	C (at%)	O (at%)
pristine MiAC	94.2	5.8
pristine MeAC	89.1	10.9

도면10

샘플명	샘플두께 (mm)	산소유량 (L/min)	오존방전관 압력 (MPa)	샘플챔버 오존압력 (bar)	오존처리 시간 (min)	원소 함량 (at%)	
						탄소	산소
실시예 1	10	4	0.05	1	1	93.6	6.4
실시예 2	10	4	0.05	1	10	91.5	8.5
실시예 3	10	4	0.05	1	30	91.1	8.9
실시예 4	10	4	0.05	1	60	89.0	11.0
실시예 5	10	4	0.05	1	90	90.6	9.4
실시예 6	10	4	0.05	1	120	92.8	7.2
실시예 7	10	4	0.05	1	150	94.4	5.6
실시예 8	10	4	0.05	1	1	91.2	8.8
실시예 9	10	4	0.05	1	10	88.8	11.2
실시예 10	10	4	0.05	1	30	88.8	11.7
실시예 11	10	4	0.05	1	60	88.3	11.3
실시예 12	10	4	0.05	1	120	88.7	21.4
실시예 13	10	4	0.05	1	180	78.6	20.1
실시예 14	10	4	0.05	1	240	79.9	16.8
실시예 15	10	4	0.05	1	300	85.3	14.7
비교예 1	-	-	-	-	-	94.2	5.8
비교예 2	-	-	-	-	-	89.1	10.9

도면11

Sample		C (at%)	O (at%)	
MiAC	pristine MiAC	94.2	5.8	
	oMiAC10	91.5	8.5	
	oMiAC30	91.1	8.9	
	oMiAC60	89.0	11.0	O 감소
	oMiAC120	92.8	7.2	
MeAC	pristine MeAC	89.1	10.9	
	oMeAC10	88.8	11.2	
	oMeAC30	88.3	11.7	
	oMeAC60	88.7	11.3	O 증가
	oMeAC120	78.6	21.4	

도면12

샘플명	원소 함량 (at%)	
	망간	아연
실시예 1	6.7	13.7
실시예 2	23.4	15.8
실시예 3	26.1	12.1
실시예 4	34.3	33.2
실시예 5	30.3	27.6
실시예 6	22.3	11.5
실시예 7	19.7	10.2
실시예 8	29.1	38.5
실시예 9	32.9	40.1
실시예 10	45.2	57.2
실시예 11	40.8	50.7
실시예 12	94.9	97.5
실시예 13	92.4	94.3
실시예 14	72.6	77.8
실시예 15	48.6	52.7
비교예 1	0	14.1
비교에 2	27.7	37.8

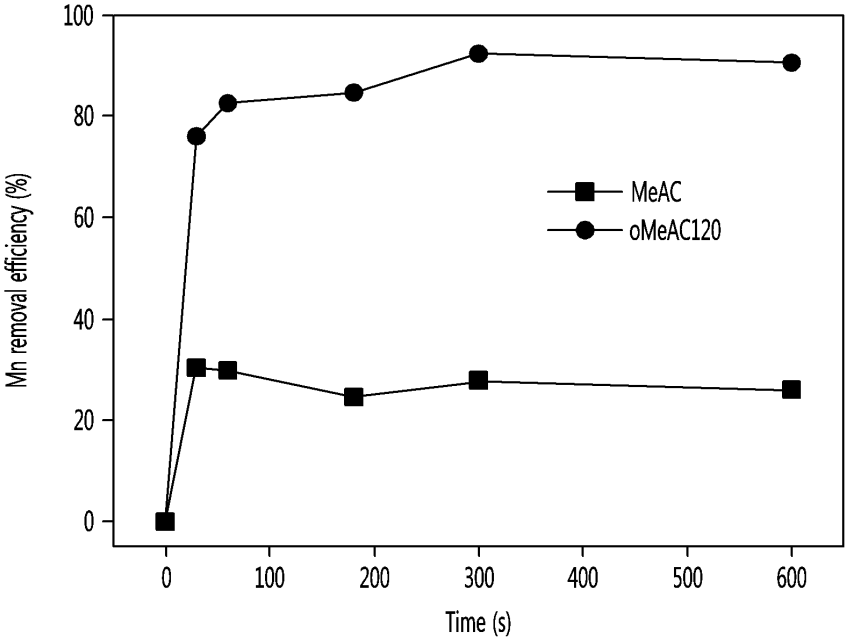
도면13

소재	오존 처리 시간 (min)	샘플명	원소 함량 (at%)		제거율(%) (@ 30 min)	
			C	O	Mn	Zn
MiAC	0	MiAC	94.2	5.8	0	15.0
	10	oMiAC10	91.5	8.5	23.4	15.8
	30	oMiAC30	91.1	8.9	26.1	12.1
	60	oMiAC60	89	11	34.1	33.2
	120	oMiAC120	92.8	7.2	22.4	11.5

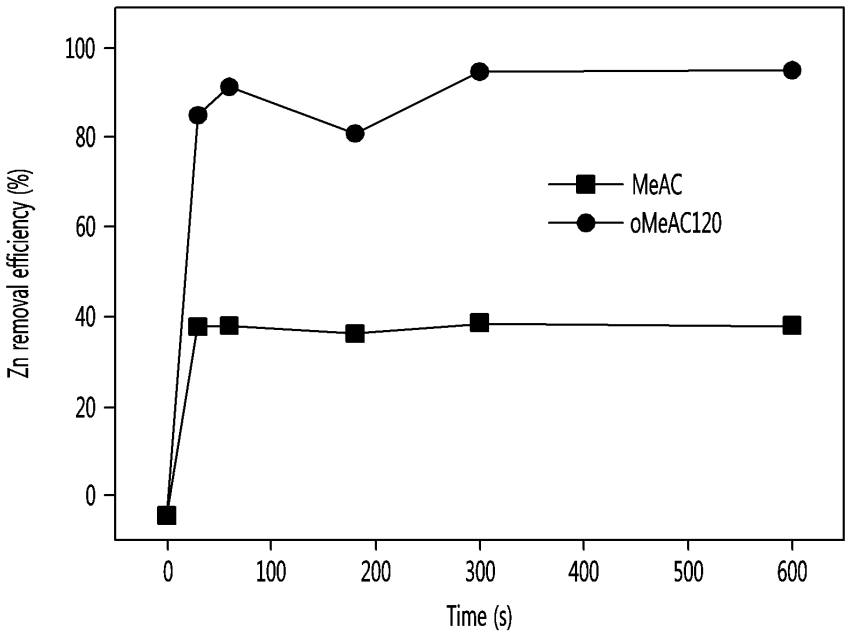
도면14

소재	오존 처리 시간 (min)	샘플명	원소 함량 (at%)		제거율(%) (@ 30 min)	
			C	O	Mn	Zn
MeAC	0	MeAC	89.1	10.9	30.0	38.0
	10	oMeAC10	88.8	11.2	32.9	40.1
	30	oMeAC30	88.3	11.7	45.2	57.2
	60	oMeAC60	88.7	11.3	40.8	50.7
	120	oMeAC120	78.6	21.4	94.9	97.5

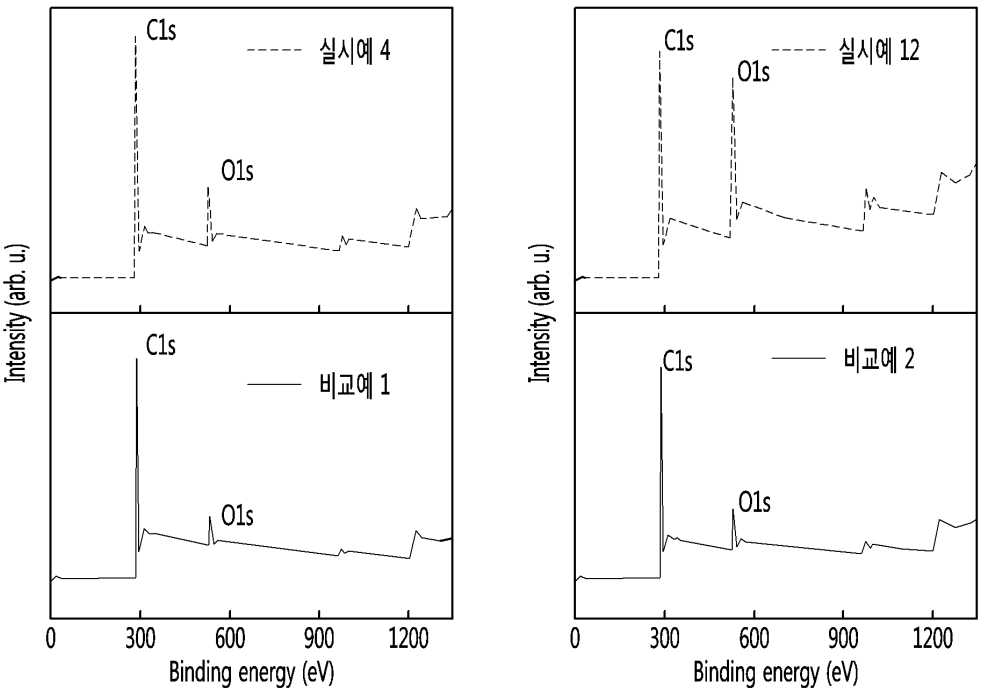
도면15


100
80
60
40
20
0
Mn removal efficiency (%)
0
100
200
300
400
500
600
Time (s)
MeAC
oMeAC120

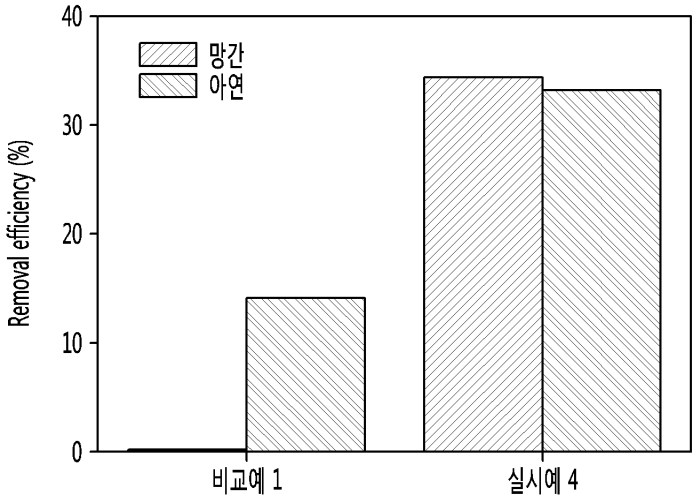
도면16

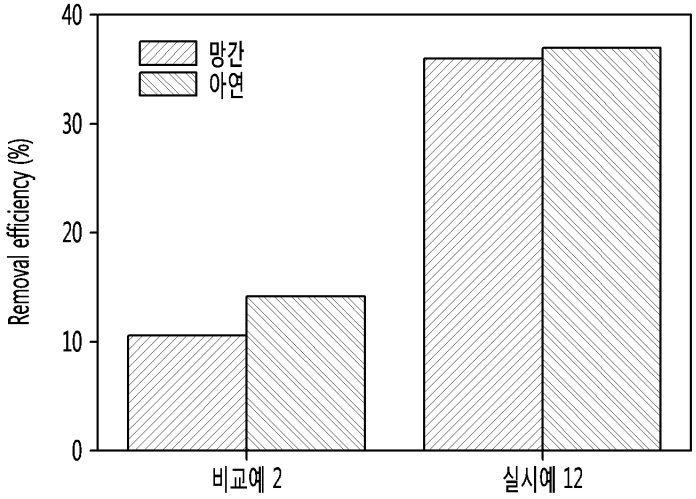

100
80
60
40
20
0
Zn removal efficiency (%)
0
100
200
300
400
500
600
Time (s)
MeAC
oMeAC120

도면17


C1s
실시예 4
O1s
C1s
비교예 1
O1s
Intensity (arb. u.)
0
300
600
900
1200
Binding energy (eV)
C1s
O1s
실시예 12
C1s
비교예 2
O1s
Intensity (arb. u.)
0
300
600
900
1200
Binding energy (eV)

도면18


40
30
20
10
0
Removal efficiency (%)
망간
아연
비교예 1
실시예 4


40
30
20
10
0
Removal efficiency (%)
망간
아연
비교예 2
실시예 12