



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2010년12월30일  
 (11) 등록번호 10-1005388  
 (24) 등록일자 2010년12월24일

- (51) Int. Cl.  
*C02F 1/28* (2006.01) *B01D 63/02* (2006.01)  
*B01D 71/26* (2006.01) *B01D 71/34* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2008-7000938
- (22) 출원일자(국제출원일자) 2006년06월13일  
 심사청구일자 2008년01월11일
- (85) 번역문제출일자 2008년01월11일
- (65) 공개번호 10-2008-0016740
- (43) 공개일자 2008년02월21일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2006/311833
- (87) 국제공개번호 WO 2006/134915  
 국제공개일자 2006년12월21일
- (30) 우선권주장  
 JP-P-2005-00174082 2005년06월14일 일본(JP)  
 (뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020030002222 A\*  
 KR1020050020961 A\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
 아사히 가세이 케미칼즈 가부시카이가이샤  
 일본 도쿄도 치요다쿠 칸다 진보쵸 1-105
- (72) 발명자  
 미도리카와, 이찌로  
 일본 1008440 도쿄도 치요다쿠 유라꾸쵸 1 쵸메 1반 2고 아사히가세이 가부시카이가이샤 내  
 오모리, 아끼히로  
 일본 1008440 도쿄도 치요다쿠 유라꾸쵸 1 쵸메 1반 2고 아사히가세이 가부시카이가이샤 내  
 시미즈, 다다시  
 일본 1008440 도쿄도 치요다쿠 유라꾸쵸 1 쵸메 1반 2고 아사히가세이 가부시카이가이샤 내
- (74) 대리인  
 이석재, 장수길

전체 청구항 수 : 총 34 항

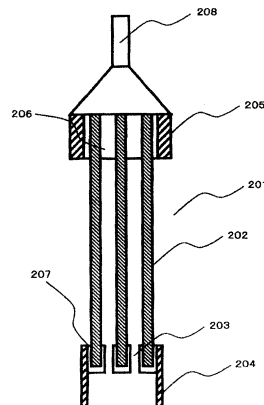
심사관 : 조정한

**(54) 수처리 장치 및 수처리 방법**

**(57) 요약**

본 발명은 수중에 함유되는 성분의 제거 수단과, 다공성 성형체를 흡착체로서 사용하는 이온 흡착 처리 수단을 포함하는 수처리 장치이며, 상기 다공성 성형체가 유기 고분자 수지를 포함하는 피브릴 및 무기 이온 흡착체를 포함하고 있고, 상기 피브릴이 외표면에 개구되는 연통 기공을 형성하는 다공성 성형체이며, 상기 피브릴은 내부에 공극을 갖고, 이 공극의 적어도 일부는 상기 피브릴의 표면에서 개공되어 있으며, 상기 피브릴의 외표면 및 상기 피브릴의 내부 공극 표면에 무기 이온 흡착체가 담지되어 있는 상기 수처리 장치에 관한 것이다.

**대표도 - 도1**



(30) 우선권주장

JP-P-2005-00174083	2005년06월14일	일본(JP)
JP-P-2005-00174084	2005년06월14일	일본(JP)
JP-P-2005-00174085	2005년06월14일	일본(JP)
JP-P-2005-00174086	2005년06월14일	일본(JP)
JP-P-2005-00174753	2005년06월15일	일본(JP)
JP-P-2005-00174754	2005년06월15일	일본(JP)

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

수중에 함유되는 성분의 제거 수단과, 다공성 성형체를 흡착체로서 사용하는 이온 흡착 처리 수단을 포함하며, 상기 다공성 성형체가 유기 고분자 수지를 포함하는 피브릴 및 무기 이온 흡착체를 포함하고, 상기 피브릴이 삼차원 메쉬 구조를 형성하고 있고 외표면에 개구되는 연통 기공을 갖는 다공성 성형체이며, 피브릴이 연통 기공을 형성하고, 또 상기 피브릴은 내부에 공극을 갖고, 이 공극의 적어도 일부는 상기 피브릴의 표면에서 개공되어 있으며, 상기 피브릴의 외표면 및 상기 피브릴의 내부 공극 표면에 무기 이온 흡착체가 담지되어 있는, 수처리 장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 연통 기공이 성형체 표면 부근에 최대 공경층을 갖는 수처리 장치.

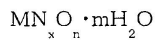
**청구항 3**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 유기 고분자 수지가 에틸렌비닐알코올 공중합체(EVOH), 폴리아크릴로니트릴(PAN), 폴리스ulfon(PS) 및 폴리불화비닐리덴(PVDF)으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하는 수처리 장치.

**청구항 4**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 무기 이온 흡착체가 하기 화학식 I로 표시되는 금속 산화물을 1종 이상 함유하고 있는 수처리 장치.

<화학식 I>



식 중, x는 0 내지 3, n은 1 내지 4 및 m은 0 내지 6이고, M 및 N은 서로 상이하며 Ti, Zr, Sn, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Al, Si, Cr, Co, Ga, Fe, Mn, Ni, V, Ge, Nb 및 Ta로 이루어지는 군으로부터 선택되는 금속 원소이다.

**청구항 5**

제4항에 있어서, 상기 화학식 I로 표시되는 금속 산화물이,

- (a) 수화 산화티탄, 수화 산화지르코늄, 수화 산화주석, 수화 산화세륨, 수화 산화란탄 및 수화 산화이트륨,
- (b) 티탄, 지르코늄, 주석, 세륨, 란탄 및 이트륨으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 금속 원소와, 알루미늄, 규소 및 철로 이루어지는 군으로부터 선택되는 금속 원소의 복합 금속 산화물,
- (c) 활성 알루미늄나

중 어느 하나의 군으로부터 선택된 1종 또는 2종 이상의 혼합물인 수처리 장치.

**청구항 6**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 피브릴이 유기 고분자 수지, 무기 이온 흡착체 및 수용성 고분자를 포함하는 수처리 장치.

**청구항 7**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 수중에 함유되는 성분의 제거 수단이, 생물 처리 수단과 오니 분리 수단을 조합한 수단인 수처리 장치.

**청구항 8**

제7항에 있어서, 상기 생물 처리 수단이 2조 이상의 폭기조(aeration tank)를 포함하는 수처리 장치.

**청구항 9**

제7항에 있어서, 상기 생물 처리 수단이 접촉재를 침지한 폭기조를 포함하는 수처리 장치.

**청구항 10**

제9항에 있어서, 상기 접촉재가, 심재와 이 심재에 일부가 고정된 섬유상물을 포함하고, 상기 섬유상물을 상기 심재 주위에 밀생(密生)시켜 구성되어 있는 수처리 장치.

**청구항 11**

제10항에 있어서, 상기 심재가 나선 형상을 이루고 있는 수처리 장치.

**청구항 12**

제10항에 있어서, 상기 섬유상물이 폴리염화비닐리덴인 수처리 장치.

**청구항 13**

제7항에 있어서, 상기 오니 분리 수단이 침전조 및/또는 분리막을 갖는 막 분리 장치인 수처리 장치.

**청구항 14**

제13항에 있어서, 상기 막 분리 장치의 분리막이 폴리아크릴로니트릴(PAN), 폴리술폰(PS), 폴리불화비닐리덴(PVDF), 폴리에틸렌(PE) 및 폴리프로필렌(PP)으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하는 수처리 장치.

**청구항 15**

제13항에 있어서, 상기 분리막의 형태가 중공사인 수처리 장치.

**청구항 16**

제13항에 있어서, 상기 분리막이 수직 방향으로 배열된 복수개의 중공사의 양단을 접착 고정하여 이루어지는 막 카트리지가이며, 한쪽의 단부 외주에 액밀(液密)하게 접착 고정된 카트리지 헤드와, 다른쪽 단부 외주에 고정된 스커트를 갖고, 상기 카트리지 헤드와 스커트가 분리되어 있으며, 상기 카트리지 헤드측의 중공사 단부는 개구되고, 상기 스커트측의 중공사 단부의 중공부는 밀봉되며, 스커트측 접착 고정층에 복수의 관통 구멍이 설치되어 있는 수처리 장치.

**청구항 17**

제7항에 있어서, 오니 가용화 수단을 추가로 갖는 수처리 장치.

**청구항 18**

제17항에 있어서, 상기 오니 가용화 수단이 기계적 세포 파괴법, 초음파법, 오존법, 수열 산화법, 약제 첨가법 및 호열균법으로부터 선택된 하나 이상의 방법인 수처리 장치.

**청구항 19**

제1항에 있어서, 상기 수중에 함유되는 성분의 제거 수단이 응집 침전 처리 수단인 수처리 장치.

**청구항 20**

제19항에 있어서, 상기 이온 흡착 처리 수단에서 사용한 다공성 성형체를 재생 처리할 때 생기는 제거 대상 이온을 함유하는 탈착 배액을, 상기 응집 침강 처리 수단으로 반송하는 수단을 구비하고 있는 수처리 장치.

**청구항 21**

제1항에 있어서, 상기 수중에 함유되는 성분의 제거 수단이 탈염 처리 수단인 수처리 장치.

**청구항 22**

제1항에 있어서, 상기 수중에 함유되는 성분을 제거하는 수단이 직접 정화 수단인 수처리 장치.

**청구항 23**

제1항, 제2항 및 제19항 내지 제22항 중 어느 한 항에 있어서, 수중의 현탁 물질을 분리 제거하는 현탁 물질 제거 수단을 이온 흡착 처리 수단보다 전단계에 갖는 수처리 장치.

**청구항 24**

제1항, 제2항 및 제19항 내지 제22항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 이온 흡착 처리 수단이 복수의 직렬로 접속된 이온 흡착 처리 수단이며, 회전 목마 방식인 수처리 장치.

**청구항 25**

제24항에 있어서, 최전(最前)단계의 이온 흡착 처리 수단에 처리수 중의 이온 농도를 감시하는 이온 검출 수단을 설치한 수처리 장치.

**청구항 26**

제1항, 제2항 및 제19항 내지 제22항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 이온 흡착 처리 수단에서 사용한 다공성 성형체와 접촉한 탈착액으로부터, 탈착한 이온을 정석시키는 정석 수단과, 정석물의 고액 분리 수단을 갖는 수처리 장치.

**청구항 27**

제26항에 있어서, 상기 탈착액의 냉각 수단을 갖는 수처리 장치.

**청구항 28**

수중에 함유되는 성분의 제거 공정과, 다공성 성형체를 흡착체로서 사용하는 이온 흡착 처리 공정을 포함하며, 상기 다공성 성형체가 유기 고분자 수지를 포함하는 피브릴 및 무기 이온 흡착체를 포함하고, 상기 피브릴이 삼차원 메쉬 구조를 형성하고 있고 외표면에 개구된 연통 기공을 갖는 다공성 성형체이며, 피브릴이 연통 기공을 형성하고, 또 상기 피브릴은 내부에 공극을 갖고, 이 공극의 적어도 일부는 상기 피브릴의 표면에서 개공되어 있으며, 상기 피브릴의 외표면 및 내부 공극 표면에 무기 이온 흡착체가 담지되어 있는, 수처리 방법.

**청구항 29**

제28항에 있어서, 상기 수중에 함유되는 성분의 제거 공정이, 생물 처리 공정과 오니 분리 공정을 조합한 공정인 수처리 방법.

**청구항 30**

제29항에 있어서, 오니 가용화 공정을 추가로 포함하는 수처리 방법.

**청구항 31**

제28항에 있어서, 상기 수중에 함유되는 성분의 제거 공정이 탈염 처리 공정인 수처리 방법.

**청구항 32**

제28항에 있어서, 상기 수중에 함유되는 성분의 제거 공정이 응집 침전 처리 공정인 수처리 방법.

**청구항 33**

제32항에 있어서, 상기 이온 흡착 처리 공정에서 사용한 다공성 성형체를 재생 처리할 때 생기는 제거 대상 이온을 함유하는 탈착 배액을, 상기 응집 침강 처리 공정으로 반송하는 공정을 포함하는 수처리 방법.

**청구항 34**

제28항에 있어서, 상기 수중에 함유되는 성분의 제거 공정이 직접 정화 공정인 수처리 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 하수, 식품 공장 배수, 화학 공장 배수, 수도물, 해수, 하천수, 호수, 지하수 등의 수중에 함유되는 이온류 중의 특정 이온 또는 모든 이온을 극저농도까지 감소 제거하기 위한 수처리 장치 및 수처리 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 종래, 하수나 식품 공장 배수와 같은 유기성 배수를 처리하는 방법으로서는 활성 오니법, 생물막법, 안정화지법 등이 알려져 있다. 그러나, 이들 방법은 모두 처리 장치 내에 다량의 잉여 오니가 발생하기 때문에, 탈수기, 건조기 및 소각기 등의 오니 처리 장치를 필요로 하고 있다. 또한, 배수 중의 인 농도가 높으면 폐쇄성 수역의 부영양화 등의 문제를 일으키기 때문에, 배수 중의 인은 COD나 질소와 함께 그 농도가 규제되고 있다.

[0003] 최근, 잉여 오니의 발생이 적은 유기성 배수 처리 방법이 많이 제안되어 있으며, 용균-잠재 증식법, 유지 대사법, 탈공액 대사법, 유지 대사법, 세균 포식법 등이 있다(비특허 문헌 1). 용균-잠재 증식법은 오니를 용해하여 잠재 증식을 촉진시키는 방법이며, 오니를 용해하는 데 특허 문헌 1(일본 특허 공개 (평)07-116685호 공보)에 기재된 오존법, 특허 문헌 2(일본 특허 공개 (평)11-235598호 공보)에 기재된 호열균법 외에, 염소법, 비드 밀법, 고속 회전 디스크법, 초음파법, 수열법, 약제 첨가법 등이 있다. 유지 대사법으로서는 특허 문헌 3(일본 특허 공개 제2005-46748호 공보)에 기재된 막 분리 활성 오니법 등이 있다. 탈공액 대사법으로서는 화학 탈공액제를 이용하는 방법이 있다. 또한, 세균 포식법에는 2단계 시스템 등이 있다.

[0004] 상기 유기성 배수 처리 방법은 각각 장·단점이 있지만, 모두 잉여 오니의 발생이 많은 경우와 비교하여 처리수 중의 인 농도가 높아진다는 문제가 있다.

[0005] 따라서, 잉여 오니의 발생이 적고, 처리수 중의 인 농도를 효율적으로 낮출 수 있는 유기성 배수의 처리 방법이 요구되고 있다.

[0006] 한편, 요업계 공장의 배수와 같은 COD 등의 유기 성분을 거의 함유하지 않는 무기성 배수를 처리하는 방법으로서, 종래 응집 침전 처리나 이온 흡착 처리에 의해 배수 중에 함유되는 이온류를 감소 제거하는 방법이 알려져 있다. 응집 침전 처리는 제거 대상 이온을 비교적 고농도로 함유하는 배수의 처리가 가능한데, 처리수 중의 제거 대상 이온의 농도를 1 mg/ℓ 이하로 하는 것과 같은, 이른바 고도 처리를 목적으로 하는 경우에는 다량의 약제 첨가가 필요하게 되고, 발생하는 오니도 대량이 된다는 문제점이 있다.

[0007] 이에 대하여, 이온 흡착 처리는 배수의 고도 처리에는 우수하지만, 제거 대상 이온을 고농도로 함유하는 배수를 흡착 처리하는 경우에는 다량의 흡착제가 필요해짐과 동시에, 흡착제의 재생 빈도도 증대되기 때문에, 재생을 위한 약제도 다량으로 필요하게 되어 운전 비용이 상승한다는 문제가 있다.

[0008] 따라서, 응집 침전 처리와 이온 흡착 처리의 각각의 문제점을 해결하는 방법으로서, 응집 침전 처리와 이온 흡착 처리를 직렬로 조합하여 배수를 처리하는 방법이 고려되어 있다(일본 특허 공개 (평)10-314798호 공보(특허 문헌 4), 일본 특허 공개 제2001-276814호 공보(특허 문헌 5)). 이 방법에서는 응집 침전 처리로 배수에 포함되는 제거 대상 이온을 대략 취하고, 제거 대상 이온이 어느 정도 제거된 응집 침전 처리수가 이후의 이온 흡착 처리에 공급된다. 이온 흡착 처리에서 사용되는 흡착제는 일정량의 흡착에 의해 포화되기 때문에, 이 경우에도 재생액을 사용하여 재생 처리가 행해진다. 이 재생 처리에 있어서는, 흡착제로부터 이탈한 제거 대상 이온을 포함하는 재생 배액이 발생하는데, 이것을 응집 침전 처리로 되돌려 재처리하는 것도 행해지고 있다.

[0009] 그러나, 무기성 배수에 대해서도, 제거 대상 이온의 농도가 낮은 처리수를 더 효율적으로 얻을 수 있는 방법이 요구되고 있다.

[0010] 또한, 무기성 배수로부터 고순도의 물을 얻기 위한 처리 방법으로서, 역침투막 장치, 전기 탈이온 장치, 증류 장치, 이온 교환 수지 등을 사용한 이온 교환 장치 등을 이용한 처리가 알려져 있다.

[0011] 그러나, 각 처리법의 특성과 처리에 사용하는 원수 중에 함유되는 이온류의 농도와 관계 등으로부터, 어느 중

류의 이온류는 원하는 수준까지 제거되지 않는 경우가 종종 발생한다.

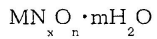
- [0012] 예를 들면, 해수를 역침투막 장치로 처리하여 얻어지는 처리수(담수)는, WHO 수질 가이드 라인치를 거의 충족하는 수질을 갖고 있지만, 유일하게 붕소에 대해서는 WHO의 권장치(0.5 ppm) 이하로 하는 것이 곤란하다.
- [0013] 따라서, 일본 특허 공개 (평)10-85743호 공보(특허 문헌 6)에는, 해수를 역침투막 장치와 붕소 선택성 이온 교환 수지를 사용한 이온 교환 장치를 병용하여 처리하여, 붕소 농도를 WHO의 권장치 이하로 하는 처리가 제안되어 있다.
- [0014] 그러나, 붕소 선택성 이온 교환 수지는 그 붕소 흡착 용량이 그다지 크지 않기 때문에, 이온 교환 장치의 규모가 커지고, 이온 교환 수지의 재생 빈도나 교환 빈도가 높아지는 등의 경제성의 면에서 문제가 있다.
- [0015] 또한, 수도물을 전기 탈이온 장치로 처리하여 초순수를 제조하는 경우에도, 원수의 종류에 따라서는 붕소가 충분히 제거되지 않고 초순수로서는 수질적으로 불충분한 것이 얻어지는 경우가 있다. 이러한 경우에도 전기 탈이온 장치로 처리한 물을 붕소 선택성 이온 교환 수지를 사용한 이온 교환 장치를 이용하여 더 후처리하여 대응하고 있지만(일본 특허 공개 (평)8-89956호 공보(특허 문헌 7)), 역시 이온 교환 장치의 규모가 커지고, 이온 교환 수지의 재생 빈도나 교환 빈도가 높아지는 등의 경제성의 면에서 문제가 있다.
- [0016] 이상과 같이 여러가지 수처리 분야에서 수중에 함유되는 이온류를 저농도까지 효율적으로 감소 제거할 수 있는 장치 및 방법이 요구되고 있다.
- [0017] 특허 문헌 1: 일본 특허 공개 (평)07-116685호 공보
- [0018] 특허 문헌 2: 일본 특허 공개 (평)11-235598호 공보
- [0019] 특허 문헌 3: 일본 특허 공개 제2005-46748호 공보
- [0020] 특허 문헌 4: 일본 특허 공개 (평)10-314798호 공보
- [0021] 특허 문헌 5: 일본 특허 공개 제2001-276814호 공보
- [0022] 특허 문헌 6: 일본 특허 공개 (평)10-85743호 공보
- [0023] 특허 문헌 7: 일본 특허 공개 (평)8-89956호 공보
- [0024] 비특허 문헌 1: Y. Wei et al., "Minimization of excess sludge production for biological wastewater treatment", Water Research, 37(18), 4453-4467(2003)

**발명의 상세한 설명**

- [0025] <발명이 해결하고자 하는 과제>
- [0026] 본 발명은 하수, 식품 공장 배수, 화학 공장 배수, 수도물, 해수, 하천수, 호수, 지하수 등의 수중에 함유되는 이온류 중의 특정 이온 또는 모든 이온을 효율적으로 극저농도로까지 감소 제거할 수 있는 수처리 장치 및 수처리 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0027] <과제를 해결하기 위한 수단>
- [0028] 본 발명자들은 상기 과제를 해결하기 위해 예의 연구를 거듭한 결과, 특정한 구조의 다공성 성형체가, 수중에 함유되는 여러가지 이온류에 대하여 매우 높은 흡착 성능을 나타낸다는 것을 발견하였다. 또한, 이 다공성 성형체를 물과 접촉시켜 상기 수중에 함유되는 이온류를 흡착 제거하는 이온 흡착 처리 수단을, 상기 수중에 함유되는 성분을 제거하는 별도의 수단과 조합함으로써, 상기 과제를 달성할 수 있다는 것을 발견하고, 본 발명을 완성하기에 이르렀다.
- [0029] 즉, 본 발명은 하기와 같다.
- [0030] 1. 수중에 함유되는 성분의 제거 수단과, 다공성 성형체를 흡착제로서 사용하는 이온 흡착 처리 수단을 포함하는 수처리 장치이며, 상기 다공성 성형체가 유기 고분자 수지를 포함하는 피브릴 및 무기 이온 흡착체를 포함하고, 상기 피브릴이 외표면에 개구되는 연통 기공을 형성하는 다공성 성형체이고, 상기 피브릴은 내부에 공극을 갖고, 이 공극의 적어도 일부는 상기 피브릴의 표면에서 개공되어 있으며, 상기 피브릴의 외표면 및 상기 피브릴의 내부 공극 표면에 무기 이온 흡착체가 담지되어 있는 상기 수처리 장치.

- [0031] 2. 상기 1에 있어서, 상기 연통 기공이 성형체 표면 부근에 최대 공경층을 갖는 수처리 장치.
- [0032] 3. 상기 1 또는 2에 있어서, 상기 유기 고분자 수지가 에틸렌비닐알코올 공중합체(EVOH), 폴리아크릴로니트릴(PAN), 폴리술폰(PS) 및 폴리불화비닐리덴(PVDF)으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하는 수처리 장치.
- [0033] 4. 상기 1 내지 3 중 어느 하나에 있어서, 상기 무기 이온 흡착체가 하기 화학식 I로 표시되는 금속 산화물을 1종 이상 함유하고 있는 수처리 장치.

**화학식 I**



- [0034] 식 중, x는 0 내지 3, n은 1 내지 4 및 m은 0 내지 6이고, M 및 N은 서로 상이하며 Ti, Zr, Sn, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Al, Si, Cr, Co, Ga, Fe, Mn, Ni, V, Ge, Nb 및 Ta로 이루어지는 군으로부터 선택되는 금속 원소이다.
- [0035] 5. 상기 4에 있어서, 상기 화학식 I로 표시되는 금속 산화물이, 하기 (a) 내지 (c) 중 어느 하나의 군으로부터 선택된 1종 또는 2종 이상의 혼합물인 수처리 장치.
- [0036] (a) 수화 산화티탄, 수화 산화지르코늄, 수화 산화주석, 수화 산화세륨, 수화 산화란탄 및 수화 산화이트륨
- [0037] (b) 티탄, 지르코늄, 주석, 세륨, 란탄 및 이트륨으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 금속 원소와, 알루미늄, 규소 및 철로 이루어지는 군으로부터 선택되는 금속 원소의 복합 금속 산화물
- [0038] (c) 활성 알루미늄.
- [0039] 6. 상기 1 내지 5 중 어느 하나에 있어서, 상기 피브릴이 유기 고분자 수지, 무기 이온 흡착체 및 수용성 고분자를 포함하는 수처리 장치.
- [0040] 7. 상기 1 내지 6 중 어느 하나에 있어서, 상기 수중에 함유되는 성분의 제거 수단이, 생물 처리 수단과 오토 분리 수단을 조합한 수단인 수처리 장치.
- [0041] 8. 상기 7에 있어서, 상기 생물 처리 수단이 2조 이상의 폭기조(aeration tank)를 포함하는 수처리 장치.
- [0042] 9. 상기 7 또는 8에 있어서, 상기 생물 처리 수단이 접촉재를 침지한 폭기조를 포함하는 수처리 장치.
- [0043] 10. 상기 9에 있어서, 상기 접촉재가, 심재와 이 심재에 일부가 고정된 섬유상물을 포함하고, 상기 섬유상물을 상기 심재 주위에 밀생(密生)시켜 구성되어 있는 수처리 장치.
- [0044] 11. 상기 10에 있어서, 상기 심재가 나선 형상을 이루고 있는 수처리 장치.
- [0045] 12. 상기 10 또는 11에 있어서, 상기 섬유상물이 폴리염화비닐리덴인 수처리 장치.
- [0046] 13. 상기 7 내지 12 중 어느 하나에 있어서, 상기 오토 분리 수단이 침전조 및/또는 분리막을 갖는 막 분리 장치인 수처리 장치.
- [0047] 14. 상기 13에 있어서, 상기 막 분리 장치의 분리막이 폴리아크릴로니트릴(PAN), 폴리술폰(PS), 폴리불화비닐리덴(PVDF), 폴리에틸렌(PE) 및 폴리프로필렌(PP)으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하는 수처리 장치.
- [0048] 15. 상기 13 또는 14에 있어서, 상기 분리막의 형태가 중공사인 수처리 장치.
- [0049] 16. 상기 13 내지 15 중 어느 하나에 있어서, 상기 분리막이 수직 방향으로 배열된 복수개의 중공사의 양단을 접촉 고정하여 이루어지는 막 카트리지가며, 한쪽의 단부 외주에 액밀(液密)하게 접촉 고정된 카트리지 헤드와, 다른쪽 단부 외주에 고정된 스커트를 갖고, 상기 카트리지 헤드와 스커트가 분리되어 있으며, 상기 카트리지 헤드측의 중공사 단부는 개구되고, 상기 스커트측의 중공사 단부의 중공부는 밀봉되며, 스커트측 접촉 고정층에 복수의 관통 구멍이 설치되어 있는 수처리 장치.
- [0050] 17. 상기 7 내지 16 중 어느 하나에 있어서, 오토 가용화 수단을 추가로 갖는 수처리 장치.
- [0051] 18. 상기 17에 있어서, 상기 오토 가용화 수단이 기계적 세포 파괴법, 초음파법, 오존법, 수열 산화법, 약제 침



가법 및 호열균법으로부터 선택된 하나 이상의 방법인 수처리 장치.

- [0053] 19. 상기 1에 있어서, 상기 수중에 함유되는 성분의 제거 수단이 응집 침전 처리 수단인 수처리 장치.
- [0054] 20. 상기 19에 있어서, 상기 이온 흡착 처리 수단에서 사용한 다공성 성형체를 재생 처리할 때 생기는 제거 대상 이온을 함유하는 탈착 배액을, 상기 응집 침강 처리 수단으로 반송하는 수단을 구비하고 있는 수처리 장치.
- [0055] 21. 상기 1에 있어서, 상기 수중에 함유되는 성분의 제거 수단이 탈염 처리 수단인 수처리 장치.
- [0056] 22. 상기 1에 있어서, 상기 수중에 함유되는 성분을 제거하는 수단이 직접 정화 수단인 수처리 장치.
- [0057] 23. 상기 1 내지 22 중 어느 하나에 있어서, 수중의 현탁 물질을 분리 제거하는 현탁 물질 제거 수단을 이온 흡착 처리 수단보다 전단계에 갖는 수처리 장치.
- [0058] 24. 상기 1 내지 23 중 어느 하나에 있어서, 상기 이온 흡착 처리 수단이 복수의 직렬로 접속된 이온 흡착 처리 수단이며, 회전 목마 방식인 수처리 장치.
- [0059] 25. 상기 24에 있어서, 최전(最前)단계의 이온 흡착 처리 수단에 처리수 중의 이온 농도를 감시하는 이온 검출 수단을 설치한 수처리 장치.
- [0060] 26. 상기 1 내지 25 중 어느 하나에 있어서, 상기 이온 흡착 처리 수단에서 사용한 다공성 성형체와 접촉한 탈착액으로부터, 탈착한 이온을 정석시키는 정석 수단과, 정석물의 고액 분리 수단을 갖는 수처리 장치.
- [0061] 27. 상기 26에 있어서, 상기 탈착액의 냉각 수단을 갖는 수처리 장치.
- [0062] 28. 수중에 함유되는 성분의 제거 공정과, 다공성 성형체를 흡착체로서 사용하는 이온 흡착 처리 공정을 포함하는 수처리 방법이며, 상기 다공성 성형체가 유기 고분자 수지를 포함하는 피브릴 및 무기 이온 흡착체를 포함하고, 상기 피브릴이 외표면에 개구된 연통 기공을 형성하는 다공성 성형체이고, 상기 피브릴은 내부에 공극을 갖고, 이 공극의 적어도 일부는 상기 피브릴의 표면에서 개공되어 있으며, 상기 피브릴의 외표면 및 내부 공극 표면에 무기 이온 흡착체가 담지되어 있는 상기 수처리 방법.
- [0063] 29. 상기 28에 있어서, 상기 수중에 함유되는 성분의 제거 공정이, 생물 처리 공정과 오니 분리 공정을 조합한 공정인 수처리 방법.
- [0064] 30. 상기 29에 있어서, 오니 가용화 공정을 추가로 포함하는 수처리 방법.
- [0065] 31. 상기 28에 있어서, 상기 수중에 함유되는 성분의 제거 공정이 탈염 처리 공정인 수처리 방법.
- [0066] 32. 상기 28에 있어서, 상기 수중에 함유되는 성분의 제거 공정이 응집 침전 처리 공정인 수처리 방법.
- [0067] 33. 상기 32에 있어서, 상기 이온 흡착 처리 공정에서 사용한 다공성 성형체를 재생 처리할 때 생기는 제거 대상 이온을 함유하는 탈착 배액을, 상기 응집 침강 처리 공정으로 반송하는 공정을 포함하는 수처리 방법.
- [0068] 34. 상기 28에 있어서, 상기 수중에 함유되는 성분의 제거 공정이 직접 정화 공정인 수처리 방법.
- [0069] <발명의 효과>
- [0070] 본 발명에 따르면, 하수, 식품 공장 배수, 화학 공장 배수, 수도물, 해수, 하천수, 호수, 지하수 등의 수중에 함유되는 이온류 중의 특정 이온 또는 모든 이온을 효율적으로 저비용으로 극저농도까지 감소 제거할 수 있다.
- [0071] <발명을 실시하기 위한 최선의 형태>
- [0072] 이하, 본 발명에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0073] 본 발명에서 말하는 「수중에 함유되는 성분의 제거 수단」이란, 수중에 함유되는 BOD, COD, 무기 이온류 등의 가용성 성분을 제거하는 수단이며, 생물 처리 수단과 오니 분리 수단의 조합, 응집 침전 처리 수단, 탈염 처리 수단, 직접 정화 수단 등을 들 수 있다.
- [0074] 구체적으로는 생물 처리 수단으로서는 특별히 한정되지 않지만, 표준 활성 오니법, 표준 폭기법, 장시간 폭기법, 산화구(oxidation ditch)법, 회분법, 막 분리 활성 오니법 등의 활성 오니법, 접촉 산화법, 살수 여상법, 침지 여상법, 회전 원판법, 유동상법, 생물 여과법 등의 생물막법, 및 고속 산화지법, 통성산화지법 등의 안정화지법 등의 호기적 처리를 들 수 있다. 또한, 혐기성 소화법, 및 라군법(lagoon method), 부패조법, 혐기성 여상법 등 혐기성 분해법 등의 혐기성 처리, 광합성 세균, 효모, 클로렐라 등의 특정 생물에 의한 처리, 생물학적 탈질, 생물학적 탈인 등의 영양 염류의 처리, 및 호수, 수로, 토양 등의 자연 정화 기능을 활용한 처리

중 하나 이상을 필요에 따라 병용할 수 있다.

- [0075] 본 발명의 생물 처리 수단으로서, 폭기조는 1조 이상일 수 있지만, 잉여 오니의 발생이 적어지기 때문에 2조 이상이 바람직하며, 또한 지나치게 많으면 제작 비용이 상승하기 때문에 폭기조는 3조 내지 6조가 보다 바람직하다.
- [0076] 본 발명의 생물 처리 수단으로서, 잉여 오니의 발생이 적어지기 때문에 접촉 산화법이 바람직하다. 접촉 산화법이란, 미생물을 증식·순양하는 담체인 접촉재를 폭기조에 침지하여 폭기하는 방법이다. 접촉재는 특별히 한정되지 않지만, 형상으로는 별집상, 나선상, 중공상, 스폰지상, 메쉬상, 봉상, 선상 등을 들 수 있으며, 미생물이 많이 생식할 수 있고, 폭기조의 유동이 양호해지기 때문에 나선상이 바람직하다. 또한, 심재와 이 심재에 일부가 고정된 섬유상물을 포함하고, 상기 섬유상물을 상기 심재 주위에 밀생시켜 구성된 접촉재가 바람직하다. 또한, 상기 심재의 형상은 한정되지 않지만, 심재가 나선 형상을 이루고 있는 접촉재가 바람직하다.
- [0077] 심재에는 연철, 알루미늄, 구리 등의 금속, 또는 연질 염화비닐 등의 플라스틱을 사용할 수 있다. 금속제의 심재에는 부식 방지를 위해 방수 도장이나 플라스틱 피복을 실시할 수 있다. 심재의 직경은 재질에 따라 상이하지만, 1 mm 이상 7 mm 이하가 바람직하다. 또한, 상기 섬유상물의 재질은 특별히 한정되지 않지만, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에스테르, 폴리아미드, 폴리염화비닐, 폴리염화비닐리덴, 폴리불화비닐리덴, 폴리우레탄 등을 들 수 있으며, 폴리염화비닐리덴이 미생물의 부착성이 양호하기 때문에 바람직하다.
- [0078] 접촉재는, 복수개의 접촉재를 적당한 내식성 재료로 제조된 프레임에 유지시킨 접촉재 블럭으로 하여 폭기조에 침지하여 사용할 수 있다. 접촉재 블럭의 높이는 폭기조의 수심에 적합한 높이의 것을 사용하면 되지만, 0.5 m 이상 6 m 이하인 것이 바람직하고, 2 m 이상 4 m 이하인 것이 보다 바람직하다.
- [0079] 접촉재의 사용량은, 접촉재 블럭의 투영 바닥 면적 1 m<sup>2</sup>당 접촉재의 표면적이 100 m<sup>2</sup> 이상 3000 m<sup>2</sup> 이하인 것이 바람직하다. 100 m<sup>2</sup> 이상이면 장치의 설치 면적 효율이 양호하고, 3000 m<sup>2</sup> 이하이면 폭기에 의한 에어 리프트 효과가 발휘되어 균일한 선회류가 얻어지며, 미생물이 육성하기 쉬운 환경이 얻어진다. 보다 바람직하게는 250 m<sup>2</sup> 이상 350 m<sup>2</sup> 이하이다.
- [0080] 본 발명에서 생물 처리 수단과 조합하는 오니 분리 수단에 대해서는 특별히 제한은 없지만, 오니 침전조, 스크린, 정밀 여과막이나 한외 여과막 등의 막 분리 장치를 이용할 수 있다. 이들을 병용할 수도 있다. 막 분리 장치는 미소한 SS(현탁 고체(Suspended Solid))분도 제거할 수 있기 때문에, 이온 흡착 처리 수단의 블록킹을 방지할 수 있어 바람직하다.
- [0081] 또한, 침지막을 이용한 막 분리 활성 오니법은, 생물 처리 수단과 오니 분리 수단을 병용한 효과를 갖기 때문에 보다 바람직하다.
- [0082] 또한, 오니의 농도를 높이기 위해, 오니 분리 수단에 원심 농축, 부상 농축, 증발 농축 또는 막 농축 등의 농축 장치를 병용할 수도 있다.
- [0083] 막 분리 활성 오니 장치는, 원수를 폭기조에 도입하여 생물 처리를 행하고, 상기 폭기조의 오니를 포함하는 생물 처리액을 조 내에 침지한 분리막에 도입하여 상기 분리막의 투과수를 처리수로서 취출하는 장치이다.
- [0084] 본 발명의 막 분리 활성 오니 장치에 사용하는 분리막은 특별히 한정되는 것은 아니지만, 여과 정밀도와 투과수량의 균형이 우수하다는 점에서 MF(정밀 여과)막, UF(한외 여과)막이 바람직하다.
- [0085] 막의 재질은 폴리술폰계 중합체, 폴리불화비닐리덴계 중합체, 폴리염화비닐리덴계 중합체, 폴리올레핀계 중합체, 아크릴로니트릴계 중합체, 폴리메타크릴산 메틸계 중합체, 폴리아미드계 중합체, 폴리이미드계 중합체, 셀룰로오스계 중합체, 에틸렌비닐알코올 공중합체계 중합체 등, 여러 종류를 들 수 있다. 특히, 수중에서의 비팽윤성과 생분해 내성, 또한 제조의 용이성으로부터 폴리아크릴로니트릴(PAN), 폴리술폰(PS), 폴리불화비닐리덴(PVDF), 폴리에틸렌(PE) 및 폴리프로필렌(PP)으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0086] 막의 형태는 평막, 중공사, 플리즈, 나선상, 튜브 등, 한정되지 않지만, 특히 단위 부피 중의 막 면적을 넓게 취할 수 있다는 점에서 중공사가 바람직하다.
- [0087] 막 분리 활성 오니법은, MLSS(혼합액 현탁 고체(Mixed Liquor Suspended Solid)) 농도가 높은 생물 처리액을 여과하기 때문에 블록킹되기 쉽다. 안정한 투과수를 얻기 위해서는, 에어에 의한 막면의 세정을 효과적으로 행

할 필요가 있다.

- [0088] 에어에 의한 세정을 효과적으로 행하기 위해, 하기의 구조를 갖는 막 카트리지가 특히 바람직하다.
- [0089] 도 1을 사용하여, 본 발명에 관한 중공사 카트리지의 실시 형태의 예를 설명한다.
- [0090] 도 1에 있어서, 중공사 카트리지는 (201)은 다수개의 중공사 (202), 상부 접촉 고정층 (206), 하부 접촉 고정층 (207), 카트리지 헤드 (205), 및 스커트 (204)로 구성되어 있다. 묶여진 중공사 (202)의 한쪽 단부는, 접촉체에 의해 중공사끼리 일체적으로 결합됨과 동시에 카트리지 헤드 (205) 내로 일체적으로 결합되고, 상부 접촉 고정층 (206)이 구성되어 있다. 또한, 카트리지 헤드 (205)측의 중공사 (202)는 단부가 개구되어 있다. 중공사 (202)의 다른쪽 단부는, 접촉체에 의해 중공사끼리 일체적으로 결합되고, 스커트 (204) 내에 일체적으로 결합되어 하부 접촉 고정층 (207)이 구성되어 있는데, 중공사 (202)의 단부는 밀봉되어 있다. 또한, 하부 접촉 고정층 (207)에는 원수 및 세정용 기체를 중공사 다발의 내부에 도입하고, 중공사 외주면에 효과적으로 접촉시키기 위한 복수의 관통 구멍 (203)이 형성되어 있다.
- [0091] 폭기조 내의 생물 처리액은, 중공사의 외표면으로부터 여과되고, 중공사 내부의 중공부를 통과하고 처리수 출구 (208)을 통해, 다음 공정인 이온 흡착 처리 수단으로 송액된다.
- [0092] 접촉체의 재질은 에폭시 수지, 우레탄 수지, 에폭시아크릴레이트 수지, 실리콘 수지 등의 고분자 재료가 바람직하다.
- [0093] 카트리지 헤드 (205) 및 스커트 (204)의 재질은 특별히 한정되는 것은 아니지만, 열가소성 수지나 스테인레스강이 바람직하다.
- [0094] 관통 구멍의 크기는 직경이 2 mm 내지 35 mm의 범위인 것이 바람직하다.
- [0095] 스커트 (204)는 중공사의 단면보다 아래쪽으로 돌출하여 고정되어 있다. 돌출된 길이는 카트리지의 직경이나 에어량에도 의존하지만, 5 내지 500 mm인 것이 바람직하다. 중공사 (202)의 형상은 내경이 50  $\mu$ m 내지 3000  $\mu$ m, 내/외경비가 0.3 내지 0.8의 범위인 것이 바람직하다.
- [0096] 본 발명에서 수중에 함유되는 성분의 제거 수단을 생물 처리 수단과 오니 분리 수단의 조합으로 하는 경우, 다공성 성형체를 흡착체로서 사용하는 이온 흡착 처리 수단과 조합하는 순서에 대해서는 특별히 제한은 없지만, 이온 흡착의 효율화의 관점에서 생물 처리 수단, 오니 분리 수단의 후단계에 이온 흡착 처리 수단을 설치하는 것이 바람직하다.
- [0097] 또한, 수중에 함유되는 성분의 제거 수단을 생물 처리 수단과 오니 분리 수단의 조합으로 하는 경우, 오니 가용화 수단도 조합하는 것이 바람직하다.
- [0098] 본 발명에서 말하는 오니 가용화 수단이란, 생물 처리 수단 또는 오니 분리 수단에서 발생한 미생물을 주체로 하는 오니의 전부 또는 일부를 물리적, 화학적 또는 생물적 수법, 또는 이들의 병용에 의해, 미생물의 세포벽이나 구성체를 파괴하거나, 고분자 화합물을 저분자화하여 다시 생물 처리 수단에 사용하는 데 적합하도록 물에 가용인 상태로 하는 수단이다.
- [0099] 오니 가용화 수단으로서 특별히 한정되지 않지만, 기계적 세포 파괴법, 초음파법, 오존법, 수열 산화법, 약제 첨가법 및 호열균법을 들 수 있다. 기계적 세포 파괴법으로서 비드 밀법과 고속 회전 디스크법이 있다. 비드 밀법은, 비드를 충전한 밀 실에 오니를 도입하여 고속 교반하고, 비드 사이에서 생기는 전단 마찰력에 의해 오니를 파괴하는 방법이다. 고속 회전 디스크법은 고속 회전하는 디스크의 간극에 오니를 통과시켜, 디스크 사이에서 생기는 전단력과 분쇄력에 의해 오니를 파괴하는 방법이다. 초음파법은 오니를 초음파조에 도입하여, 초음파에서 발생하는 압력과 및 공동 현상에 의해 오니를 파괴하는 방법이며, 파괴에 필요한 동력이 작다는 이점이 있다.
- [0100] 오존법은 오니를 오존 처리조에 도입하고, 오존의 산화력을 이용하여 오니를 사멸시켜 세포막을 파괴하는 방법이며, 생물 처리 수단이 옥시데이션 디치법이나 장시간 폭기법인 경우에 적합하다. 수열 산화법은 오니를 수열 처리조에 도입하여 고온 고압하(아임계 조건하)에서 처리하고, 세포를 완전히 용해하여 저분자 화합물로 변환하는 방법이며, 반응 시간이 빠르고, 소형화할 수 있다는 이점이 있다. 약제 첨가법은 오니에 과산화수소 등의 산화제, 수산화나트륨 등의 알칼리, 황산 등의 산 등의 약제를 첨가하고, 특히 가열 처리를 행하는 방법이며, 화학 약제에 의한 제거가 용이하고, 전력 비용이 낮다는 이점이 있다.
- [0101] 호열균법은 바실루스·스테아로써모필러스 등의 호열균에 의해 열에 의한 가용화가 행해짐과 동시에, 호열균으

로부터 오니 가용화 효소가 생성 및 분비되고, 이 효소에 의해 오니의 가용화가 촉진되는 방법이다. 호열균법은 장치가 간편하고, 특히 약제 등이 불필요하기 때문에 바람직하다. 호열균법의 조건으로서는 온도는 50 내지 80 ℃가 바람직하고, 오니 농도는 1000 mg/ℓ 이상이 바람직하고, pH는 7 내지 9가 바람직하고, HRT(수력학적 체류 시간(Hydraulic Retention Time))는 3 내지 24 시간이 바람직하다.

[0102] 또한, 오니 가용화 수단에 의해 가용화된 오니와 미가용된 오니를 분리하기 위해, 막 여과 장치 등의 고액 분리 장치를 병용할 수 있다. 막 여과 장치에 사용하는 여과막은, 막질은 한외 여과막, 정밀 여과막 등을 사용할 수 있고, 형상은 중공사상, 평막상 등을 사용할 수 있으며, 재질은 폴리에틸렌계, 폴리아크릴로니트릴계, 폴리술폰계, 폴리불화비닐리덴계, 아세트산 셀룰로오스계를 사용할 수 있다. 내열성, 내약품성으로부터 폴리술폰계, 폴리불화비닐리덴계가 바람직하다. 막 모듈의 형상은 나선상, 중공사막상, 관상, 플레이트상 등을 사용할 수 있다.

[0103] 생물 처리 수단, 오니 분리 수단, 오니 가용화 수단, 및 이온 흡착 처리 수단을 조합하는 순서에 대해서는, 생물 처리 수단, 오니 분리 수단, 및 오니 가용화 수단보다 후단계에 이온 흡착 처리 수단을 설치하는 것이 바람직하다.

[0104] 이어서, 본 발명에서 수중에 함유되는 성분의 제거 수단으로서 이용하는 탈염 처리 수단으로서는, 구체적으로는 역침투막 장치, 전기 탈이온 장치, 증류 장치, 이온 교환 수지를 사용한 이온 교환 장치 등에 의한 종래 공지된 탈염 처리 수단을 들 수 있다. 탈염 처리 수단은, 각 장치를 단독으로 사용할 수도 있고, 역침투막 장치를 직렬로 다단계로 설치하는 등, 동일 종류의 복수의 장치를 다단계로 조합할 수도 있다. 또한, 복수종의 장치를 조합할 수도 있다. 복수의 장치를 조합하여 처리하는 경우에는 임의의 순서로 조합할 수 있다.

[0105] 본 발명에서 탈염 처리 수단을, 다공성 성형체를 흡착체로서 사용하는 이온 흡착 처리 수단과 조합하는 순서에 대해서는 특별히 제한이 없으며, 상황에 따라 결정하는 것이 바람직하다.

[0106] 본 발명에서 수중에 함유되는 성분의 제거 수단으로서 이용하는 응집 침전 처리 수단으로서는, 공업 배수 처리나 하수 처리 등에서 실시되고 있는 종래 공지된 응집 침전 처리를 들 수 있다. 예를 들면, 인이 제거 대상 이온인 경우에는 황산알루미늄(황산 밴드), 폴리염화알루미늄(PAC) 등의 알루미늄염이나, 황산제1철, 염화제2철 등의 철염, 및 소석회로 대표되는 무기 응집제를 첨가하여 인을 응집 침전시키는 방법이 있다.

[0107] 붕소가 제거 대상 이온인 경우에는, 알루미늄염, 철염, 마그네슘염, 칼슘염을 첨가하여 응집 침전시키는 방법이나, 알루미늄염과 소석회를 병용하여 첨가해서 응집 침전시키는 방법 등이 있다.

[0108] 불소가 제거 대상 이온인 경우에는, 칼슘염을 첨가하여 불화칼슘으로서 불소를 응집 침전시키는 방법이나, 알루미늄염 또는 마그네슘염을 첨가하고, 알칼리성 조건하에서 석출된 수산화알루미늄 또는 수산화마그네슘에 의해 응집 침전 제거하는 방법 등이 있다.

[0109] 비소가 제거 대상 이온인 경우에는, 철염을 첨가하여 응집 침전시키는 방법 등이 있다.

[0110] 본 발명에서 응집 침전 처리 수단을, 다공성 성형체를 흡착체로서 사용하는 이온 흡착 처리 수단과 조합하는 순서에 대해서는 특별히 제한은 없지만, 이온 흡착 처리 수단을 후단계로 하는 것이 바람직하다.

[0111] 본 발명에서 수중에 함유되는 성분의 제거 수단으로서 이용하는 직접 정화 수단은 특별히 한정되지 않지만, 하천이나 늪의 그 장소에서 정화하는 직접 방식과, 오타쿠를 퍼올려 장치화된 반응조 중에서 정화하는 분리 방식으로 대별된다. 직접 방식으로서 폭기법, 정화용 수회석법, 복류 정화법, 박층류 정화법, 침전지법, 저니준설법(low mud dredging method), 조류·수생 식물 회수법, 접촉재 충전 수로 정화법, 활성탄 정화법, 수생 식물 재배법 등을 들 수 있다.

[0112] 또한, 분리 방식으로서 역간(inter-gravel) 접촉 산화법, 모래 여과법, 응집 침전법 등을 들 수 있다. 분리 방식은, 별도로 광대한 부지를 요하거나, 고도의 시설이 필요해지기 때문에 직접 방식이 바람직하다. 특히, 수생 식물 재배법은 풍부한 생태계를 유지할 수 있고, 환경 부하가 적기 때문에 보다 바람직하다. 수생 식물로서 추수 식물(emerging plant), 부유 식물, 침수 식물 및 부엽 식물 등을 들 수 있지만, 번식력이 왕성하고, 밀생 군락을 만들고, 수분이 적고, 재이용이 가능하다는 등의 이점이 있기 때문에 추수 식물이 바람직하다. 추수 식물로서 등심초, 벼, 물냉이, 부들, 애기부들, 공심채(ipomoea aquatica), 파피루스, 줄, 갈대 등을 들 수 있다. 특히, 갈대는 바이오매스 변환 작용이 몇단계에 걸치는 습지를 형성할 수 있기 때문에 보다 바람직하다.

[0113] 본 발명에서 직접 정화 수단을 다공성 성형체를 흡착체로서 사용하는 이온 흡착 처리 수단과 조합하는 순서에

대해서는 특별히 제한은 없지만, 이온 흡착 처리 수단을 후단계로 하는 것이 바람직하다.

- [0114] 이어서, 본 발명에서 말하는 「다공성 성형체를 흡착제로서 사용하는 이온 흡착 처리 수단」에 대하여 상세하게 설명하지만, 본 발명에서 말하는 「다공성 성형체를 흡착제로서 사용하는 이온 흡착 수단」은, 본 발명에서 말하는 「수중에 함유되는 성분의 제거 수단」에는 포함되지 않는다.
- [0115] 본 발명에서는 특수한 구조를 갖는 다공성 성형체를 이온 흡착 처리에 사용한다. 우선, 그 성형체의 구조에 대하여 설명한다.
- [0116] 본 발명의 성형체는 피브릴로 형성된 연통 기공을 갖고, 다공질 구조를 갖는다. 또한, 외표면에는 스킨층이 없고, 표면의 개구성이 우수하다. 또한, 본 발명의 성형체는 연통 기공을 형성하는 피브릴 내부에도 공극을 가지며, 그 공극의 적어도 일부는 피브릴 표면에서 개공되어 있다.
- [0117] 본 발명의 성형체의 외표면 개구율은, 주사형 전자 현미경으로 표면을 관찰한 시야의 면적 중에서 차지하는 모든 구멍의 개구 면적의 합을 비율을 말한다. 본 발명에서는 10,000배로 성형체의 표면을 관찰하여 외표면 개구율을 실측하였다. 바람직한 표면 개구율의 범위는 10 내지 90 %이고, 특히 15 내지 80 %가 바람직하다. 10 % 미만에서는 인 등의 흡착 대상 이온의 성형체 내부로의 확산 속도가 느려지고, 한편 90 %를 초과하면 성형체의 강도가 부족하여, 역학적 강도가 우수한 성형체의 실현이 곤란하다. 본 발명의 성형체의 외표면 개구 직경은 주사형 전자 현미경으로 표면을 관찰하여 구한다. 구멍이 원형인 경우에는 그 직경, 원형 이외의 경우에는 동일 면적을 갖는 원의 원 해당 직경을 이용한다. 바람직한 표면 개구 직경의 범위는 0.005  $\mu\text{m}$  내지 100  $\mu\text{m}$  이고, 특히 0.01  $\mu\text{m}$  내지 50  $\mu\text{m}$ 가 바람직하다. 0.005  $\mu\text{m}$  미만에서는 인 등의 흡착 대상 물질의 성형체 내부로의 확산 속도가 느려지기 쉽고, 한편 100  $\mu\text{m}$ 를 초과하면 성형체의 강도가 부족하기 쉽다.
- [0118] 본 발명의 성형체는, 연통 기공을 형성하는 피브릴 내부에도 공극을 가지며, 그 공극의 적어도 일부는 피브릴의 표면에서 개공되어 있다. 무기 이온 흡착체는, 이 피브릴의 외표면 및 피브릴 내부의 공극 표면에 담지되어 있다. 피브릴 자체도 다공질이기에 때문에, 내부에 매립된 흡착 기질인 무기 이온 흡착체도 인 등의 흡착 대상 이온과 접촉할 수 있고, 유효하게 흡착제로서 기능할 수 있다. 본 발명의 다공성 성형체는, 이와 같이 흡착 기질이 담지되어 있는 부분도 다공질이기에 때문에, 흡착 기질과 결합제를 넣은 종래의 방법의 결점이었던, 흡착 기질의 미세한 흡착 부위가 결합제로 막혀지는 경우가 적어, 흡착 기질을 유효하게 이용할 수 있다.
- [0119] 여기서, 피브릴이란, 유기 고분자 수지를 포함하고, 성형체의 외표면 및 내부에 삼차원적으로 연속된 메쉬 구조를 형성하는 섬유상의 구조체를 의미한다. 피브릴 내부의 공극 및 피브릴 표면의 개공은, 주사형 전자 현미경으로 성형체의 횡단면을 관찰하여 판정한다. 피브릴의 단면에는 공극이 있고, 피브릴의 표면은 개공되어 있는 것이 관찰된다. 또한, 무기 이온 흡착체의 분말은, 피브릴의 외표면 및 내부의 공극 표면에 담지되어 있는 모습이 관찰된다. 피브릴의 두께는 0.01  $\mu\text{m}$  내지 50  $\mu\text{m}$ 가 바람직하다. 피브릴 표면의 개공 직경은 0.001  $\mu\text{m}$  내지 5  $\mu\text{m}$ 가 바람직하다.
- [0120] 본 발명의 다공성 성형체는, 연통 기공이 성형체 표면 부근에 최대 공경층을 갖는 것이 바람직하다. 여기서, 최대 공경층이란, 성형체의 표면에서부터 내부에 이르는 연통 기공의 공경 분포 중에서 최대 부분을 말한다. 공극이라고 불리우는 원형 또는 타원형(손가락상)의 큰 공극이 있는 경우에는, 공극이 존재하는 층을 최대 공경층이라고 한다. 표면 부근이란, 외표면에서부터 중심부를 향하여 성형체의 횡단 직경의 25 %까지 내측을 의미한다. 최대 공경층이 성형체 표면 부근에 있음으로써, 흡착 대상 물질의 내부로의 확산을 빠르게 하는 효과를 갖는다. 따라서, 인 등의 흡착 대상 이온을 신속하게 성형체 내부로 취입하여 처리수 중에서 제거할 수 있다.
- [0121] 최대 공경 및 최대 공경층의 위치는, 성형체의 표면 및 횡단면을 주사형 전자 현미경으로 관찰하여 구한다. 공경은, 구멍이 원형인 경우에는 그 직경, 원형 이외의 경우에는 동일 면적을 갖는 원의 원 해당 직경을 이용한다. 성형체의 형태는 입자상, 실 모양, 시트상, 중공사상, 원주상, 중공 원주상 등의 임의의 형태를 취할 수 있다. 그 중에서도 성형체를 수처리 분야에 있어서 흡착제로서 사용하는 경우에는, 칼럼 등에 충전하여 통수할 때의 압력 손실, 접촉 면적의 유효성의 점, 취급의 용이성의 점에서 입자상이 바람직하며, 특히 구상 입자(진구상뿐만 아니라, 타원 구상일 수도 있음)가 바람직하다.
- [0122] 본 발명의 구상 성형체의 평균 입경은, 상기 입자를 구상이라고 간주하여 레이저광에 의한 회절의 산란광 강도의 각도 분포로부터 구한 구 해당 직경의 모드 직경(최빈도 입경)이다. 바람직한 평균 입경의 범위는 100  $\mu\text{m}$  내지 2500  $\mu\text{m}$ 이고, 특히 200 내지 2000  $\mu\text{m}$ 가 바람직하다. 평균 입경이 100  $\mu\text{m}$ 보다 작으면 칼럼이나 탱크 등에 충전했을 때 압력 손실이 커지기 쉽고, 또한 평균 입경이 2500  $\mu\text{m}$ 보다 크면 칼럼이나 탱크에 충전했을 때의 표면적이 작아져 처리 효율이 저하되기 쉽다.

[0123] 본 발명의 성형체의 빈 다공도 Pr(%)란, 성형체의 함수시의 중량 W1(g), 건조 후의 중량 W0(g), 및 성형체의 비중을 ρ라고 할 때, 하기 수학식으로 표시되는 값을 말한다.

[0124] 
$$Pr=(W1-W0)/(W1-W0+W0/\rho)\times 100$$

[0125] 함수시의 중량은, 충분히 물에 적신 성형체를 마른 여과지 상에 펼쳐 여분의 수분을 취하고 나서 함수시의 중량을 측정하는 것이 바람직하다. 건조는 수분을 날리기 위해 실온하에서 진공 건조를 행하는 것이 바람직하다. 성형체의 비중은 비중병을 이용하여 간편하게 측정할 수 있다.

[0126] 바람직한 빈 다공도 Pr(%)의 범위는 50 % 내지 90 %이고, 특히 60 % 내지 85 %가 바람직하다. 50 % 미만에서는 인 등의 흡착 대상 이온과 흡착 기질인 무기 이온 흡착체의 접촉 빈도가 불충분해지기 쉽다. 90 %를 초과하면, 성형체의 강도가 부족하기 쉽다.

[0127] 본 발명의 성형체의 무기 이온 흡착체의 담지량은, 성형체의 건조시의 중량을 Wd(g), 회분의 중량을 Wa(g)라고 할 때, 하기 수학식으로 표시되는 값을 말한다.

[0128] 
$$\text{담지량}(\%)=Wa/Wd\times 100$$

[0129] 여기서, 회분은 본 발명의 성형체를 800 ℃에서 2 시간 소성했을 때의 잔여분을 말한다.

[0130] 바람직한 담지량의 범위는 30 % 내지 95 %이고, 더욱 바람직하게는 40 % 내지 90 %이며, 특히 바람직하게는 65 % 내지 90 %이다. 30 % 미만이면 인 등의 흡착 대상 이온과 흡착 기질인 무기 이온 흡착체의 접촉 빈도가 불충분해지기 쉽고, 95 %를 초과하면 성형체의 강도가 부족하기 쉽다.

[0131] 본 발명의 방법에 따르면, 종래 기술의 침착법과는 달리, 흡착 기질과 유기 고분자 수지를 넣어 성형하기 때문에, 담지량을 많이 유지하고, 강도가 강한 성형체를 얻을 수 있다.

[0132] 본 발명의 성형체의 비표면적은, 하기 수학식으로 정의된다.

[0133] 
$$\text{비표면적}(m^2/cm^3)=S_{BET}\times\text{부피 비중}(g/cm^3)$$

[0134] 여기서, S<sub>BET</sub>는 성형체의 단위 중량당 비표면적(m<sup>2</sup>/g)이다.

[0135] 비표면적의 측정 방법은, 성형체를 실온에서 진공 건조한 후, BET법을 이용하여 측정한다.

[0136] 부피 비중의 측정 방법은, 입자상, 원주상, 중공 원주상 등의 형상이 짧은 것은 습윤 상태의 성형체를 메스실린더 등을 이용하여 겉보기 부피를 측정한다. 그 후, 실온에서 진공 건조하여 중량을 구한다.

[0137] 실 모양, 중공사상, 시트상의 형상이 긴 것에 대해서는, 습윤시의 단면적과 길이를 측정하여 양자의 곱으로부터 부피를 산출한다. 그 후, 실온에서 진공 건조하여 중량을 구한다.

[0138] 바람직한 비표면적의 범위는 5 m<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup> 내지 500 m<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup>이다. 5 m<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup> 미만이면 흡착 기질의 담지량 및 흡착 성능이 불충분해지기 쉽다. 500 m<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup>를 초과하면 성형체의 강도가 부족하기 쉽다.

[0139] 일반적으로 흡착 기질인 무기 이온 흡착체의 흡착 성능(흡착 용량)은, 비표면적에 비례하는 경우가 많다. 단위 부피당 표면적이 작으면, 칼럼이나 탱크에 충전했을 때의 흡착 용량, 흡착 성능이 작고, 고속 처리를 달성하기 어렵다.

[0140] 본 발명의 이온 흡착 처리 수단에서 흡착제로서 사용하는 다공성 성형체는, 다공질이고, 피브릴이 복잡하게 얽힌 삼차원 메쉬 구조를 취한다. 또한, 피브릴 자체도 공극을 갖기 때문에, 표면적이 크다는 특징을 갖는다. 여기서, 더 큰 비표면적을 갖는 흡착 기질(무기 이온 흡착체)을 담지시키기 때문에, 단위 부피당 표면적도 커지는 것이 특징이다.

[0141] 이어서, 본 발명의 이온 흡착 처리 수단에서 흡착제로서 사용하는 다공성 성형체의 제조 방법에 대하여 설명한다.

[0142] 본 발명의 이온 흡착 처리 수단에서 흡착제로서 사용하는 다공성 성형체의 제조 방법은, 유기 고분자 수지와 그 양용매와 무기 이온 흡착체와 수용성 고분자를 혼합한 후, 성형하여 빈용매 중에서 응고시키는 것을 특징으로

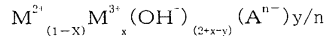
한다.

- [0143] 본 제조에서 사용하는 유기 고분자 수지는 특별히 한정되지 않지만, 습식 상 분리에 의한 다공화 수법이 가능한 것이 바람직하다. 예를 들면, 폴리술폰계 중합체, 폴리불화비닐리덴계 중합체, 폴리염화비닐리덴계 중합체, 아크릴로니트릴계 중합체, 폴리메타크릴산 메틸계 중합체, 폴리아미드계 중합체, 폴리이미드계 중합체, 셀룰로오스계 중합체, 에틸렌비닐알코올 공중합체계 중합체 등, 여러 종류를 들 수 있다. 특히, 수중에서의 비팽윤성과 생분해 내성, 또한 제조의 용이성으로부터 에틸렌비닐알코올 공중합체(EVOH), 폴리아크릴로니트릴(PAN), 폴리술폰(PS), 폴리불화비닐리덴(PVDF)이 바람직하며, 또한 친수성과 내약품성을 겸비한다는 점에서 에틸렌비닐알코올 공중합체(EVOH)가 바람직하다.
- [0144] 또한, 본 제조에 사용하는 양용매는 유기 고분자 수지 및 수용성 고분자를 모두 용해하는 것이면 어느 것이나 좋다. 예를 들면, 디메틸설폭사이드(DMSO), N-메틸-2-피롤리돈(NMP), 디메틸아세트아미드(DMAC), 디메틸포름아미드(DMF) 등이다. 이들 양용매는 1종 또는 혼합 용매로 할 수도 있다. 유기 고분자 수지의 양용매 중의 함유율에 특별히 한정은 없지만, 바람직하게는 5 내지 40 중량%이고, 더욱 바람직하게는 7 내지 30 중량%이다. 5 중량% 미만에서는 강도가 있는 성형체를 얻기 어렵다. 40 중량%를 초과하면 빈 다공도가 높은 다공성 성형체를 얻기 어렵다. 본 제조에 사용하는 수용성 고분자는 유기 고분자 수지와 상용성이 있는 것이라면 특별히 한정되지 않는다.
- [0145] 천연 고분자에서는 구아 검, 로카스트 빈 검, 카라기난, 아라비아 고무, 트래가칸트, 펙틴, 전분, 텍스트린, 젤라틴, 카제인, 콜라겐 등을 들 수 있다. 또한, 반합성 고분자에서는 메틸셀룰로오스, 에틸셀룰로오스, 히드록시에틸셀룰로오스, 에틸히드록시에틸셀룰로오스, 카르복시메틸 전분, 메틸 전분 등을 들 수 있다. 또한, 합성 고분자에서는 폴리비닐알코올, 폴리비닐피롤리돈, 폴리비닐메틸에테르, 카르복시비닐 중합체, 폴리아크릴산나트륨, 또한 테트라에틸렌글리콜, 트리에틸렌글리콜 등의 폴리에틸렌글리콜류를 들 수 있다. 이들 수용성 고분자 중에서도 생분해 내성을 갖는다는 점에서 합성 고분자가 바람직하다.
- [0146] 특히, 본 발명에서 사용하는 다공성 성형체와 같이, 연통 기공을 형성하는 피브릴 내부에도 공극을 갖는 구조를 발현하는 효과가 높다는 점에서, 수용성 고분자로서 폴리비닐피롤리돈을 사용하는 것이 특히 바람직하다. 폴리비닐피롤리돈의 중량 평균 분자량은 2,000 내지 2,000,000의 범위가 바람직하고, 2,000 내지 1,000,000의 범위가 보다 바람직하며, 2,000 내지 100,000의 범위가 더욱 바람직하다. 중량 평균 분자량이 2,000보다 작으면, 피브릴 내부에 공극을 갖는 구조를 발현시키는 효과가 낮아지는 경향이 있고, 2,000,000을 초과하면, 성형할 때의 점도가 상승하여 성형이 곤란해지는 경향이 있다.
- [0147] 본 발명에서 사용하는 다공성 성형체의 수용성 고분자의 함유량은, 성형체의 건조시의 중량을 Wd(g), 성형체로부터 추출한 수용성 고분자의 중량을 Ws(g)라고 할 때, 하기 수학적식으로 표시되는 값을 말한다.
- [0148] 함유량(%)=Ws/Wd×100
- [0149] 수용성 고분자의 함유량은 수용성 고분자의 종류, 분자량에 의해 좌우되지만, 0.001 내지 10 %인 것이 바람직하고, 0.01 내지 1 %인 것이 보다 바람직하다. 0.001 % 미만에서는 성형체의 표면을 개구시키는 데 효과가 충분하지 못한 경우가 있으며, 10 %를 초과하면 상대적으로 중합체 농도가 떨어져 강도가 충분하지 못한 경우가 있다.
- [0150] 여기서, 성형체 중의 수용성 고분자의 중량 Ws는, 다음과 같이 하여 측정한다. 우선, 건조한 성형체를 유발 등으로 분쇄한 후, 상기 분쇄물로부터 수용성 고분자의 양용매를 이용하여 수용성 고분자를 추출하고, 이어서 상기 추출액을 증발 건조하여 추출한 수용성 고분자의 중량을 구한다.
- [0151] 또한, 추출한 증발 건조물의 동정과, 피브릴 중에 잔존하여 추출되지 않은 수용성 고분자의 유무 확인은, 적외 흡수 스펙트럼(IR) 등으로 측정할 수 있다. 또한, 피브릴 중에 잔존하여 추출되지 않은 수용성 고분자가 있는 경우에는, 다공성 성형체를 유기 고분자 수지와 수용성 고분자의 양쪽의 양용매로 용해한 후, 무기 이온 흡착체를 여과하여 제거한 액체를 제조하고, 이어서 상기 액체를 GPC 등을 이용해서 분석하여 수용성 고분자의 함유량을 정량할 수 있다.
- [0152] 수용성 고분자의 함유량은, 수용성 고분자의 분자량, 유기 고분자 수지와 그의 양용매의 조합으로 적절하게 조정이 가능하다. 예를 들면, 분자량이 높은 수용성 고분자를 사용하면, 유기 고분자 수지와 분자량의 조합이 견고해지고, 성형시에 빈용매측으로 이행하기 어려워져 함유량을 높일 수 있다.
- [0153] 본 발명에서 사용하는 다공성 성형체에 함유되는 무기 이온 흡착체란, 이온 흡착 현상을 나타내는 무기 물질을

말한다.

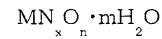
- [0154] 예를 들면, 천연물에서는 제올라이트나 몬모릴로나이트, 각종 광물성 물질이 있으며, 합성물계에서는 금속 산화물 등이 있다. 전자는 알루미늄 규산염에서 단일층 격자를 갖는 카올린 광물, 2층 격자 구조의 백운모, 해녹석, 녹소토, 피로피라이트, 탈크, 3차원 골조 구조의 장석, 제올라이트 등으로 대표된다. 후자는 다가 금속의 염, 금속 산화물, 불용성 헤테로폴리산염, 불용성 헥사시아노철산염 등이 주요한 것이다.
- [0155] 다가 금속의 염으로서는, 하기 화학식 II의 히드로탈사이트계 화합물을 들 수 있다.

**화학식 II**



- [0156]
- [0157] 식 중,  $M^{2+}$ 는  $Mg^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ , 및  $Cu^{2+}$ 로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상의 2가 금속 이온을 나타내고,  $M^{3+}$ 는  $Al^{3+}$  및  $Fe^{3+}$ 로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상의 3가 금속 이온을 나타내고,  $A^{n-}$ 는 n가 음이온을 나타내며,  $0.1 \leq x \leq 0.5$ 이고,  $0.1 \leq y \leq 0.5$ 이고, n은 1 또는 2이다.
- [0158] 금속 산화물이란, 하기 화학식 I로 표시할 수 있다.

[0159] <화학식 I>



- [0160]
- [0161] 식 중, x는 0 내지 3, n은 1 내지 4, m은 0 내지 6이고, M 및 N은 서로 상이하며 Ti, Zr, Sn, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Al, Si, Cr, Co, Ga, Fe, Mn, Ni, V, Ge, Nb 및 Ta로 이루어지는 군으로부터 선택되는 금속 원소이다.

[0162] 본 발명에서 말하는 금속 산화물이란, 화학식 I 중의 m이 0으로 표시되는 미수화(미함수)의 금속 산화물일 수도 있으며, m이 0 이외의 수치로 표시될 수 있는 수화(함수) 금속 산화물일 수도 있다.

[0163] 또한, 화학식 I 중의 x가 0 이외의 수치인 경우의 금속 산화물은, 함유되는 각 금속 원소가 규칙성을 갖고 산화물 전체에 균일하게 분포하며, 예를 들면 페로브스카이트 구조, 스피넬 구조 등을 형성하고, 니켈 페라이트 ( $NiFe_2O_4$ ), 지르코늄의 함수 아철산염( $Zr \cdot Fe_2O_4 \cdot mH_2O$ , m은 0.5 내지 6)과 같이 금속 산화물에 함유되는 각 금속 원소의 조성비가 일정하게 정해진 화학식으로 표시되는 복합 금속 산화물이다.

[0164] 본 발명의 다공성 성형체에 담지시키는 무기 이온 흡착체로서는, 인, 붕소, 불소, 비소의 흡착 성능이 우수하다는 점에서, 상기 화학식 I로 표시되고, 하기 (a) 내지 (c) 중 어느 하나의 군으로부터 선택되는 금속 산화물의 1종 또는 2종 이상의 혼합물인 것이 바람직하다.

- [0165] (a) 수화 산화티탄, 수화 산화지르코늄, 수화 산화주석, 수화 산화세륨, 수화 산화란탄 및 수화 산화이트륨
- [0166] (b) 티탄, 지르코늄, 주석, 세륨, 란탄 및 이트륨으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 금속 원소와, 알루미늄, 규소 및 철로 이루어지는 군으로부터 선택되는 금속 원소의 복합 금속 산화물
- [0167] (c) 활성 알루미늄

[0168] 또한, 황산알루미늄 침착 활성 알루미늄, 황산알루미늄 침착 활성탄 등도 바람직하다.

[0169] 본 발명에서 사용하는 화학식 I로 표시되는 금속 산화물이란, M, N 이외의 금속 원소가 고용한 것일 수도 있다. 예를 들면, 화학식 I에 따라  $ZrO_2 \cdot mH_2O$ 라는 화학식으로 표시되는 수화 산화지르코늄이란, 철이 고용한 수화 산화지르코늄일 수도 있다.

[0170] 본 발명에서 사용하는 무기 이온 흡착체는, 화학식 I로 표시되는 금속 산화물을 복수종 함유할 수도 있다. 각 금속 산화물의 분포 상태에 대해서는 특별히 제한은 없지만, 각 금속 산화물이 갖는 특성을 유효하게 활용하고, 보다 비용 퍼포먼스가 우수한 무기 이온 흡착체를 얻기 위해서는, 특정한 금속 산화물의 주위를 다른 금속 산화물이 피복한 혼합체 구조로 하는 것이 바람직하다. 이러한 구조로서는 사삼산화철의 주위를 수화 산화지르코늄이 피복한 구조를 예시할 수 있다.

[0171] 또한, 본 발명에서 말하는 금속 산화물과는 다른 원소를 고용하고 있는 금속 산화물도 포함하기 위해, 지르코늄



이 고용된 사삼산화철의 주위를 철이 고용된 수화 산화지르코늄이 피복한 구조도 바람직한 예로서 예시할 수 있다.

- [0172] 상술한 예에 있어서는, 수화 산화지르코늄은 인, 붕소, 불소, 비소 등의 이온에 대한 흡착 성능이나 반복 사용에 대한 내구 성능은 높지만, 고가이다. 한편, 사삼산화철은 수화 산화지르코늄과 비교하여 인, 붕소, 불소, 비소 등의 이온에 대한 흡착 성능이나 반복 사용에 대한 내구 성능은 낮지만, 매우 저렴하다.
- [0173] 따라서, 사삼산화철의 주위를 수화 산화지르코늄으로 피복한 구조로 한 경우, 이온의 흡착에 관여하는 무기 이온 흡착체의 표면 부근은 흡착 성능, 내구 성능이 높은 수화 산화지르코늄이 되는 한편, 흡착에 관여하지 않는 내부는 저렴한 사삼산화철이 되기 때문에, 고흡착 성능, 고내구 성능이고, 저가의, 즉 비용 퍼포먼스가 매우 우수한 흡착제로서 사용할 수 있는 다공성 성형체가 얻어진다.
- [0174] 또한, 인, 붕소, 불소, 비소의 환경이나 건강에 유해한 이온의 흡착 제거에 대하여 비용 퍼포먼스가 우수한 흡착체를 얻는다는 관점에서는, 본 발명에서 사용하는 무기 이온 흡착체는, 화학식 I 중의 M 및 N의 한쪽 이상이 알루미늄, 규소 및 철로 이루어지는 군으로부터 선택되는 금속 원소인 금속 산화물의 주위를, 화학식 I 중의 M 및 N의 한쪽 이상이 티탄, 지르코늄, 주석, 세륨, 란타넘 및 이트륨으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 금속 원소인 금속 산화물로 피복한 구조로 구성되어 있는 것이 바람직하다.
- [0175] 이 경우, 무기 이온 흡착체 중의 알루미늄, 규소 및 철로 이루어지는 군으로부터 선택되는 금속 원소의 함유 비율은, 알루미늄, 규소 및 철로 이루어지는 군으로부터 선택되는 금속 원소와, 티탄, 지르코늄, 주석, 세륨, 란타넘 및 이트륨으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 금속 원소의 합계 몰수를 T, 알루미늄, 규소 및 철로 이루어지는 군으로부터 선택되는 금속 원소의 몰수를 F로 하여, F/T(몰비)가 0.01 내지 0.95의 범위인 것이 바람직하고, 0.1 내지 0.90의 범위인 것이 보다 바람직하고, 0.2 내지 0.85인 것이 더욱 바람직하고, 0.3 내지 0.80인 것이 특히 바람직하다. F/T(몰비)의 값을 지나치게 크게 하면, 흡착 성능, 내구 성능이 낮아지는 경향이 있고, 작아지면 저가격화에 대한 효과가 작아진다.
- [0176] 또한, 금속에 따라서는, 금속 원소의 산화수가 상이한 복수의 형태의 금속 산화물이 존재하는데, 무기 이온 흡착체 중에서 안정하게 존재할 수 있는 것이라면, 그 형태에 제한은 없다. 예를 들면, 철의 산화물인 경우에는, 공기 중에서의 산화 안정성의 문제로부터 수화 산화제2철( $Fe_{0.5} \cdot nH_2O$ ) 또는 수화 사삼산화철( $Fe_{0.33} \cdot nH_2O$ )인 것이 바람직하다.
- [0177] 또한, 본 발명의 무기 이온 흡착체는, 그의 제조 방법 등에 기인하여 혼입하는 불순물 원소를 본 발명의 목적 달성을 이탈하지 않는 범위에서 함유할 수도 있다. 혼입될 가능성이 있는 불순물 원소로서는 질소(질산 형태, 아질산 형태, 암모늄 형태), 나트륨, 마그네슘, 황, 염소, 칼륨, 칼슘, 구리, 아연, 브롬, 바륨, 하프늄 등을 생각할 수 있다.
- [0178] 또한, 무기 이온 흡착체는 그 비표면적이 흡착 성능이나 내구 성능에 영향을 주기 때문에, 비표면적이 일정한 범위 내인 것이 바람직하다. 구체적으로는 질소 흡착법으로 구한 BET 비표면적이 20 내지  $1000 \text{ m}^2/\text{g}$ 인 것이 바람직하고, 30 내지  $800 \text{ m}^2/\text{g}$ 인 것이 보다 바람직하고, 50 내지  $600 \text{ m}^2/\text{g}$ 인 것이 더욱 바람직하고, 60 내지  $500 \text{ m}^2/\text{g}$ 인 것이 특히 바람직하다. BET 비표면적이 지나치게 작으면 흡착 성능이 저하되고, 지나치게 크면 산이나 알칼리에 대한 용해성이 커져, 그 결과 반복 사용에 대한 내구 성능이 저하된다.
- [0179] 본 발명에서 사용되는 화학식 I로 표시되는 금속 산화물의 제조 방법은 특별히 한정되지 않지만, 예를 들면 다음과 같은 방법에 의해 제조된다. 상기 금속의 염화물, 황산염, 질산염 등의 염류 수용액 중에 알칼리 용액을 첨가하여 얻어진 침전물을 여과, 세정한 후 건조한다. 건조는 풍건하거나, 또는 약  $150 \text{ }^\circ\text{C}$  이하, 바람직하게는 약  $90 \text{ }^\circ\text{C}$  이하에서 약 1 내지 20 시간 정도 건조한다.
- [0180] 이어서, 화학식 I 중의 M 및 N의 한쪽 이상이 알루미늄, 규소 및 철로 이루어지는 군으로부터 선택되는 금속 원소인 금속 산화물의 주위를, 화학식 I 중의 M 및 N의 한쪽 이상이 티탄, 지르코늄, 주석, 세륨, 란타넘 및 이트륨으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 금속 원소인 금속 산화물로 피복한 구조로 구성되어 있는 무기 이온 흡착체의 제조 방법을, 사삼산화철의 주위를 산화지르코늄이 피복한 구조의 무기 이온 흡착체를 제조하는 경우를 예로 들어 설명한다.
- [0181] 우선, 지르코늄의 염화물, 질산염, 황산염 등의 염과, 철의 염화물, 질산염, 황산염 등의 염을, 상술한 F/T(몰비)가 원하는 값이 되도록 혼합한 염류 수용액을 제조한다. 그 후, 알칼리 수용액을 첨가하여, pH를 8 내지

9.5, 바람직하게는 8.5 내지 9로 조정하여 침전물을 생성시킨다. 그 후, 수용액의 온도를 50 °C로 하고, pH를 8 내지 9.5, 바람직하게는 8.5 내지 9로 유지하면서 공기를 불어넣고, 액상에 제1철 이온을 검출할 수 없을 때까지 산화 처리한다. 생성된 침전을 여과 분리하고, 수세한 후 건조한다. 건조는 풍건하거나, 또는 약 150 °C 이하, 바람직하게는 약 90 °C 이하에서 약 1 내지 20 시간 정도 건조한다. 건조 후의 함수율은 약 6 내지 30 중량%의 범위 내에 들어가는 것이 바람직하다. 건조 후의 함수율이란, 건조 후의 침전을 실온에서부터 1000 °C까지 가열했을 때의 중량 감소율이다.

[0182] 상술한 제조 방법에서 사용되는 지르코늄의 염으로는 옥시염화지르코늄( $ZrOCl_2$ ), 염화지르코늄( $ZrCl_4$ ), 질산지르코늄( $Zr(NO_3)_4$ ), 황산지르코늄( $Zr(SO_4)_2$ ) 등을 들 수 있다. 이들은, 예를 들면  $Zr(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$  등과 같이 함수염일 수도 있다. 이들 금속염은, 통상적으로 1 ℓ 중에 약 0.05 내지 2.0 몰의 용액상으로 사용된다.

[0183] 상술한 제조 방법에서 사용되는 철의 염으로는 황산제1철( $FeSO_4$ ), 질산제1철( $Fe(NO_3)_2$ ), 염화제1철( $FeCl_2$ ) 등의 제1철염을 들 수 있다. 이들도  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  등의 함수염일 수도 있다.

[0184] 이들 제1철염은, 통상적으로 고형물로 첨가되는데, 용액상으로 첨가될 수도 있다.

[0185] 알칼리로서는, 예를 들면 수산화나트륨, 수산화칼륨, 수산화칼슘, 암모니아, 탄산나트륨 등을 들 수 있다. 이들은 바람직하게는 약 5 내지 20 중량%의 수용액으로 사용된다. 산화성 가스를 취입하는 경우, 그 시간은 산화성 가스의 종류 등에 따라 상이하지만, 통상 약 1 내지 10 시간 정도이다. 산화제로서는, 예를 들면 과산화수소, 차아염소산나트륨, 차아염소산칼륨 등이 사용된다.

[0186] 본 발명의 무기 이온 흡착체는 가능한 한 미립자인 것이 바람직하며, 그 입경은 0.01  $\mu m$  내지 100  $\mu m$ , 바람직하게는 0.01  $\mu m$  내지 50  $\mu m$ , 더욱 바람직하게는 0.01  $\mu m$  내지 30  $\mu m$ 의 범위이다.

[0187] 입경이 0.01  $\mu m$ 보다 작으면 제조시의 슬러리 점도가 상승하여 성형하기 어려운 경향이 있고, 100  $\mu m$ 보다 크면 비표면적이 작아지기 때문에 흡착 성능이 저하되는 경향이 있다.

[0188] 여기서 말하는 입경이란, 1차 입자와, 1차 입자가 응집한 2차 입자의 양쪽 또는 혼합물의 입경을 말한다. 본 발명에서 사용하는 다공성 성형체에 함유되는 무기 이온 흡착체의 입경은, 레이저광에 의한 회절의 산란광 강도의 각도 분포로부터 구한 구 해당 직경의 모드 직경(최빈도 입경)이다.

[0189] 본 제조 방법에서 반응매로서는, 예를 들면 물이나, 메탄올, 에탄올 등의 알코올류, 에테르류, n-헥산, n-헵탄 등의 지방족 탄화수소류 등의 유기 고분자 수지를 용해하지 않는 액체가 사용되는데, 물을 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 반응매 중에 유기 고분자 수지의 양용매를 약간 첨가함으로써 응고 속도를 조절하는 것도 가능하다. 바람직한 고분자 수지의 양용매와 물의 혼합비(양용매/물의 백분율)는 0 % 내지 40 %이고, 0 % 내지 30 %가 보다 바람직하다. 혼합비가 40 %를 초과하면, 응고 속도가 느려지기 때문에, 액적 등으로 성형한 중합체 용액이 반응매 증으로 돌입할 때, 및 반응매 중을 이동 중에 반응매와 성형체 사이에서 마찰 저항의 영향을 받아 형상이 왜곡되는 경향이 있다.

[0190] 반응매의 온도는 특별히 한정되는 것은 아니지만, 바람직하게는 -30 °C 내지 90 °C, 보다 바람직하게는 0 °C 내지 90 °C, 더욱 바람직하게는 0 °C 내지 80 °C이다. 반응매의 온도가 90 °C를 초과하거나 또는 -30 °C 미만이면, 반응매 중의 성형체의 상태가 안정되기 어렵다.

[0191] 이어서, 본 발명의 다공성 성형체를 흡착제로서 사용한 이온 흡착 처리에 대하여 설명한다.

[0192] 본 발명에서 사용하는 다공성 성형체는, 물과 접촉시켜 수중의 이온을 흡착 제거하는 흡착제로서 사용하는 데 적합하다.

[0193] 본 발명에서 사용하는 다공성 성형체가 흡착 대상으로 하는 이온은 음이온, 양이온으로 특별히 한정되지 않는다. 예를 들면, 음이온에서는 인(인산 이온), 불소(불화물 이온), 비소(비산 이온, 아비산 이온), 붕소(붕산 이온), 요오드 이온, 염소 이온, 황산 이온, 질산 이온, 아질산 이온, 및 아세트산 등의 각종 유기산의 이온을 들 수 있다.

[0194] 또한, 양이온에서는 나트륨, 칼륨, 칼슘, 카드뮴, 납, 크롬, 코발트, 스트론튬, 및 세슘 등을 들 수 있다.

[0195] 특히, 무기 이온 흡착체는, 어떤 특정한 이온에 대하여 특이적인 선택성을 나타내는 특징을 갖기 때문에, 하수나 산업 배수와 같이 잡다한 이온이 공존하는 것 중에서 인 등의 이온을 제거하는 데 적합하다.

- [0196] 구체적으로 인, 붕소, 불소, 비소 이온의 흡착 제거에는, 무기 이온 흡착체로서, 하기 (a) 내지 (c) 중 어느 하나의 군으로부터 선택된 1종의 금속 산화물 또는 2종 이상의 금속 산화물의 혼합물인 것이 바람직하다.
- [0197] (a) 수화 산화티탄, 수화 산화지르코늄, 수화 산화주석, 수화 산화세륨, 수화 산화란탄 및 수화 산화이트륨
- [0198] (b) 티탄, 지르코늄, 주석, 세륨, 란탄 및 이트륨으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 금속 원소와, 알루미늄, 규소 및 철로 이루어지는 군으로부터 선택되는 금속 원소의 복합 금속 산화물
- [0199] (c) 활성 알루미늄
- [0200] 본 발명의 다공성 성형체를 흡착체로서 수처리 용도에 사용하는 경우에는, 통상, 다공성 성형체는 용기 내에 충전하여 사용되는데, 그 용기의 형상이나 다공성 성형체의 충전층의 형상에 대해서는, 다공성 성형체와 처리 대상인 물이 접촉할 수 있는 것이라면 특별히 제한은 없으며, 예를 들면 원통상, 원주상, 다각주상, 박스상의 용기를 들 수 있다. 바람직하게는 칼럼이나 흡착탑에 충전하여 피처리수를 통액하여 접촉시키는 것이, 다공성 성형체의 특징인 높은 접촉 효율을 충분히 이끌어낼 수 있다.
- [0201] 이들 용기에는 용기로부터 다공성 성형체가 유출되지 않는 고액 분리 기구, 예를 들면 눈이나 메쉬 등을 구비하는 것이 바람직하다.
- [0202] 용기의 재질은 특별히 한정되는 것이 아니지만, 스테인레스, FRP(유리 섬유가 들어간 강화 플라스틱), 유리, 각종 플라스틱을 들 수 있다. 내산성을 고려하여 내면을 고무나 불소 수지 라이닝으로 할 수도 있다.
- [0203] 다공성 성형체와 처리 대상인 물의 접촉 방식에 대해서도, 다공성 성형체와 처리 대상인 물이 접촉할 수 있는 것이라면 특별히 제한은 없다. 다공성 성형체의 충전층을 고정상으로 하는 경우, 원주상, 다각주상, 박스상의 다공성 성형체의 충전층에 상승류 또는 하강류로 통수하는 방식, 또는 원통상의 다공성 성형체의 충전층에 원주 방향 외측으로부터 통 안쪽으로 통수하는 외압 방식, 그 반대 방향으로 통수하는 내압 방식, 박스상의 충전층에 수평 방향으로 통수하는 방식 등을 예시할 수 있다. 또한, 다공성 성형체의 충전층을 유동상 방식으로 할 수도 있다.
- [0204] 본 발명에서의 이온 흡착 처리는, 후술하는 탈착 처리와 활성화 처리를, 흡착 처리를 행하는 동일 현장에서 행하는 것이 일반적이다. 그러나, 현장에 충분한 공간이 없거나, 또는 탈착 빈도가 적어 다공성 성형체를 충전한 용기의 교환에 충분한 시간이 취해지는 경우에는, 다공성 성형체를 충전한 용기를 장치로부터 제거하고, 흡착 능력을 갖는 다공성 성형체를 충전한 새로운 용기와 교환할 수도 있다. 제거한 용기 내의 다공성 성형체는, 별도로 탈착 처리, 활성화 처리의 시설이 정비된 공장 등에서 처리하여 재생 이용할 수 있다.
- [0205] 또한, 본 발명에 있어서, 다공성 성형체를 흡착체로서 사용하는 이온 흡착 처리 수단의 구성 형태는 특별히 한정되는 것이 아니지만, 회전 목마 방식(merry-go-around)으로 하는 것이 바람직하다.
- [0206] 회전 목마 방식이란, 복수의 흡착 처리 수단을 직렬로 배치하여 유수를 행하고, 전단계에 배치한 이온 흡착 처리 수단의 흡착 능력이 저하되면, 그 이온 흡착 처리 수단에서의 통수를 정지함과 동시에, 후단계에 위치하고 있던 이온 흡착 처리 수단을 가장 전단계로 하여 통수하는 것과 같이, 차례로 전단계에서부터 시간차로 복수의 이온 흡착 처리 수단에 통수함으로써, 연속하여 수질이 안정된 처리수를 얻는 방식을 말한다.
- [0207] 다공성 성형체의 흡착 능력이 저하된 이온 흡착 처리 수단에 대해서는, 역세척, 탈착, 활성화 등의 처리를 차례로 행하여, 사용하고 있는 다공성 성형체의 흡착 능력을 재생시켜 다음 흡착 처리의 순서가 올 때까지 대기시킨다. 이 경우에도 탈착 빈도가 적고, 해당 이온 흡착 처리 수단의 교환에 충분한 시간이 취해지는 경우 등에는, 해당 이온 처리 수단만을 수처리 장치로부터 제거하고, 흡착 능력을 갖는 이온 흡착 처리 수단과 교환할 수도 있다. 제거한 이온 흡착 처리 수단 내의 다공성 성형체는, 상술한 바와 같이 탈착 처리, 활성화 처리의 시설이 정비된 공장 등에서 처리하여 재생 이용할 수 있다.
- [0208] 회전 목마 방식의 바람직한 실시 형태에 대하여, 도 2에 기초하여 이온 흡착 처리 수단으로서 흡착제 충전탑을 선택하고, 흡착 수지탑을 3탑 설치한 경우에 대하여 설명하지만, 실시 형태는 이것으로 한정되는 것이 아니다.
- [0209] 도 2에 있어서, 현재의 각 밸브의 상태는 V1-개방, V2-폐쇄, V3-폐쇄, V4-폐쇄, V5-개방, V6-폐쇄, V7-개방, V8-폐쇄, V9-폐쇄이며, 원수는 (V1), 흡착탑 (A), (V7), 검출기 (1), 흡착탑 (B), (V5)의 순서로 통수되고 있다.
- [0210] 현재, 전단계의 흡착탑 (A)와 후단계의 흡착탑 (B) 사이에는 검출기 (1)이 설치되어, 흡착탑 (A)의 처리수의 수질을 항상 감시하고 있다. 검출기 (1)의 수질이 규정치를 초과하면, 흡착탑 (A)의 흡착 용량이 가득차다고 판

단되어, 각 밸브의 상태를 V1-폐쇄, V2-폐쇄, V-3-폐쇄, V4-폐쇄, V5-폐쇄, V6-개방, V7-폐쇄, V8-개방, V9-폐쇄로서, 원수를 (V2), 흡착탑 (B), (V8), 검출기 (2), 흡착탑 (C), (V6)의 순서로 통수한다. 즉, 흡착탑 (B)를 전단계, 흡착탑 (C)를 후단계로서 통수한다. (V1)과 (V9)의 사이에는 검출기 (3)이 설치되어 있다.

- [0211] 이 때, 흡착 용량이 가득찬 흡착탑 (A)는, 역세척, 탈착, 활성화 공정이 행해지고, 이어서 흡착탑 (B)의 흡착 용량이 가득차며, 흡착탑 (C)가 전단계, 흡착탑 (A)가 후단계의 순서로 통수가 개시될 때까지 대기하고 있다.
- [0212] 검출기는 처리 대상으로 하는 이온 종류에 따라 적절하게 선택이 가능하다. 구체적으로는 전도도계, 인산 이온 농도계, 불소 이온 농도계, pH 등을 들 수 있다. 또한, 온라인으로 감시하는 것으로 한정되지 않고, 오프라인에서 샘플링한 처리수를, 예를 들면 ICP 발광 분석법 등을 이용하여 수질을 관리할 수도 있다.
- [0213] 또한, 검출기는 전단계의 흡착탑의 흡착 용량을 검지하기 위해 설치하는 것이 바람직하지만, 본 발명에서는 이 검지기를 생략하고, 통수 시간 동안 흡착탑의 전환을 관리할 수도 있다.
- [0214] 직렬로 배열하는 이온 흡착 처리 수단의 수는 특별히 한정되는 것이 아니지만, 통상 2 내지 5의 범위에서 선택된다. 배열하는 이온 흡착 처리 수단의 수가 5를 초과하면, 이니셜 비용이 고액이 되는 경향이 있다.
- [0215] 본 발명의 수처리 장치는, 수중의 현탁 물질을 분리 제거하는 현탁 물질 제거 수단을 이온 흡착 처리 수단보다 전단계에 설치하는 것이 바람직하다. 미리 수중의 현탁 물질을 제거함으로써 다공성 성형체 표면의 폐색을 방지할 수 있고, 본 발명에서 사용하는 다공성 성형체의 흡착 성능을 충분히 발휘할 수 있다. 바람직한 현탁 물질 제거 수단으로서는 응집 침전 처리, 침강 분리 처리, 모래 여과 처리, 막 분리 처리를 들 수 있다. 특히, 설치 면적이 적어 청정한 여과수가 얻어지는 막 분리 처리가 바람직하다. 바람직한 막 분리 처리는 역침투막 (RO), 한외 여과막(UF), 정밀 여과막(MF) 등을 들 수 있다. 막의 형태는 평막, 중공사, 플리츠, 나선상, 튜브 등, 한정되지 않는다.
- [0216] 본 발명의 흡착 처리에서는 제거 대상으로 하는 이온과 다공성 성형체 중에 함유되어 있는 무기 이온 흡착체의 조합에 의해, 피처리수의 pH를 바람직한 pH로 조정한 후, 제거 대상 이온을 흡착하는 것이 바람직하다.
- [0217] 예를 들면, 수중의 인을 제거 대상으로 하고, 수화 산화지르코늄 또는 사삼산화철을 수화 산화지르코늄으로 피복한 구조의 무기 이온 흡착체를 사용한 경우의 pH 조정 범위는 pH 1.5 내지 10의 범위이고, 더욱 바람직하게는 pH 2 내지 7이다.
- [0218] 또한, 수중의 붕소를 제거 대상으로 하고, 수화 산화세륨 또는 사삼산화철을 수화 산화세륨으로 피복한 구조의 무기 이온 흡착체를 사용한 경우의 pH 조정 범위는 pH 3 내지 10의 범위이고, 더욱 바람직하게는 pH 5 내지 8이다.
- [0219] 또한, 수중의 불소를 제거 대상으로 하고, 수화 산화세륨 또는 사삼산화철을 수화 산화지르코늄으로 피복한 구조의 무기 이온 흡착체를 사용한 경우의 pH 조정 범위는 pH 1 내지 7의 범위이고, 더욱 바람직하게는 pH 2 내지 5이다.
- [0220] 또한, 액체 중의 비소를 제거 대상으로 하고, 수화 산화세륨 또는 사삼산화철을 수화 산화세륨으로 피복한 구조의 무기 이온 흡착체를 사용한 경우의 pH 조정 범위는 pH 3 내지 12의 범위이고, 더욱 바람직하게는 pH 5 내지 9이다.
- [0221] 본 발명에서 사용하는 다공성 성형체는, 알칼리 수용액과 접촉시켜 흡착한 음이온을 탈착시킨 후, 산성 수용액으로 처리함으로써 다시 음이온의 흡착 성능을 회복시킬 수 있다(재생 처리). 다공성 성형체를 재생 이용함으로써 비용을 절감할 수 있을 뿐만 아니라, 폐기물이 감소된다는 효과가 있다. 특히, 본 발명의 다공성 성형체는 반복 사용에 대한 내구성이 우수하다.
- [0222] 알칼리 수용액(탈착액)의 pH의 범위는, pH 10 이상이면 음이온을 탈착시킬 수 있지만, 바람직하게는 pH 12 이상, 보다 바람직하게는 pH 13 이상이다. 알칼리 수용액의 농도는 0.1 중량% 내지 30 중량%의 범위이고, 더욱 바람직하게는 0.5 중량% 내지 20 중량%의 범위이다. 0.1 중량%보다 얇으면 탈착 효율이 낮아지고, 30 중량%보다 진하면 알칼리의 약제 비용이 증가해 버리는 경향이 있다.
- [0223] 탈착액의 통액 속도는 특별히 제한은 없지만, 통상 SV 0.5 내지 15 (hr<sup>-1</sup>)의 범위가 바람직하다. SV가 0.5보다 낮으면 탈착 시간이 장시간이 되어 비효율적이 되는 경향이 있고, SV가 15보다 크면 다공성 성형체와 탈착액의 접촉 시간이 짧아져 탈착 효율이 저하되는 경향이 있다. 탈착액으로서 사용하는 알칼리 수용액의 종류는 특별히 제한은 없지만, 통상, 수산화나트륨 수용액, 수산화칼륨 수용액, 수산화암모늄 등의 무기 알칼리, 및 유기

아민류 등이 사용된다. 그 중에서도 수산화나트륨, 수산화칼륨은 탈착 효율이 높아 특히 바람직하다.

[0224] 탈착 처리에 사용한 후의 탈착액은 다공성 성형체로부터 탈착한 제거 대상 이온을 함유하고 있는데, 본 발명의 수처리 장치는, 그 탈착액 중에 제거 대상 이온의 난용성염을 정석시키는 정석 수단과, 생성된 정석물을 알칼리 수용액 중으로부터 분리하는 고액 분리 수단을 갖고 있는 것이 바람직하다. 그에 따라 탈착액의 재이용 및 탈착한 제거 대상 이온의 회수가 용이해진다.

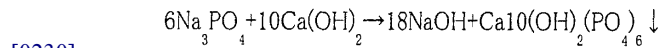
[0225] 정석 처리 및 정석물의 고액 분리 처리는, 예를 들면 이하와 같이 실시할 수 있다.

[0226] 제거 대상 이온을 흡착한 본 발명의 다공성 성형체에 탈착액을 접촉시켜, 탈착액 중에 제거 대상 이온을 탈착시킨다. 그 액체 중에 제거 대상 이온과 침전을 일으키는 정석 약제를 첨가하고, 생성된 침전(정석물)을 고액 분리 처리에 의해 알칼리 수용액과 분리 회수한다.

[0227] 정석 약제로서는 금속의 수산화물을 들 수 있다. 금속의 수산화물은 금속음이 인, 붕소, 불소, 비소와 같은 음이온과 결합하여 침전물을 생성한다. 또한, 수산화물이 흡착되어 있는 음이온을 탈착시키는 알칼리 수용액의 알칼리원이 되기 때문에, 탈착 처리에 사용한 알칼리 수용액을 회수, 재순환시킴으로써 클로즈한 계로 할 수 있다. 구체적인 정석 약제로서는 수산화나트륨, 수산화알루미늄, 수산화마그네슘, 수산화칼슘을 들 수 있다.

[0228] 난용성 침전물, 즉 용해도가 낮은 침전이 얻어진다는 점에서 다가 금속의 수산화물이 바람직하며, 구체적으로는 수산화알루미늄, 수산화마그네슘, 수산화칼슘이 특히 바람직하다. 특히, 비용면에서 수산화칼슘이 바람직하다.

[0229] 예를 들면, 제거 대상 이온인 인이 인산나트륨으로서 존재하는 경우에는, 하기 반응식에 따라 탈착액을 분리 회수할 수 있다. 또한, 정석한 인산칼슘은 비료 등에 재자원화가 가능하다.



[0231] 금속의 수산화물의 첨가량은 특별히 제한은 없지만, 대상으로 하는 이온에 대하여 1 내지 4배 당량이다. 첨가량이 등몰 이하에서는 침전 제거 효율이 낮아지고, 4배 당량을 초과하면 제거 효율은 거의 변하지 않기 때문에 경제적으로 불리해지는 경향이 있다.

[0232] 침전 제거하는 경우의 pH는 6 이상인 것이 바람직하며, 또한 탈착액을 회수하여 재이용하는 것을 고려하면 pH 12 이상, 바람직하게는 pH 13 이상으로 유지하는 것이 바람직하다. 침전 처리시의 pH가 6보다 낮으면, 침전물의 용해도가 커져 침전 효율이 저하된다.

[0233] 침전 제거하는 경우, 금속 수산화물 외에 황산알루미늄, 폴리염화알루미늄 등의 무기계 응집제나 고분자 응집제를 병용할 수도 있다.

[0234] 또한, 본 발명에서의 바람직한 제거 대상 이온의 정석 처리는, 탈착 처리에 사용하여 제거 대상 이온을 함유한 탈착액을 냉각하고, 침전물을 정석시켜 분리함으로써 탈착액을 재이용 가능한 것으로 하며, 제거 대상 이온을 침전물로서 분리 회수하는 것이다.

[0235] 따라서, 본 발명의 수처리 장치는, 이온 흡착 처리 수단에서 사용한 다공성 성형체와 접촉하여 제거 대상 이온을 함유하고 있는 탈착액의 냉각 수단을 갖고 있는 것이 더욱 바람직하다.

[0236] 상기 냉각에 의한 탈착 이온의 정석 처리는, 특히 인산 이온을 흡착한 다공성 성형체를, 수산화나트륨 수용액을 탈착액으로서 사용하여 탈착한 경우에 바람직하게 적용할 수 있다.

[0237] 냉각 수단 및 방법은 특별히 한정되는 것은 아니지만, 통상의 틸러나 열 교환기 등을 이용하여 냉각할 수 있다.

[0238] 냉각 온도는 탈착한 이온을 정석할 수 있는 온도라면 특별히 제한되지 않지만, 5 내지 25 °C의 범위가 바람직하고, 5 내지 10 °C의 범위가 더욱 바람직하다. 5 °C 미만에서는 냉각 에너지가 많이 필요하여 경제적으로 불리해지는 경향이 있고, 25 °C보다 높으면 침전물을 정석시키는 효과가 낮은 경향이 있다.

[0239] 또한, 냉각에 의한 인산나트륨의 정석을 효과적으로 행하기 위해, 새롭게 수산화나트륨을 첨가하여 탈착액 중의 수산화나트륨 농도를 높일 수도 있다.

[0240] 탈착액 중으로부터의 침전(정석물)의 고액 분리 수단은 특별히 한정되지 않지만, 통상, 필터 프레스, 침강 분리, 원심 분리, 벨트 프레스기, 스크류 프레스기, 막 분리법 등을 이용할 수 있으며, 특히 설치 면적이 적어 청정한 여과수를 얻을 수 있다는 점에서 막 분리법이 바람직하다.

- [0241] 막 분리법으로서는 특별히 한정되지 않지만, 한외 여과막(UF), 정밀 여과막(MF), 투석막 등을 들 수 있다. 막의 형태도 평막, 중공사, 플리츠, 튜브상 등, 한정되지 않는다. 바람직한 막 분리법으로서는 여과 속도와 여과 정밀도의 점에서 한외 여과막(UF), 정밀 여과막(MF) 등이 바람직하다.
- [0242] 한편, 수중에 함유되는 성분의 제거 수단으로서 응집 침전 처리 수단을 이용하고, 이것과 이온 흡착 처리 수단을 조합한 본 발명의 장치에 있어서는, 탈착 처리에 사용하여 제거 대상 이온을 함유하고 있는 탈착액에 정석 처리를 실시하지 않고, 그것을 그대로 탈착 배액으로서 응집 침전 처리로 되돌려 다시 응집 침전 처리를 행하는 것도 가능하다.
- [0243] 탈착 처리가 종료된 용기 내의 다공성 성형체는 알칼리성이며, 이 상태에서는 다시 원수 중의 이온을 흡착하는 능력은 낮다. 따라서, 산성 수용액을 사용하여 칼럼 내의 pH를 소정치로 되돌리는 조작, 즉 활성화 처리를 행한다.
- [0244] 산성 수용액은 특별히 한정되지 않지만, 황산, 염산 등의 수용액이 사용된다. 농도는 0.001 내지 10 중량% 정도인 것이 바람직하다. 0.001 중량%보다 얇으면 활성화 종료까지 대량의 물 불륨이 필요하게 되고, 10 중량%보다 진하면 산성 수용액의 취급상의 위험성 등의 점에서 문제가 생길 우려가 있다.
- [0245] 통액 속도는 특별히 제한은 없지만, 통상 SV 0.5 내지 30(hr<sup>-1</sup>)의 범위가 바람직하다. SV가 0.5보다 낮으면 활성화 시간이 장시간이 되어 비효율적이 되는 경향이 있고, SV가 30보다 크면 다공성 성형체와 산성 수용액의 접촉 시간이 짧아져 활성화 효율이 저하되는 경향이 있다.
- [0246] 활성화 처리에 있어서 더욱 바람직한 처리는, 칼럼과 pH 조정조 사이에서 활성화액을 순환시켜 행하는 것이다.
- [0247] 이 방식을 채용함으로써, 탈착 처리에서 알칼리측으로 이동한 용기 내의 다공성 성형체의 pH를 무기 이온 흡착체의 내산성을 고려하여, 완만하게 소정의 pH로 되돌릴 수 있다.
- [0248] 예를 들면, 산화철은 pH 3 이하에서는 산에 의한 용해가 현저하다는 것이 알려져 있다. 이러한 산화철을 다공성 성형체에 담지한 경우, 종래의 활성화 방법은, 상기의 철의 용해라는 문제가 있기 때문에, pH 3 이상이라는 얇은 산으로 처리할 수밖에 방법이 없었다. 그러나, 이 방법에서는 대량의 물 불륨이 필요해지기 때문에, 경제적으로 허용되는 것이 아니었다.
- [0249] 이러한 종래 기술에 대하여, 본 발명의 활성화 방법은 칼럼과 pH 조정조를 설치하여 활성화액을 순환하기 때문에, 산에 의해 용해되는 pH 범위를 피하여 활성화할 수 있고, 또한 활성화에 사용하는 물의 불륨을 적게 할 수 있으며, 장치를 콤팩트화할 수 있다.
- [0250] 활성화액을 순환시킬 때의 통액 속도는, 통상 SV 1 내지 200(hr<sup>-1</sup>)의 범위에서 선택된다. 더욱 바람직하게는 SV 10 내지 100의 범위이다. SV가 1보다 낮으면 활성화 시간이 장시간이 되어 비효율적이 되는 경향이 있고, SV가 200보다 크면 큰 펌프 동력이 필요하여 비효율적이 되는 경향이 있다.
- [0251] 이 일련의 탈착, 활성화 처리는 용기에 흡착제를 충전한 상태로 행할 수 있다. 즉, 흡착제를 충전한 용기에, 흡착 처리가 종료된 후, 탈착액, 활성화액을 순서대로 통수시킴으로써 쉽게 다공성 성형체의 흡착 성능을 재생시킬 수 있다. 이 경우, 통액 방향은 상향류, 하향류 중 어느 하나일 수 있다.
- [0252] 본 발명의 다공성 성형체는 내약품성, 강도가 우수하기 때문에, 이 재생 처리를 몇십회 내지 몇백회 이상 반복해도 흡착 성능은 거의 저하되지 않는다.

**실시예**

- [0253] 본 발명을 실시예에 기초하여 설명한다.
- [0254] 실시예에 있어서 성형체의 여러가지 물성 등은 이하의 방법으로 측정하였다.
- [0255] · 주사형 전자 현미경에 의한 성형체의 관찰
- [0256] 주사형 전자 현미경(SEM)에 의한 성형체의 관찰은, (주)히따찌 세이사꾸쇼 제조의 S-800형 주사형 전자 현미경으로 행하였다.
- [0257] · 성형체의 할단
- [0258] 성형체를 실온에서 진공 건조하고, 건조한 성형체를 이소프로필알코올(IPA)에 첨가하여 성형체 중에 IPA를 함침

시켰다. 이어서, IPA와 함께 성형체를 직경 5 mm의 젤라틴 캡슐에 봉입하고, 액체 질소 중에서 동결하였다. 동결한 성형체를 캡슐마다 조각도로 할단하였다. 할단되어 있는 성형체를 선별하여 현미경 시료로 하였다.

[0259] · 표면의 개구율

[0260] 주사형 전자 현미경을 이용하여 촬영한 성형체의 표면 화상을, 화상 해석 소프트웨어(미파니 쇼지(주) 제조, 윈루프(상품명))를 이용하여 구하였다. 더욱 상세하게 설명하면, 얻어진 SEM상을 농담 화상으로서 인식하고, 색이 진한 부분을 개구부, 색이 옅은 부분을 피브릴로서 임계치를 수동으로 조정하고, 개구 부분과 피브릴 부분으로 분할하여 그 면적비를 구하였다.

[0261] · 표면의 개구 직경

[0262] 주사형 전자 현미경을 이용하여 촬영한 성형체의 표면 화상으로부터 실측하여 구하였다. 구멍이 원형인 경우에는 그 직경, 원형 이외의 경우에는 동일 면적을 갖는 원의 원 해당 직경을 이용하였다.

[0263] · 입경

[0264] 성형체 및 무기 이온 흡착체의 입경은 레이저 회절/산란식 입도 분포 측정 장치((주)호리바사 제조의 LA-910(상품명))로 측정하였다. 단, 입경이 1,000 μm 이상인 경우에는 SEM상을 이용하여 성형체의 최장 직경과 최단 직경을 측정하고, 그 평균치를 입경으로 하였다.

[0265] · 빈 다공도

[0266] 충분히 물에 적신 성형체를 마른 여과지 상에 펼쳐 여분의 수분을 취한 후에 중량을 측정하고, 성형체의 함수시의 중량 (W1)로 하였다. 이어서, 성형체를 실온하에서 진공 건조로 24 시간 건조한 성형체를 얻었다. 건조한 성형체의 중량을 측정하고, 성형체의 건조시의 중량 (W0)으로 하였다.

[0267] 이어서, 비중병(게이-뤼삭형(Gay-Lussac type), 용량 10 ml)을 준비하고, 이 비중병에 순수한 물(25 ℃)을 채웠을 때의 중량을 측정하여 만수시의 중량 (Ww)로 하였다. 이어서, 이 비중병에 순수한 물에 흡윤된 상태의 성형체를 넣고, 또한 표선까지 순수한 물을 채워 중량을 측정하여 (Wwm)으로 하였다. 이어서, 이 성형체를 비중병으로부터 취출하고, 실온하에서 24 시간 진공 건조하여 건조한 성형체를 얻었다. 건조한 성형체의 중량을 측정하여 (M)으로 하였다.

[0268] 하기 수학적식에 따라 성형체의 비중 (ρ) 및 빈 다공도 (Pr)을 구하였다.

$$\rho = M / (Ww + M - Wwm)$$

$$Pr = (W1 - W0) / (W1 - W0 + W0 / \rho) \times 100$$

[0269]

[0270] 식 중, Pr은 빈 다공도(%)이고, W1은 성형체의 함수시의 중량(g), W0은 성형체의 건조 후의 중량(g), 및 ρ는 성형체의 비중(g/cm<sup>3</sup>), M은 성형체의 건조 후의 중량(g), Ww는 비중병의 만수시의 중량(g), Wwm은 비중병에 흡수한 성형체와 순수한 물을 넣었을 때의 중량(g)이다.

[0271] · 담지량

[0272] 성형체를 실온하에서 진공 건조로 24 시간 건조한 성형체를 얻었다. 건조한 성형체의 중량을 측정하고, 성형체의 건조시의 중량 Wd(g)로 하였다. 이어서, 건조한 성형체를 전기로를 이용하여 800 ℃에서 2 시간 소성하여 회분의 중량을 측정하고, 회분의 중량 Wa(g)로 하였다. 하기 수학적식으로부터 담지량을 구하였다.

$$\text{담지량}(\%) = Wa / Wd \times 100$$

[0273]

[0274] 식 중, Wa는 성형체의 회분 중량(g)이고, Wd는 성형체의 건조시의 중량(g)이다.

[0275] · 비표면적(m<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup>)

[0276] 성형체를 실온에서 진공 건조한 후, 백만·콜터(주) 제조의 콜터 SA3100(상품명)을 이용하여, BET법으로 다공성 성형체의 비표면적 S<sub>BET</sub>(m<sup>2</sup>/g)를 구하였다.

[0277] 이어서, 흡윤 상태의 성형체를 메스실린더 등을 이용하여 겉보기 부피 V(cm<sup>3</sup>)를 측정하였다. 그 후, 실온에서

진공 건조하여 중량 W(g)를 구한다.

[0278] 본 발명의 성형체의 비표면적은, 하기 수학적식으로부터 구하였다.

[0279] 비표면적( $m^2/cm^3$ )= $S_{BET} \times$ 부피 비중( $g/cm^3$ )

[0280] 부피 비중( $g/cm^3$ )= $W/V$

[0281] 식 중,  $S_{BET}$ 는 성형체의 비표면적( $m^2/g$ )이고, W는 성형체의 건조 중량(g)이고, V는 그 겉보기 부피( $cm^3$ )이다.

[0282] · 인 농도

[0283] 하치(HACH)사 제조의 인산 측정 장치 포스팩스·컴팩트(상품명)를 이용하여 흡광 광도 분석법에 의해 측정하였다.

[0284] · 불소 농도

[0285] 요꼬가와 분석 시스템즈(주) 제조의 IC-7000(상품명)을 이용하여, 이온 크로마토그래피 분석법에 의해 측정하였다. 예비칼럼에는 요꼬가와 분석 시스템즈(주) 제조의 ICS-A2G(상품명), 분석 칼럼에는 요꼬가와 분석 시스템즈(주) 제조의 ICS-A23(상품명)을 사용하였다.

[0286] · 붕소 농도

[0287] 서모 일렉트론(주) 제조(미국)의 IRIS-INTREPID-II(상품명)를 이용하여 ICP 발광 분석법에 의해 측정하였다.

[0288] <제조예 1> 무기 이온 흡착체의 제조-1

[0289] 옥시염화지르코늄( $ZrOCl_2$ )의 0.15 몰 수용액 1 ℓ를 제조하였다. 이 용액 중에는 지르코늄으로서 13.7 g의 금속 이온이 포함되어 있었다. 이 수용액 중에 황산제1철 결정( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ) 84.0 g을 첨가하고, 교반하면서 용해하였다. 이 양은 철 이온으로서 0.3 몰에 해당한다(F/T(몰비) 0.67).

[0290] 이어서, 상기 수용액에 15 중량%의 수산화나트륨 용액을 교반하면서 액체의 pH가 9가 될 때까지 적하했더니, 청록색의 침전이 발생하였다. 이어서, 이 수용액을 50 ℃로 가온하면서 10 ℓ/시의 유량으로 공기를 불어넣었다. 공기를 계속 불어넣으면 수용액의 pH가 저하되기 때문에, 이 경우에는 15 중량%의 수산화나트륨 용액을 적하하여 pH를 8.5 내지 9로 유지하였다. 흡광 광도 분석으로 액상에 제1철 이온을 검출할 수 없을 때까지 공기를 계속 불어넣었더니, 흑색의 침전이 생성되었다. 이어서, 이 흑색 침전물을 흡인 여과하고, 탈이온수로 여과액이 중성이 될 때까지 세정한 후, 70 ℃ 이하에서 건조하였다. 이것을 불 밀로 7 시간 분쇄하여 평균 입경 2.8  $\mu m$ 의 무기 이온 흡착체 분말을 얻었다. 이 분말의 BET 비표면적은 170  $m^2/g$ 이었다.

[0291] 얻어진 무기 이온 흡착체 분말의 구조는, X선 회절 분석 및 원소 분석 장치를 장착한 투과형 전자 현미경에 의한 관찰, 분석의 결과로부터, 철의 산화물(지르코늄이 고용되어 있을 가능성 있음) 주위를 수화 산화지르코늄(철이 고용되어 있을 가능성 있음)이 피복한 구조라고 판단되었다.

[0292] <제조예 2> 다공성 성형체의 제조-1

[0293] 에틸렌비닐알코올 공중합체(EVOH, 닛본 고세이 가가꾸 고교(주), 소아놀 E3803(상품명)) 10 g, 폴리비닐피롤리돈(PVP, BASF 재팬(주), 루비텍(Luvitec) K30 파우더(상품명)) 10 g, 디메틸설폭사이드(DMSO, 간도 가가꾸(주)) 80 g을 세퍼러블 플라스크 중에서 60 ℃로 가온하여 용해하고, 균일한 중합체 용액을 얻었다.

[0294] 상기 중합체 용액 100 g에 대하여, 제조예 1에서 제조한 무기 이온 흡착체 분말 92 g을 첨가하고, 잘 혼합하여 슬러리를 얻었다. 얻어진 복합 고분자 슬러리를 40 ℃로 가온하고, 측면에 직경 5 mm의 노즐을 개방한 원통상 회전 용기의 내부에 공급하고, 이 용기를 회전시켜 원심력(15 G)에 의해 노즐로부터 액적을 형성하고, 60 ℃의 물을 포함하는 응고욕조 중에 토출시켜 복합 고분자 슬러리를 응고시켰다.

[0295] 그 후, 세정, 분급을 행하여 평균 입경 623  $\mu m$ 의 구상 다공성 성형체를 얻었다.

[0296] 상기 구상 다공성 성형체는 빈 다공도가 79 %, 표면 개구 직경이 0.1 내지 10  $\mu m$ , 담지량이 81 %, 표면 개구율이 54 %, 비표면적이 62  $m^2/cm^3$ 였다.



- [0297] 상기 구상 다공성 성형체의 표면 및 횡단면을 주사형 전자 현미경(SEM)을 이용하여 관찰했더니, 스킨층의 존재는 관찰되지 않았다. 또한, 표면 부근에 최대 공경층(공극층)이 관찰되고, 피브릴 내부의 공극, 및 피브릴 표면의 개공도 확인되었다. 또한, 그 피브릴 외표면 및 피브릴 내부의 공극 표면에는 무기 이온 흡착체 분말이 담지되어 있는 모습이 관찰되었다.
- [0298] <제조예 3> 무기 이온 흡착체의 제조-2
- [0299] 수산화지르코늄(도랄(Doral)사 제조(호주), 도랄-ZOH100(상품명))을 70 °C 대기압하에서 건조한 후, 볼 밀로 8 시간 분쇄하여 평균 입경 3.7 μm의 수화 산화지르코늄의 백색 분말을 얻었다. 이 분말의 BET 비표면적은 344 m<sup>2</sup>/g이었다.
- [0300] <제조예 4> 다공성 성형체의 제조-2
- [0301] 에틸렌비닐알코올 공중합체(EVOH, 닛본 고세이 가가꾸 고교(주), 소아놀 E3803(상품명)) 10 g, 폴리비닐피롤리돈(PVP, BASF 재팬(주), 루비텍 K30 파우더(상품명)) 10 g, 디메틸설폭시드(DMSO, 간또 가가꾸(주)) 80 g을 세 퍼러블 플라스크 중에서 60 °C로 가온하여 용해하고, 균일한 중합체 용액을 얻었다. 이 중합체 용액 100 g에 대하여, 제조예 3에서 제조한 무기 이온 흡착체 분말 95 g을 첨가하고, 잘 혼합하여 슬러리를 얻었다.
- [0302] 얻어진 복합 고분자 슬러리를 40 °C로 가온하고, 측면에 직경 5 mm의 노즐을 개방한 원통상 회전 용기의 내부에 공급하고, 이 용기를 회전시켜 원심력(15 G)에 의해 노즐로부터 액적을 형성하고, 60 °C의 물을 포함하는 응고욕조 중에 토출시켜 복합 고분자 슬러리를 응고시켰다. 그 후, 세정, 분급을 행하여 평균 입경 645 μm의 구상 다공성 성형체를 얻었다.
- [0303] 상기 구상 다공성 성형체는 빈 다공도가 80 %, 표면 개구 직경이 0.1 내지 10 μm, 담지량이 82 %, 표면 개구율이 56 %, 비표면적이 65 m<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup>였다.
- [0304] 상기 구상 다공성 성형체의 표면 및 횡단면을 주사형 전자 현미경(SEM)을 이용하여 관찰했더니, 스킨층의 존재는 관찰되지 않았다. 또한, 표면 부근에 최대 공경층(공극층)이 관찰되고, 피브릴 내부의 공극, 및 피브릴 표면의 개공도 확인되었다. 또한, 그 피브릴 외표면 및 피브릴 내부의 공극 표면에는 무기 이온 흡착체 분말이 담지되어 있는 모습이 관찰되었다.
- [0305] <제조예 5> 무기 이온 흡착체의 제조-3
- [0306] 황산세륨 0.2 몰 및 황산암모늄 0.5 몰을 증류수 2 ℓ에 교반하면서 용해하였다. 이어서, 암모니아수를 첨가하여 용액의 pH를 9로 조정하여 침전물을 얻었다. 하룻밤 숙성한 후, 여과하여 탈이온수로 여과액이 중성이 될 때까지 세정한 후, 60 °C에서 건조하였다. 이것을 볼 밀로 7 시간 분쇄하여 평균 입경 2.0 μm의 수화 산화세륨 분말을 얻었다. 이 분말의 BET 비표면적은 153 m<sup>2</sup>/g이었다.
- [0307] <제조예 6> 다공성 성형체의 제조-3
- [0308] 에틸렌비닐알코올 공중합체(EVOH, 닛본 고세이 가가꾸 고교(주), 소아놀 E3803(상품명)) 10 g, 폴리비닐피롤리돈(PVP, BASF 재팬(주), 루비텍 K30 Powder(상품명)) 10 g, 디메틸설폭시드(DMSO, 간또 가가꾸(주)) 80 g을 세 퍼러블 플라스크 중에서 60 °C로 가온하여 용해하고, 균일한 중합체 용액을 얻었다.
- [0309] 이 중합체 용액 100 g에 대하여, 제조예 5에서 제조한 수화 산화세륨 분말 125 g을 첨가하고, 잘 혼합하여 슬러리를 얻었다.
- [0310] 얻어진 복합 고분자 슬러리를 40 °C로 가온하고, 측면에 직경 5 mm의 노즐을 개방한 원통상 회전 용기의 내부에 공급하고, 이 용기를 회전시켜 원심력(17.5 G)에 의해 노즐로부터 액적을 형성하고, 60 °C의 물을 포함하는 응고욕조 중에 토출시켜 복합 고분자 슬러리를 응고시켰다. 또한, 세정, 분급을 행하여 평균 입경 531 μm의 구상 다공성 성형체를 얻었다. 상기 구상 다공성 성형체는 빈 다공도가 79 %, 표면 개구 직경이 0.1 내지 20 μm, 담지량이 89 %, 표면 개구율이 30 %, 비표면적이 84 m<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup>였다.
- [0311] 상기 다공성 성형체의 표면 및 횡단면을 주사형 전자 현미경(SEM)을 이용하여 관찰했더니, 스킨층의 존재는 관찰되지 않았다. 또한, 표면 부근에 최대 공경층(공극층)이 관찰되고, 피브릴 내부의 공극, 및 피브릴 표면의 개공도 확인되었다. 또한, 그 피브릴 외표면 및 피브릴 내부의 공극 표면에는 무기 이온 흡착체 분말이 담지되어 있는 모습이 관찰되었다.

- [0312] <제조예 7> 중공사 카트리지의 제조
- [0313] 중공사의 양단을 수지로 접착 고정하고, 접착 수지부의 하부에 스킵부를 갖는, 막 면적  $0.15 \text{ m}^2$ 의 원통상의 중공사 카트리지를 제조하였다. 중공사는 폴리불화비닐리덴제의 세공 직경  $0.1 \mu\text{m}$ 의 정밀 여과막이며, 외경  $1.4 \text{ mm}$ , 내경  $0.8 \text{ mm}$ 였다. 하부 접착 고정층에는 직경  $5 \text{ mm}$ 의 관통 구멍이 중공사를 따라 5군데 개구되어 있었다.
- [0314] <실시예 1>
- [0315] 본 발명의 수처리 장치의 실시예를 도 3에 나타내었다.
- [0316] 도 3을 참조하여, 우선 흡착 공정에 대하여 설명한다.
- [0317] 식품 공장의 배수를, 원수 공급로 (1)을 통해 폭기조 (2)에 취입하고, 블로어 (3)을 이용하여 공기를 산기관 (4)로부터 폭기조 내에 공급하여 생물 처리하였다. 원수의 수질은 COD  $100 \text{ mg/l}$  내지  $500 \text{ mg/l}$ , 인산 이온 농도  $5 \text{ mg-P/l}$ 로 거의 안정하게 추이하였다.
- [0318] 폭기조 내의 MLSS 농도는  $10,000 \text{ mg/l}$ 로 추이하였다.
- [0319] 이어서, 흡인 펌프 (6)을 이용하여 폭기조 내의 액체를 제조예 7의 중공사 카트리지 (5)(여과막)를 이용하여  $0.7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{일}$ 의 투과 수량으로 운전하였다. 여과한 처리수는 유로 (7)을 통해 pH 조정조 (8)에 저류하였다.
- [0320] 막 여과 후의 수질은 탁도 $<0.1$ 로 탁질이 제거되고, COD  $15 \text{ mg/l}$ , 인산 이온 농도  $1.5 \text{ mg-P/l}$ 로 정화되어 있었다.
- [0321] pH 조정조 (8)에서는 pH 조정제 첨가 기구 (9)를 이용하고, 황산을 첨가하여 pH 3으로 조정하였다. pH 조정된 원수는 배관 (10), 펌프 (11)을 통해 칼럼 (12)로 송액하였다. 칼럼 (12)에는 제조예 2에서 제조한 다공성 성형체  $0.1 \text{ L}$ 를 충전하여  $1 \text{ l/hr}$ (SV 10)로 통수하였다. 인산 이온이 흡착되어 정화된 배수는, 유로 (13)을 통해 처리수조 (14)에 일시 저류되고, pH 조정제 첨가 기구 (15)에 의해 수산화나트륨을 이용하여 중화 후에 방류하였다. 처리수의 인산 이온 농도는  $0.1 \text{ mg-P/l}$  이하였다.
- [0322] 이어서, 역세척 공정에 대하여 설명한다.
- [0323] 처리수의 인산 이온 농도가  $0.5 \text{ mg-P/l}$ 를 초과한 시점에서, 밸브 (c) 및 밸브 (h)를 폐쇄하여 원수의 송액을 정지하였다. 이어서, 밸브 (g) 및 밸브 (b)를 열어 처리수조 (14)의 처리수를 유로 (16), 펌프 (17)을 통해 칼럼 (12)의 하측으로부터  $3 \text{ l/hr}$ (SV 30)로 송액하고, 칼럼 (12) 내의 흡착제를 전개하여 세정하였다. 세정액은 유로 (18)을 통해 pH 조정조 (8)로 되돌렸다.
- [0324] 이어서, 탈착 공정에 대하여 설명한다.
- [0325] 탈착액조 (19)에 저류한 5 중량%의 수산화나트륨 수용액을 유로 (20), 펌프 (21)을 통해  $0.1 \text{ l/hr}$ (SV 1)로 6 시간, 칼럼 (12)로 송액하여 흡착제와 접촉시키고, 흡착된 인산 이온을 수산화나트륨 수용액 중에 탈착시키고 유로 (22)를 통해 정석조 (23)에 저류시켰다.
- [0326] 이 때의 정석조 (23) 중의 인산 이온 농도는  $570 \text{ mg-P/l}$ 였다.
- [0327] 이어서, 정석 공정에 대하여 설명한다.
- [0328] 정석조 (23)에 저류된 인산나트륨 수용액에, 정석 약제조 (24)에 저류한 수산화칼슘 슬러리를 수산화칼슘 환산으로  $3 \text{ g/l}$ , 유로 (25), 펌프 (26)을 통해 정석조 (23)에 주입하고, 교반기 (27)을 이용하여 20 시간 교반하여 인산칼슘의 결정을 생성시키는 정석 반응을 행하였다. 정석 반응 종료 후, 정석된 인산칼슘을 포함하는 백탁된 액체를 유로 (28), 펌프 (29)를 통해 막 분리 장치 (30)(아사히 가세이 케미컬즈(주) 제조, 한외 여과막, 공칭 분획 분자량 6,000)으로 송액하여 고액 분리하였다. 고액 분리 후의 수산화나트륨 수용액은 인산 이온 농도  $10 \text{ mg-P/l}$ , 칼슘 이온 농도  $1 \text{ mg-Ca/l}$ 였다. 고액 분리되어 농축된 인산칼슘 슬러리는 유로 (31)을 통해 정석조 (23)으로 순환한다. 정석조 (23)에 농축된 인산칼슘 슬러리는 밸브 (i)로부터 배출하였다.
- [0329] 이어서, 활성화 공정에 대하여 설명한다.
- [0330] pH 조정조 (33)에 황산으로 pH 3으로 조정된 활성화 용액  $1 \text{ l}$ 를 준비하였다. 유로 (34), 펌프 (35)를 통해 칼럼 (12)에  $6 \text{ l/hr}$ (SV 60)로 송액하고, 칼럼 내의 흡착제와 접촉하여 유로 (36)을 통해 pH 조정조 (33)에 순환

시켰다. 활성화액은 칼럼 (12)에서 흡착제와 접촉하여 알칼리성이 되기 때문에, pH 조정조 (33) 내에 설치한 pH 컨트롤러 (37)과 연동한 펌프 (40)을 이용하여, 활성화액 저류조 (38)에 저류한 50 중량%의 황산 수용액을 유로 (39)를 통해 pH 저류조 (33)으로 송액하여 pH를 3 내지 5의 범위에서 조절하였다. 이 조작을 9 시간 반복하여 칼럼 (12) 내의 pH를 5로 안정화하였다. pH 조절의 정밀도를 높이기 위해, 교반기 (41)을 이용하여 활성화액을 교반하였다.

- [0331] 또한, 도 3에 있어서, (a), (d), (e), (f)는 밸브이고, (32)는 유로, (42)는 오니 방출 배관이다.
- [0332] 이상의 흡착 공정, 역세척 공정, 탈착 공정, 정석 공정, 활성화 공정을 차례로 반복하여 3개월간 안정하게 운전할 수 있었다.
- [0333] 또한, 3개월의 운전 기간에서의 오니 발생량은 0.60 kg/kg-SS이고, 표준적인 활성 오니법의 오니 발생량 0.7 kg/kg-SS와 비교하여 낮은 값이며, 본 발명의 막 분리 활성 오니법의 특징인 잉여 오니의 발생량을 낮출 수 있다는 것도 확인하였다.
- [0334] <실시예 2>
- [0335] 다공성 성형체로서 제조예 4에서 제조한 것을 사용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 조건으로 흡착 공정, 역세척 공정, 탈착 공정, 정석 공정, 활성화 공정의 순차 운전을 행하여, 실시예 1과 마찬가지로 3개월간 안정하게 처리수의 인산 이온 농도 0.1 mg-P/l 이하를 달성할 수 있었다.
- [0336] 또한, 3개월 운전 기간에서의 오니 발생량은 0.58 kg/kg-SS였다.
- [0337] 이와 같이 실시예 1 및 2에서 나타낸 본 발명의 수처리 장치를 이용하면, 잉여 오니의 발생량을 적게 할 수 있고, 안정하게 인 농도가 매우 낮은 처리수를 얻을 수 있다.
- [0338] <실시예 3>
- [0339] 수처리 장치는 생물 처리 수단으로서 접촉재가 충전된 조를 포함하는 폭기조 (301), 오니 분리 수단으로서 오니 침전조 (302), 및 이온 흡착 수단으로서 다공성 성형체가 충전된 칼럼 (303)이 도 4와 같이 연결된 장치를 이용하였다. 폭기조의 용적은 제1조가 6 L, 제2조에서부터 제5조까지가 3 L의 총 18 L였다. 접촉재 (304)와 산기관 (305)는 각 조 모두에 설치하였다. 접촉재는 폴리염화비닐리덴 섬유를 길이 1.5 cm의 루프상으로 하여 그 일부를 플라스틱 피복된 구리제의 길이 50 cm의 심재에 고정하고, 길이 40 cm, 외경 8 cm의 나선상으로 하였다. 오니 침전조의 용량은 5 L였다. 칼럼에는 제조예 2에서 제조한 다공성 성형체 0.1 L를 충전하였다.
- [0340] 유동식을 물로 희석한 폐수 (306)(BOD 700 mg/l, n-헥산치 50 mg/l)을 12 L/일로 투입하였다. 제1조에서부터 제5조까지는 모두 공기량 1 내지 1.5 L/분으로 폭기하여 DO가 4 내지 5 mg/l가 되도록 조정하였다. 이 때의 HRT는 36 시간, MLSS는 3000에서부터 5000 mg/l이며, 접촉재에는 지렁이(aeolosoma)나 물지렁이가 부착되어 있는 것이 관찰되었다. 오니 침전조에 침전된 오니는 20 L/일로 펌프에 의해 제1조로 반송하였다. 3개월간 배수 처리를 계속했지만, 오니의 방출은 한번도 행하지 않았다.
- [0341] 이 때의 수질은 오니 침전조의 상청액이 BOD 20 mg/l, T-P 5 mg/l 이고, 칼럼을 통과한 처리수 (307)은 BOD 3 mg/l, T-P 0.1 mg/l 이하였다.
- [0342] <실시예 4>
- [0343] 다공성 성형체로서 제조예 4에서 제조한 것을 사용한 것 이외에는, 실시예 3과 동일한 조건으로 3 개월간 배수 처리를 계속하고, 역시 오니의 방출은 한번도 행하지 않았다. 이 때의 수질은 오니 침전조의 상청액이 BOD 21 mg/l, T-P 5 mg/l 이고, 칼럼을 통과한 처리수 (307)은 BOD 3 mg/l, T-P 0.1 mg/l 이하였다.
- [0344] 이와 같이 실시예 3 및 4에 나타낸 본 발명의 수처리 장치를 이용하면, 잉여 오니를 거의 발생시키지 않고, 처리수 중의 인 농도를 매우 낮출 수 있다는 것을 알았다.
- [0345] <실시예 5>
- [0346] 본 실시예에서 사용한 배수 처리 장치의 개략도를 도 5에 나타내었다. (51)이 생물 처리 수단인 폭기조, (52)가 오니 분리 수단인 오니 침전조, (53)이 오니 가용화 수단(호열균법을 이용함)인 가용화 처리조, (54)가 이온 흡착 수단인 제조예 2에서 제조된 다공성 성형체가 충전된 칼럼이다. 또한, (55)는 막 여과 장치, (56) 및 (57)이 산기관이다.
- [0347] 본 실시예에 있어서, 폭기조 (51)에 유입되는 배수 (58)은 BOD 농도가 200 mg/l 였다. 배수는 육류 엑기스:펄

톤=1:1(중량비)로 하고, BOD 농도:질소 농도:인 농도=100:5:1이 되도록 무기 염류를 더 첨가한 모델액을 사용하였다. 배수는 유입량 70 L/일로 폭기조 (51)에 공급하였다. 폭기조의 용량은 20 L였다. 폭기조 (51)로부터 유출된 액체는 오니 침전조 (52)로 이송되어 상청액과 오니로 나누었다. 오니 침전조 (52)에서 침강 분리한 오니는, 일부는 반송 오니로서 폭기조 (51)로 반송되고, 나머지는 송액 라인을 통해 부유 물질(SS) 1 중량%로 0.8 L/일의 유량으로 가용화 처리조 (53)으로 이송되었다. 가용화 처리조 (53)에는 폭기 장치로부터의 에어 배관에서 0.05 L/분의 에어를 보내고, 60 °C의 온도를 유지할 수 있도록 보온 조치를 위해 가용화 처리조 (53)의 자켓에 온수를 넣어 두었다. 가용화 처리조 (53)을 통과한 액체는 송액 라인의 경로 상에 펌프를 설치하고, 에어 펌프로부터는 10 L/분으로 에어를 보내면서 막 여과 장치 (55)로 이송하였다.

[0348] 오니 침전조 (52)에서 분리된 오니는 펌프에 의해 적절하게 가용화 처리조 (53)으로 이송되는 것으로 하였다. 막 여과 장치 (55)에서의 막 농축액은, 막 여과 장치 농축액 라인을 통해 가용화 처리조 (53)으로 이송한다. 막 여과액은, 막 여과액 라인을 통해 폭기조 (51)로 송액하였다. 막 분리 장치의 연속 운전 조건은, 막 여과액량이 0.8 L/일이었다. 막 농축액량 3 L/hr로 가용화 처리조 (53)으로 이송하였다. 막 여과 장치에 사용한 여과막 모듈은, 폴리술폰제의 중공사형 한외 여과막인 아사히 가세이 케미컬즈(주) 제조의 SLP-1053(막 면적 0.1 m<sup>2</sup>, 분획 분자량 10,000)을 사용하였다. 칼럼 (54)에는 다공성 성형체 0.1 L를 충전하였다.

[0349] 이 상태에서 10일간의 연속 운전을 행하였다. 결과는 5일째 이후를 정상 상태로써 5 내지 10일째의 평균값을 나타낸다. 가용화 처리조 (53)에 들어가는 액체의 SS는 12,000 mg/l였지만, 막 여과액의 SS는 0 mg/l였다. 막 여과액의 BOD는 30 mg/l였다. 10일간 배수 처리를 계속했지만, 오니의 방출은 한번도 행하지 않았다. 이때의 수질은 오니 침전조의 상청액이 COD 8 mg/l, T-P 1 mg/l 이고, 칼럼을 통과한 처리수 (59)는 COD 7 mg/l, T-P 0.1 mg/l 이하였다.

[0350] <실시에 6>

[0351] 다공성 성형체로서 제조에 4에서 제조한 것을 사용한 것 이외에는, 실시예 5와 동일한 조건으로 10일간 배수 처리를 계속하고, 역시 오니의 방출은 한번도 행하지 않았다.

[0352] 이 때의 수질은 오니 침전조의 상청액이 COD 8 mg/l, T-P 1 mg/l 이고, 칼럼을 통과한 처리수 (59)는 COD 7 mg/l, T-P 0.1 mg/l 이하였다.

[0353] 이와 같이 실시예 5 및 6에서 나타낸 본 발명의 수처리 장치를 이용하면, 잉여 오니를 거의 발생시키지 않고, 처리수 중의 인 농도를 매우 낮출 수 있다는 것을 알았다.

[0354] <실시에 7>

[0355] 우선, 제조에 2에서 제조한 다공성 성형체에 대하여, 인 흡착 시험을 이하의 조건으로 실시하였다.

[0356] 인산삼나트륨(Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> · 12H<sub>2</sub>O)을 증류수에 용해하여 인 농도 9 mg-P/l의 액체를 만들고, 황산으로 pH를 7로 조정 한 액체를 모델액, 즉 흡착 원액으로 하였다.

[0357] 얻어진 다공성 성형체 8 ml를 칼럼(내경 10 mm)에 충전하여, 상기 흡착 원액을 240 ml/hr(SV 30)의 속도로 통수 하였다. 칼럼으로부터의 유출액(처리액)을 30 분마다 샘플링하고, 상기 처리수 중의 인산 이온 농도(인 농도)를 측정하여 0.5 mg-P/l 초과시까지의 통수량(흡착량)을 구하였다.

[0358] 상기 흡착 조작 후, 7 중량%의 수산화나트륨 수용액에 2 시간 침지하고, 흡착된 인산을 탈착시킨 후, 증류수로 세정하였다. 이어서, 0.1 중량%의 황산 수용액에 5 시간 침지하여 재생을 행하였다. 이어서, 다시 증류수로 세정하였다.

[0359] 이상의 흡착, 탈착 및 재생 조작을 50회 반복하고, 1회째와 50회째의 흡착량과 그 변화율을 조사하였다.

[0360] 또한, 흡착량 변화율은 하기 수학적식으로 표시된다.

[0361] 흡착량 변화율=(50회째의 흡착량)/(1회째의 흡착량)×100

[0362] 결과는 1회째 흡착량 940 mg-P/L-흡착제, 50회째 흡착량 910 mg-P/L-흡착제, 흡착량 변화율 97 %로서, 흡착 용량은 1회째와 50회째에서 거의 변화가 없어, 본 흡착제의 높은 내구성이 확인되었다.

[0363] 이어서, 도 6에 플로우 개요를 나타낸 바와 같이, 응집 침전 처리와, 제조에 2에서 제조한 다공성 성형체를 흡착제로서 사용하는 이온 흡착 처리를 조합한 본 발명의 수처리 장치를 제조하고, 이 장치에 의해 불소 함유 배

수 (60)의 처리를 행하였다.

- [0364] 본 장치에서는 이온 흡착 처리에서 다공성 성형체에 흡착된 불소 탈착에 사용하는 탈착액 (65)는, 탈착 처리에 사용한 후, 탈착된 불소를 함유한 탈착 배액 (66)으로서 응집 침전 처리로 되돌려 다시 응집 침전 처리를 실시한다.
- [0365] 100 mg/ℓ의 불소를 함유하는 배수 (60)을 본 발명의 수처리 장치(응집 침전 처리 공정) (61)에 공급하였다.
- [0366] 응집 침전 처리에서는 칼슘염으로서 수산화칼슘을 9 kg/m<sup>3</sup>-배수, 알루미늄염으로서 황산알루미늄을 5 kg/m<sup>3</sup>-배수를 사용하였다. 응집 침전 처리 후의 처리수 중의 불소 농도는 11 mg/ℓ였다.
- [0367] 이 응집 침전 처리 후의 처리수는 pH 11이었지만, 이것을 pH 조정제 (63)으로 pH 3으로 조정한 후, 다공성 성형체 8 ml를 충전한 칼럼(이온 흡착 처리 공정)(62) (내경 10 mm)에 SV 20으로 통수하여 이온 흡착 처리를 행하고, 또한 pH를 7로 조정하여 최종 처리수를 얻었다. 최종 처리수 (64) 중의 불소 농도는 1 mg/ℓ 미만이었다.
- [0368] 또한, pH 조정에는 황산 및 수산화나트륨을 사용하였다.
- [0369] <실시에 8>
- [0370] 제조예 6에서 제조한 다공성 성형체를 흡착제로서 사용한 것 이외에는, 실시예 7과 동일한 수처리 장치를 제조하고, 이 장치에 의해 불소 함유 폐수의 처리를 행하였다.
- [0371] 80 mg/ℓ의 불소를 함유하는 배수를 본 발명의 수처리 장치에 공급하였다.
- [0372] 응집 침전 처리에서는 칼슘염으로서 수산화칼슘을 7 kg/m<sup>3</sup>-폐수, 알루미늄염으로서 황산알루미늄을 4 kg/m<sup>3</sup>-배수 사용하였다. 응집 침전 처리 후의 처리수 중의 불소 농도는 9 mg/ℓ였다.
- [0373] 이 응집 침전 처리 후의 처리수는 pH 11이었지만, 이것을 pH 3으로 조정한 후, 다공성 성형체 8 ml를 충전한 칼럼(내경 10 mm)에 SV 40으로 통수하여 이온 흡착 처리를 행하여 최종 처리수를 얻었다. 최종 처리수 중의 불소 농도는 1 mg/ℓ 미만이었다.
- [0374] 또한, pH 조정에는 황산 및 수산화나트륨을 사용하였다.
- [0375] <실시에 9>
- [0376] 붕산(H<sub>3</sub>BO<sub>4</sub>)을 증류수에 용해하고, 붕산 수용액(붕소로서 22 mg-B/ℓ)을 제조하여 황산 및 수산화나트륨을 사용하여 pH를 3, 5, 7로 조정하였다. 이 수용액 1 ℓ에 대하여, 제조예 6에서 제조한 다공성 성형체 2 ml를 첨가하여 진탕기로 교반하였다. 교반 개시 2 시간 후에 상기 수용액을 샘플링하여 붕산 농도를 측정하고, 흡착량을 구하였다. 붕소 흡착량은 pH 3에서 0.4 g-B/ℓ, pH 5에서 0.4 g-B/ℓ, pH 7에서 0.7 g-B/ℓ 이고, 붕소 이온은 중성 영역에서 흡착량이 많다는 것을 알았다.
- [0377] 이어서, 도 7에 플로우 개요를 나타낸 바와 같이, 역침투막 처리와, 제조예 6에서 제조한 다공성 성형체를 흡착제로서 사용하는 이온 흡착 처리를 조합한 본 발명의 수처리 장치를 제조하고, 이 장치에 의해 해수의 담수화 처리를 행하였다.
- [0378] 본 장치에 피처리용 원수로서 해수 (71)(붕소 농도 4.4 mg-B/g)을 공급하였다.
- [0379] 전처리용 여과 처리 장치 (72)로서는 UF막(정밀 여과막: 분획 분자량 150,000)을 사용하고, 통수 유속은 5 m<sup>3</sup>/일로 하였다.
- [0380] 역침투막 처리는, 역침투막(도요보 제조의 중공형 HR5355(상품명))을 사용한 장치 (73)으로 행하였다. 이 장치에의 공급수 중의 붕소 농도는 4.4 mg-B/g, 처리 후의 수중의 붕소 농도는 1.9 mg-B/g이었다. 즉, 이 처리만으로는 붕소 농도가 WHO의 권장치 이하로는 되지 않았다.
- [0381] 이 역침투막 처리를 행한 물에 대하여, 제조예 6에서 제조한 다공성 성형체 (701)을 흡착제로서 사용하는 이온 흡착 장치 (74)로 이온 흡착 처리를 행하였다.
- [0382] 또한, 이 처리는 이하의 조건으로 행하였다.
- [0383] 사용 흡착제: 제조예 6에서 제조한 다공성 성형체

- [0384] 탭 칼럼: 22Φ×1000 Lmm
- [0385] 흡착제층 두께: 600 mm
- [0386] 흡착제량: 228 ml
- [0387] 통수 속도: SV 20 4.56 L/시
- [0388] 이온 교환 처리 후의 물(담수) (75) 중의 붕소 농도는 0.01 mg-B/L 미만이었다.

**산업상 이용 가능성**

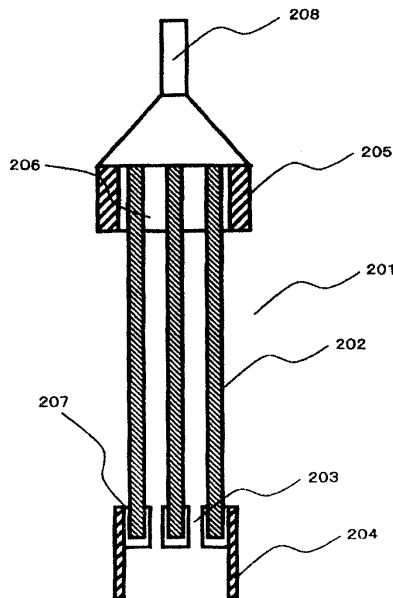
- [0389] 본 발명의 수처리 장치 및 수처리 방법은, 여러가지 물의 정화 분야에서 바람직하게 이용할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

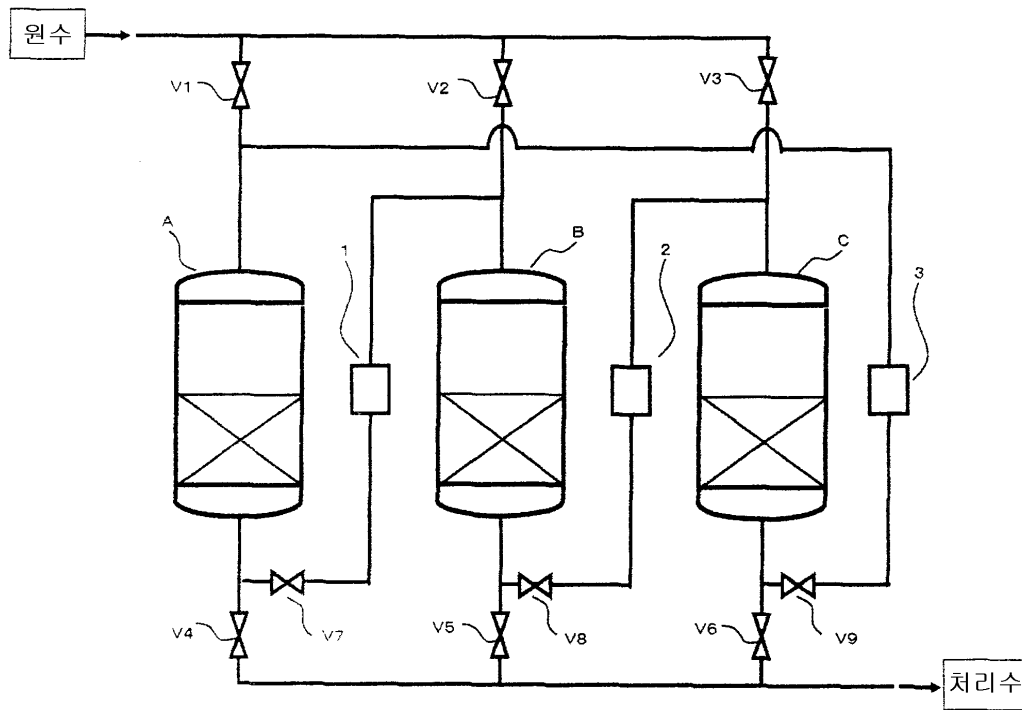
- [0390] 도 1은 본 발명에 사용하는 증공사 카트리지의 모식도이다.
- [0391] 도 2는 회전 목마 방식의 모식도이다.
- [0392] 도 3은 실시예 1 및 2의 수처리 장치의 모식도이다.
- [0393] 도 4는 실시예 3 및 4의 수처리 장치의 모식도이다.
- [0394] 도 5는 실시예 5 및 6의 수처리 장치의 모식도이다.
- [0395] 도 6은 실시예 7 및 8의 수처리 장치의 플로우 개요도이다.
- [0396] 도 7은 실시예 9의 수처리 장치의 플로우 개요도이다.

**도면**

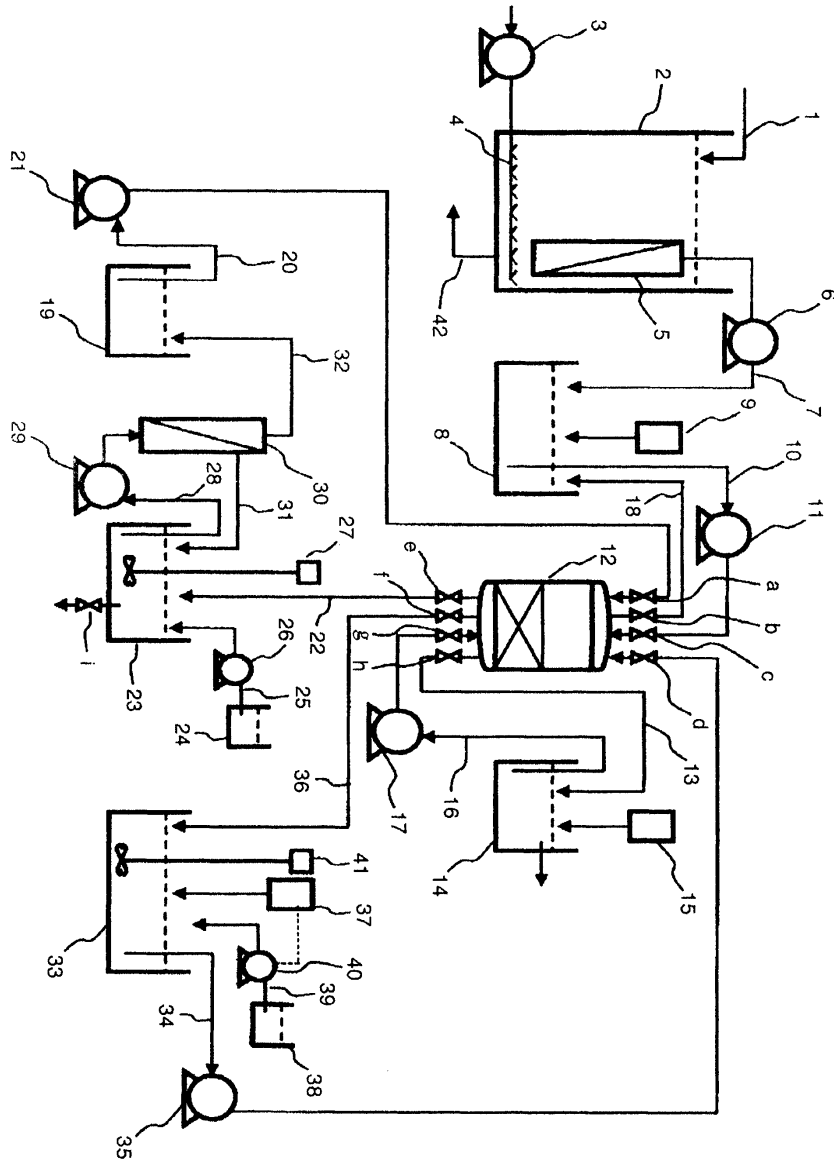
**도면1**



도면2

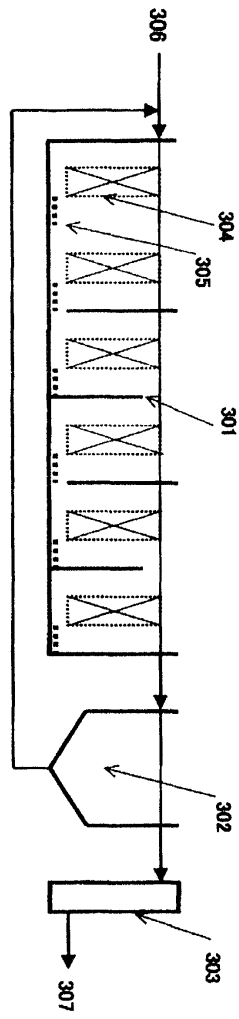


도면3

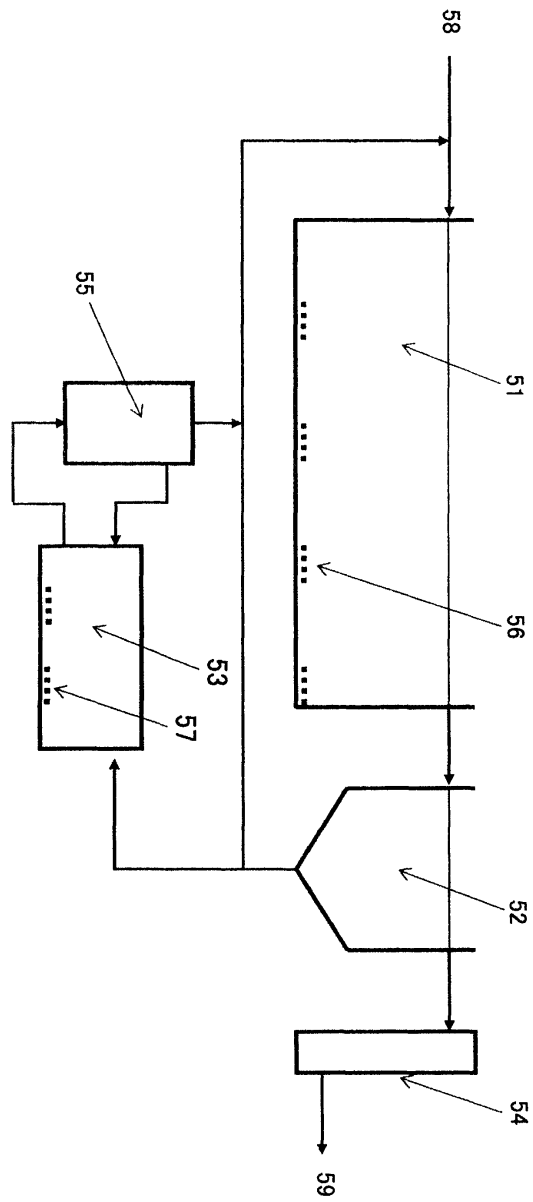




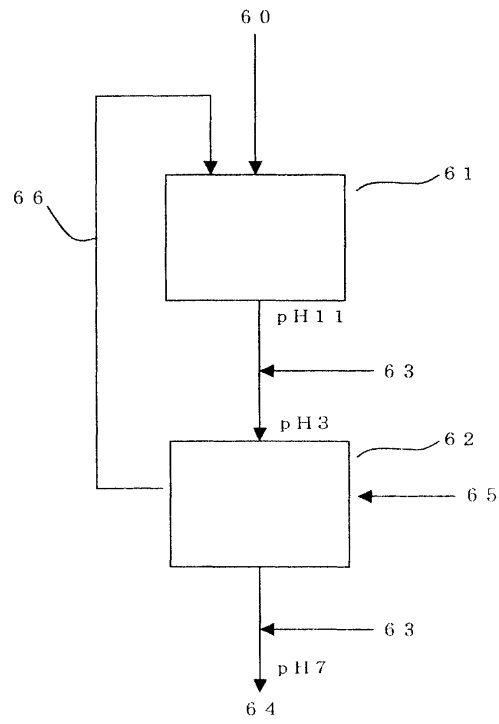
도면4



도면5



도면6



도면7

