(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년05월30일
(11) 등록번호 10-1625585
(24) 등록일자 2016년05월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G21F 9/12 (2006.01) *B01D 61/24* (2006.01)
B01D 63/00 (2006.01) *B01D 71/06* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G21F 9/12 (2013.01)
B01D 61/246 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0058068
(22) 출원일자 2015년04월24일
심사청구일자 2015년04월24일
(56) 선행기술조사문헌
JP03537445 B2

(73) 특허권자
서강대학교 산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
이승엽
서울특별시 서초구 방배중앙로7길 56 청구빌라 103호
정광환
경기도 성남시 분당구 양현로 192, 1021동 102호 (이매동, 이매촌삼성아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김현진

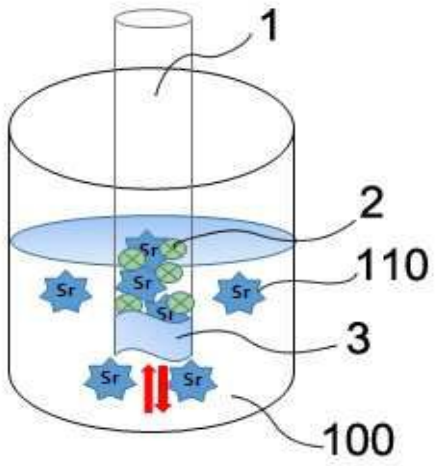
전체 청구항 수 : 총 6 항 심사관 : 윤연숙

(54) 발명의 명칭 **미세조류를 이용하여 방사성 물질을 제거하기 위한 반투과막 여과 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 미세조류를 이용하여 방사성 물질을 제거하기 위한 반투과막 여과 시스템에 대한 것으로, 더욱 상세하게는 방사성 오염수에 전부 또는 일부가 위치하며 미세조류를 수용하는 수용부와 상기 수용부에 의해 수용되며 방사성 핵종을 흡수하여 방사성 오염수에서 방사성 핵종을 제거하는 미세조류와 상기 수용부의 전부 또는 일부에 형성되어 상기 방사성 핵종은 통과시키나 미세조류를 통과시키지 않는 반투과막을 포함하여, 상기 방사성 오염수에 포함되어 있는 방사성 핵종은 상기 반투과막을 통과하여 미세조류와 반응하여 방사성 오염수에서 제거되며, 상기 방사성 핵종을 흡수한 미세조류는 상기 수용부에 의해 공간적으로 분리되어, 대량의 방사능 오염수의 정화를 손쉽게 할 수 있는 미세조류를 이용하여 방사성 물질을 제거하기 위한 반투과막 여과 시스템에 대한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B01D 63/005 (2013.01)
B01D 71/06 (2013.01)
(72) 발명자
이주은
서울특별시 성북구 돌곶이로14길 6-4 (석관동)
박정열
서울특별시 성동구 독서당로62길 43, 10동 1003로 (응봉동, 대림1차아파트)
이건아
인천광역시 부평구 경원대로1344번길 8, 104동 1005호 (부평동, 부평두산위브아파트)
구하라
충청남도 공주시 지막골길 11 (오곡동, 오곡교회)
홍지은
경기도 파주시 시청로 35 (금촌1동)
이상효
경기도 성남시 중원구 원터로18번길 19, 102동 809호 (하대원동, 성원초원아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 201433028
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 서강대학교 산학협력단
연구사업명 원자력기술개발사업
연구과제명 대규모 방사성 오염의 생물학적 처리를 위한 친환경 융합 기술 개발
기 여 율 1/1
주관기관 (재)한국연구재단
연구기간 2014.12.01 ~ 2015.11.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

방사성 핵종을 포함하는 방사성 오염수와; 상기 방사성 오염수에 일정 시간 놓여진 후 상기 방사성 오염수에서 제거되는 수용부와; 상기 수용부 내부에 위치하며, 상기 방사성 핵종을 흡수하여 방사성 오염수에서 방사성 핵종을 제거하는 미세조류와; 상기 수용부의 일측에 형성되어 상기 방사성 핵종을 통과시키나 미세조류를 통과시키지 않는 반투과막;을 포함하며, 상기 반투과막은 직경이 0.45 내지 1㎛인 다수 개의 미세기공을 가지고,

상기 수용부를 상기 방사성 오염수에 놓으면 상기 방사성 오염수에 포함되어 있는 방사성 핵종은 상기 반투과막을 통과하여 상기 수용부 내의 미세조류에 흡수되고, 상기 미세조류는 상기 반투과막을 통과하지 못하므로 상기 방사성 핵종을 흡수한 미세조류는 상기 수용부에 의해 공간적으로 분리되며, 이후 상기 수용부를 방사성 오염수에서 제거하면 방사성 핵종을 흡수한 미세조류를 분리 수거할 수 있어 방사성 핵종을 방사성 오염수에서 용이하게 제거할 수 있는 것을 특징으로 하는 미세조류를 이용하여 방사성 물질을 제거하기 위한 반투과막 여과 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 반투과막은

반투과 특성을 지닌 고분자막 또는 섬유 재질 막 중의 어느 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 미세조류를 이용하여 방사성 물질을 제거하기 위한 반투과막 여과 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 방사성 핵종은

세슘(Cesium-137) 또는 스트론튬(Strontium-90) 또는 요오드(Iodine-131)인 것을 특징으로 하는 미세조류를 이용하여 방사성 물질을 제거하기 위한 반투과막 여과 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 미세조류는

클로렐라 속 또는 헤마토코쿠스 속 미세조류인 것을 특징으로 하는 미세조류를 이용하여 방사성 물질을 제거하기 위한 반투과막 여과 시스템.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 수용부는

내부에 미세조류를 수용하는 원통형의 형상을 가지고, 상기 수용부의 하면에는 반투과막이 형성되는 것을 특징으로 하는 미세조류를 이용하여 방사성 물질을 제거하기 위한 반투과막 여과 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 헤마토코쿠스 속 미세조류는 헤마토코쿠스 플루비아리스인 것을 특징으로 하는 미세조류를 이용하여 방사

성 물질을 제거하기 위한 반투과막 여과 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 미세조류를 이용하여 방사성 물질을 제거하기 위한 반투과막 여과 시스템에 대한 것으로, 더욱 상세하게는 방사성 오염수에 전부 또는 일부가 위치하며 미세조류를 수용하는 수용부와 상기 수용부에 의해 수용되며 방사성 핵종을 흡수하여 방사성 오염수에서 방사성 핵종을 제거하는 미세조류와 상기 수용부의 전부 또는 일부에 형성되어 상기 방사성 핵종은 통과시키나 미세조류를 통과시키지 않는 반투과막을 포함하여, 상기 방사성 오염수에 포함되어 있는 방사성 핵종은 상기 반투과막을 통과하여 미세조류와 반응하여 방사성 오염수에서 제거되며, 상기 방사성 핵종을 흡수한 미세조류는 상기 수용부에 의해 공간적으로 분리되어, 대량의 방사능 오염수의 정화를 손쉽게 할 수 있는 미세조류를 이용하여 방사성 물질을 제거하기 위한 반투과막 여과 시스템에 대한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 발전분야, 의학분야, 산업분야 등 여러 분야에서 원자력 이용이 증가함에 따라, 방사성 폐기물의 양이 증가하여 환경적 및 사회적으로 많은 문제를 일으키고 있다. 또한, 체르노빌, 후쿠시마 등의 원전 사고에서 방출된 많은 양의 방사성 핵종은 이미 최고수준에 도달했고 광범위한 환경오염의 원인이 되고 있다. 저준위 방사선 폐기물이라고 하더라도 인체 및 환경에 극히 유해하므로, 폐기시 적절한 처리가 요구된다. 따라서, 상기 방사성 폐기물(폐액)로 인한 환경오염의 문제를 해결하기 위해, 대표적으로 아래 논문문헌 및 특허문헌처럼 방사성 폐기물을 이온교환수지를 이용하여 처리하고 있다.

[0003] <논문문헌>

[0004] 이남경, "이온교환수지를 이용한 방사성 핵종 제거 평가", 학위논문(석사)- 경북대학교 대학원 : 환경공학과 환경공학전공 2011. 2

[0005] <특허문헌>

[0006] 특허공개공보 제10-1987-0011631호(1987. 12. 24. 공개) "부동성 방사성 폐기물용 이온 교환수지의 제조방법"

[0007] 하지만, 이온교환수지를 이용하여 방사성 폐기물 처리 시, 이온교환수지는 선택성이 낮아 방사성 폐액에 일반 화학성분(calcium, magnesium 등)이 다량 함유된 경우는 수명이 짧아 효과적이지 못하며, 폐이온 교환수지는 고형화 할 때 팽윤 등의 문제로 고화체의 건전성이 낮은 문제가 있다.

[0008] 또한, 수용성이며 반감기가 긴 세슘이나 스트론튬의 경우에는 생태계를 오염시킬 수 있어, 미세조류를 이용하여 방사성 핵종을 제거하기 위한 연구가 진행되고 있다. 하지만, 오염지역에 미세조류를 직접적으로 적용하여 대량의 오염수를 제거하는 경우 그 효율이 떨어지는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로,

[0010] 본 발명은 방사성 핵종과 반응한 미세조류를 용이하게 분리 수거할 수 있어, 대량의 방사능 오염수의 정화를 손쉽게 할 수 있는 미세조류를 이용하여 방사성 물질을 제거하기 위한 반투과막 여과 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0011] 또한, 본 발명은 방사성 핵종이 통과할 수 있으나 미세조류가 통과할 수 없는 반투과막을 이용하여, 반투과막을 통과한 방사성 핵종은 미세조류와 반응하여 그 이동이 제한되며 방사성 핵종과 반응한 미세조류는 반투과막에 의해 공간적으로 분리할 수 있는 반투과막 여과 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명은 앞서 본 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 구성을 가진 실시예에 의해 구현된다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 반투과막 여과 시스템은 방사성 오염수에 전부 또는 일부가 위

치하며, 미세조류를 수용하는 수용부와; 상기 수용부에 의해 수용되며, 방사성 핵종을 흡수하여 방사성 오염수에서 방사성 핵종을 제거하는 미세조류와; 상기 수용부의 전부 또는 일부에 형성되어, 상기 방사성 핵종은 통과시키나 미세조류를 통과시키지 않는 반투과막;을 포함하여, 상기 방사성 오염수에 포함되어 있는 방사성 핵종은 상기 반투과막을 통과하여 미세조류와 반응하여 방사성 오염수에서 제거되며, 상기 방사성 핵종을 흡수한 미세조류는 전부 또는 일부에 반투과막이 형성된 수용부에 의해 공간적으로 분리되는 것을 특징으로 한다.

[0014] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 반투과막 여과 시스템에 있어서 상기 반투과막은 직경이 0.45 내지 1㎛인 다수 개의 미세기공을 가지는 것을 특징으로 한다.

[0015] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 반투과막 여과 시스템에 있어서 상기 반투과막은 반투과 특성을 지닌 고분자막 또는 섬유 재질 막 중의 어느 하나로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0016] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 반투과막 여과 시스템에 있어서 상기 방사성 핵종은 세슘(Cesium-137) 또는 스트론튬(Strontium-90) 또는 요오드(Iodine-131)인 것을 특징으로 한다.

[0017] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 반투과막 여과 시스템에 있어서 상기 미세조류는 클로렐라속 또는 헤마토코쿠스 속 미세조류인 것을 특징으로 한다.

[0018] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 반투과막 여과 시스템에 있어서 상기 수용부는 상기 미세조류를 에워싸며 일측에 반투과막이 형성되어, 일정 시간 동안 방사성 핵종과 미세조류가 반응한 후 상기 수용부를 방사성 오염수에서 제거하여 상기 수용부 내의 방사성 핵종을 흡수한 미세조류를 분리할 수 있는 것을 특징으로 한다.

[0019] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 반투과막 여과 시스템에 있어서 상기 수용부는 내부에 미세조류를 수용하는 원통형의 형상을 가지고, 상기 수용부의 하면에는 반투과막이 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0020] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 반투과막 여과 시스템에 있어서 헤마토코쿠스 속 미세조류는 헤마토코쿠스 플루비아리스인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0021] 본 발명은 앞서 본 실시예에 의해 다음과 같은 효과를 얻을 수 있다.

[0022] 본 발명은 방사성 핵종과 반응한 미세조류를 용이하게 분리 수거할 수 있어, 대량의 방사능 오염수의 정화를 손쉽게 할 수 있는 효과가 있다.

[0023] 또한, 본 발명은 방사성 핵종이 통과할 수 있으나 미세조류가 통과할 수 없는 반투과막을 이용하여, 반투과막을 통과한 방사성 핵종은 미세조류와 반응하여 그 이동이 제한되며 방사성 핵종과 반응한 미세조류는 반투과막에 의해 공간적으로 분리할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 반투과막 여과 시스템을 나타내는 개략도.

도 2는 도 1의 반투과막 여과 시스템에서 방사성 오염수 정화원리를 나타내는 모식도.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 반투과 여과 시스템을 이용하는 실험 방법을 설명하기 위한 참고도.

도 4는 실시예 1에서 얻은 미세조류의 위상차 현미경 이미지.

도 5는 실시예 2에서 얻은 미세조류의 위상차 현미경 이미지.

도 6은 실시예 3에서 얻은 미세조류의 위상차 현미경 이미지.

도 7은 실시예 4에서 얻은 미세조류의 위상차 현미경 이미지.

도 8은 비교예 1에서 얻은 미세조류의 위상차 현미경 이미지.

도 9는 비교예 2에서 얻은 미세조류의 위상차 현미경 이미지.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하에서는 본 발명에 따른 미세조류를 이용하여 방사성 물질을 제거하기 위한 반투과막 여과 시스템을 첨부된

도면을 참조하여 상세히 설명한다. 특별한 정의가 없는 한 본 명세서의 모든 용어는 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 기술자가 이해하는 당해 용어의 일반적 의미와 동일하고 만약 본 명세서에 사용된 용어의 의미와 충돌하는 경우에는 본 명세서에 사용된 정의에 따른다. 또한, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대해 상세한 설명은 생략한다. 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0026] 본 발명의 일 실시예에 따른 미세조류를 이용하여 방사성 물질을 제거하기 위한 반투과막 여과 시스템을 도 1 및 2를 참조하여 설명하면, 상기 반투과막 여과 시스템은 방사성 오염수(100)에 전부 또는 일부가 위치하며, 미세조류(2)를 수용하는 수용부(1)와; 상기 수용부(1)에 의해 수용되며, 방사성 핵종(110)을 흡수하여 방사성 오염수(100)에서 방사성 핵종(110)을 제거하는 미세조류(2)와; 상기 수용부(1)의 전부 또는 일부에 형성되어, 상기 방사성 핵종(110)은 통과시키나 미세조류(2)를 통과시키지 않는 반투과막(3);을 포함하여, 상기 방사성 오염수(100)에 포함되어 있는 방사성 핵종(110)은 상기 반투과막(3)을 통과하여 미세조류(2)와 반응하여 방사성 오염수(100)에서 제거되며, 상기 방사성 핵종(110)을 흡수한 미세조류(2)는 전부 또는 일부에 반투과막(3)이 형성된 수용부(1)에 의해 공간적으로 분리되는 것을 특징으로 한다.

[0027] 상기 수용부(1)는 방사성 오염수(100)에 전부 또는 일부가 위치하며, 미세조류(2)를 수용하는 구성으로, 일정 형상을 가지나, 바람직하게는 상기 미세조류를 에워싸고 일 측에 반투과막이 형성되는 형태를 가지며, 더욱 바람직하게는 내부에 미세조류를 수용하는 원통형의 형상을 가지고 상기 수용부의 하면에 반투과막이 형성되게 된다. 상기 방사성 오염수는 예컨대 세슘(Cesium-137), 스트론튬(Strontium-90), 요오드(Iodine-131) 등의 방사성 핵종을 포함한다.

[0028] 상기 미세조류(2)는 상기 수용부(1)에 의해 수용되며, 방사성 핵종(110)과 반응(방사성 핵종(110)을 흡수(흡착))하여 방사성 오염수(100)에서 방사성 핵종(110)을 제거하는 구성으로, 방사성 핵종을 제거할 수 있는 다양한 미세조류가 사용되게 된다. 일 예로, 상기 미세조류는 클로렐라(*Chlorella*) 속 또는 헤마토코쿠스(*Haematococcus*) 속의 종이 사용되며, 상기 클로렐라 속의 종은 클로렐라 아니트라타(*Chlorella anitrata*), 클로렐라 안타르크티카(*Chlorella antarctica*), 클로렐라 아우레오비리디스(*Chlorella aureoviridis*), 클로렐라 캔디다(*Chlorella Candida*), 클로렐라 캡슐라타(*Chlorella capsulata*), 클로렐라 데식카타(*Chlorella desiccata*), 클로렐라 엘립소이데아(*Chlorella ellipsoidea*), 클로렐라 에메르소니이(*Chlorella emersonii*), 클로렐라 푸스카(*Chlorella fusca*), 클로렐라 푸스카 var. 바쿠올라타(*Chlorella fusca var. vacuolata*), 클로렐라 글루코트로파(*Chlorella glucotropha*), 클로렐라 인퓨시오눔(*Chlorella infusionum*), 클로렐라 인퓨시오눔 var. 악토필라(*Chlorella infusionum var. Actophila*), 클로렐라 인퓨시오눔 var. 아우세노필라(*Chlorella infusionum var. Auxenophila*), 클로렐라 케슬러리(*Chlorella kessleri*), 클로렐라 루테오비리디스(*Chlorella luteoviridis*), 클로렐라 루테오비리디스 var. 아우레오비리디스(*Chlorella luteoviridis var. aureoviridis*), 클로렐라 루테오비리디스 var. 루테센스(*Chlorella luteoviridis var. Lutescens*), 클로렐라 미니아타(*Chlorella miniata*), 클로렐라 미누티시마(*Chlorella minutissima*), 클로렐라 무타빌리스(*Chlorella mutabilis*), 클로렐라 녹투르나(*Chlorella nocturna*), 클로렐라 파르바(*Chlorella parva*), 클로렐라 포토필라(*Chlorella photophila*), 클로렐라 프링세이미이(*Chlorella pringsheimii*), 클로렐라 프로토테코이드(*Chlorella protothecoides*), 클로렐라 레귤라리스(*Chlorella regularis*), 클로렐라 레귤라리스 var. 미니마(*Chlorella regularis var. minima*), 클로렐라 레귤라리스 var. 움브리카타(*Chlorella regularis var. umbricata*), 클로렐라 레이시글리이(*Chlorella reisiglii*), 클로렐라 사카로필라(*Chlorella saccharophila*), 클로렐라 사카로필라 var. 엘립소이데아(*Chlorella saccharophila var. ellipsoidea*), 클로렐라 살리나(*Chlorella salina*), 클로렐라 심플렉스(*Chlorella simplex*), 클로렐라 소로키니아나(*Chlorella sorokiniana*), 클로렐라 스파에리카(*Chlorella sphaerica*), 클로렐라 스티그마토포라(*Chlorella stigmatophora*), 클로렐라 반니엘리이(*Chlorella vanniellii*), 클로렐라 불가리스(*Chlorella vulgaris*), 클로렐라 불가리스 에프. 테르티아(*Chlorella vulgaris f. tertia*), 클로렐라 불가리스 var. 아이리디스(*Chlorella vulgaris var. airidis*), 클로렐라 불가리스 var. 불가리스(*Chlorella vulgaris var. vulgaris*), 클로렐라 불가리스 var. 불가리스 에프. 테르티아(*Chlorella vulgaris var. vulgaris f. tertia*), 클로렐라 불가리스 var. 불가리스 에프. 비리디스

(*Chlorella vulgaris var. vulgaris f. viridis*), 클로렐라 크산텔라(*Chlorella xanthella*), 및 클로렐라 조핀지엔시스(*Chlorella zofingiensis*)로 구성된 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상이 사용될 수 있으며, 상기 헤마토코쿠스 속의 종은 헤마토코쿠스 카펜시스(Haematococcus capensis), 헤마토코쿠스 카로셀루스(Haematococcus carocellus), 헤마토코쿠스 드로에바켄시스(Haematococcus droebakensis), 헤마토코쿠스 라쿠스트리스(Haematococcus lacustris), 헤마토코쿠스 무로룸(Haematococcus murorum), 헤마토코쿠스 플루비아리스(Haematococcus pluvialis), 헤마토코쿠스 써마리스(Haematococcus thermalis), 헤마토코쿠스 짐바브웨인시스(Haematococcus zimbabwiensis), 헤마토코쿠스 옵투시스피너스(Haematococcus obtusispinus), 헤마토코쿠스 인시그니스(Haematococcus insignis), 헤마토코쿠스 트런카티스피너스(Haematococcus truncatispinus), 헤마토코쿠스 살리누스(Haematococcus salinus), 헤마토코쿠스 산귀네우스(Haematococcus sanguineus), 헤마토코쿠스 알마니(Haematococcus allmanii) 및 헤마토코쿠스 브엣스크리(Haematococcus buetschlii)로 구성된 군으로부터 어느 하나 이상이 사용될 수 있다. 바람직하게는 클로렐라 소로키니아나(*Chlorella sorokinianna*) 또는 클로렐라 불가리스(*Chlorella vulgaris*) 또는 헤마토코쿠스 플루비아리스(Haematococcus pluvialis)가 사용된다. 제거 가능한 방사성 핵종은 세슘(Cesium-137), 스트론튬(Strontium-90), 요오드(Iodine-131), 우라늄(Uranium-238), 바륨(Barium-133), 카드뮴(Cadmium-109), 코발트(Cobalt-57), 코발트(Cobalt-60), 유로퓸(Europium-152), 망간(Manganese-54), 나트륨(Sodium-22), 아연(Zinc-22), 테크네튬(Technetium-99m), 탈륨(Thallium-204), 폴로늄(Polonium-210), 아메리슘(Americium-241), 요오드(Iodine-131) 등을 포함하나, 이에 한정되지 않는다. 상기 미세조류(2)는 완충용액 혼합되어 상기 수용부(1) 내에 위치하게 되는데, 상기 완충용액은 일 예로 $NaHCO_3$ 완충용액, $NaHCO_3$, $NaNO_3$ 및 NaCl을 포함하는 완충용액 등이 사용될 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.

상기 완충용액은 다양한 영양염류를 배제한 순수한 기본 완충용액만으로 구성되는 것이 바람직한데, 이는 과도한 영양물질 및 기타 이온들이 존재할 경우에 미세조류에 의한 방사성 핵종의 흡착 및 흡수를 해석하는데 변수가 될 수 있고, 완충용액 내 다양한 원소와의 반응을 통해 방사성 핵종의 자체 침전이 발생할 수 있기 때문에 불필요한 성분은 배제한다.

[0029] 상기 반투과막(3)은 상기 수용부(1)의 전부 또는 일부에 형성되어, 상기 방사성 핵종(110)은 통과시키나 미세조류(2)를 통과시키지 않는 구성으로, 상기 방사성 오염수(100)에 포함되어 있는 방사성 핵종(110)은 상기 반투과막(3)을 통과하여 미세조류(2)와 반응하여 방사성 오염수(100)에서 제거되며, 상기 방사성 핵종(110)을 흡수한 미세조류(2)는 상기 수용부(1)에 의해 공간적으로 분리되게 된다. 상기 반투과막(3)은 일정 소재로 이루어지나, 바람직하게는 반투과 특성을 지닌 고분자막 또는 섬유 재질 막 중의 어느 하나로 이루어지며, 더욱 바람직하게는 셀룰로즈 아세테이트, 폴리비닐이딘 플루오라이드, 하이드로젤 및 나일론 중의 어느 하나로 이루어진다. 상기 반투과막(3)의 미세기공의 직경이 0.45um보다 작은 경우 방사성 핵종(110)을 통과시킬 수 없으며 1um보다 큰 경우 미세조류가 통과할 수 있어, 상기 반투과막(3)의 미세기공의 직경은 0.45 내지 1㎛인 것이 바람직하다. 상기 반투과막 여과 시스템을 이용하여 방사성 오염수를 정화하는 방법, 즉 방사성 핵종을 방사성 오염수에서 제거하는 방법을 살펴보면, 완충용액과 혼합된 미세조류(2)가 내부에 위치하는 수용부(1)를 방사성 오염수(100)에 위치시키면, 상기 미세조류(2)는 반투과막(3)을 통해 이동할 수 없으나 상기 방사성 핵종(110)은 반투과막(3)을 통해 이동할 수 있어, 상기 방사성 오염수(100)에 존재하는 방사성 핵종(110)은 상기 수용부(1)의 일측에 형성된 반투과막(3)을 통과하여 수용부(1) 내부의 미세조류(2)와 반응하여 미세조류(2)에 흡착하게 되어 상기 방사성 오염수(100)에서 제거되게 된다. 이후, 상기 수용부(1)를 방사성 오염수(100)에서 들어올려 상기 수용부(1) 내의 방사성 핵종(110)을 흡수한 미세조류(2)를 용이하게 분리 수거할 수 있어, 대량의 방사능 오염수의 정화를 손쉽게 할 수 있게 된다.

[0030] 이하, 실시예를 통해서 본 발명을 보다 상세히 설명하기로 한다. 하지만, 이들은 본 발명을 보다 상세하게 설명하기 위한 것일 뿐, 본 발명의 권리범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0031] <실시예>

[0032] 실시예 1) 도 3에 도시된 바와 같이, 내부에 미세조류(2)를 수용하고 측면이 반투과막(3)으로 이루어진 수용부(1)를 형성하고(도 3의 (a)), 상기 수용부를 완충용액이 주입된 비이커에 삽입하고(도 3의 (b)), 상기 완충용액

에 시약을 첨가하고 방사성 핵종(Sr)을 투입하여(도 3의 (c)), 일정 시간 동안 반응시켰다. 상기 미세조류는 헤마토코쿠스 플루비아리스가 사용되고, 상기 반투과막은 포어 사이즈(pore size)가 0.45um인 PVDF membrane(Millipore, Immobilon-P)이 사용되며, 상기 완충용액은 3mM의 $NaHCO_3$가 사용되고, 상기 시약은 스트론튬(Sr) 검출에 사용되는 0.4%의 로디존산나트륨이 사용되며, 오염수 조성은 3mM의 $Sr(NO_3)_2$가 사용되고, 24시간 반응시켰다.

[0033] 실시예 2) 상기 미세조류가 클로렐라 불가리스가 사용되는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 실시하였다.

[0034] 실시예 3) 상기 미세조류가 클로렐라 불가리스가 사용되고, 오염수 조성은 3mM의 $SrCl_2$가 사용되며, 0.5시간 반응시킨 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 실시하였다.

[0035] 실시예 4) 24시간 반응시킨 것을 제외하고는 실시예 3과 동일하게 실시하였다.

[0036] <비교예>

[0037] 비교예 1) 방사성 핵종을 투입하지 않은 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 실시하였다.

[0038] 비교예 2) 방사성 핵종을 투입하지 않은 것을 제외하고는 실시예 2와 동일하게 실시하였다.

[0039] <실험예>

[0040] 1) 실시예 1 내지 4 및 비교예 1, 2의 반응이 끝난 후, 수용부를 건져 상기 수용부 내의 미세조류를 분리하여 위상차 현미경으로 촬영하여, 도 4 내지 9에 나타내었다. 실시예 1, 3 및 4의 경우 현미경 배율을 달리하여 두 번 촬영하여, 도 4, 6 및 7에 나타내었다.

[0041] 2) 도 8 및 9를 보면 미세조류 내 또는 주위에 적갈색으로 염색된 부분이 존재하지 않으나, 도 4 내지 7을 보면 미세조류 내 또는 외면에 적갈색으로 염색된 부분이 존재하여, 실시예 1 내지 4에서 방사성 핵종은 반투과막을 통과하여 미세조류에 흡착된 것을 확인할 수 있다. 특히, 다른 미세조류에 비해 상대적으로 큰 크기를 가지는 헤마토코쿠스 플루비아리스가 사용된 실시예 1의 미세조류에 대한 위상차 현미경 이미지를 나타내는 도 4를 보면, 원형의 미세조류 주위에 적갈색으로 염색된 Sr광물화 결정(화살표로 표시)이 흡착되어 있음을 더욱 명확히 알 수 있다. 위와 같이, 방사성 핵종은 통과시키나 미세조류를 통과시키지 않은 반투과막을 이용하여, 방사성 핵종을 흡수한 미세조류를 공간적으로 분리하는 것이 가능하여, 대량의 방사능 오염수의 정화를 손쉽게 할 수 있게 된다.

[0042] 이상에서, 출원인은 본 발명의 바람직한 실시예들을 설명하였지만, 이와 같은 실시예들은 본 발명의 기술적 사상을 구현하는 일 실시예일 뿐이며 본 발명의 기술적 사상을 구현하는 한 어떠한 변경예 또는 수정예도 본 발명의 범위에 속하는 것으로 해석되어야 한다.

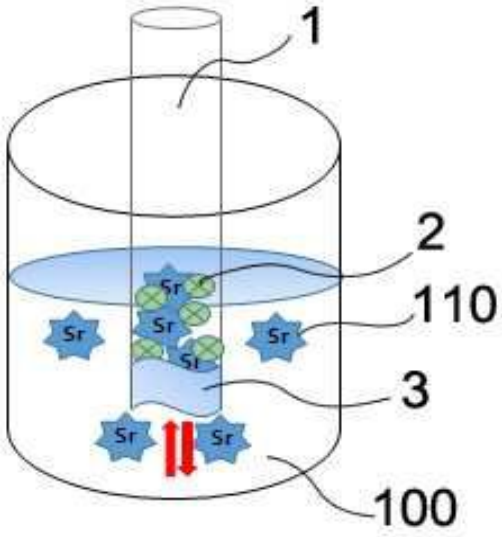
부호의 설명

[0043] 1: 수용부 2: 미세조류 3: 반투과막

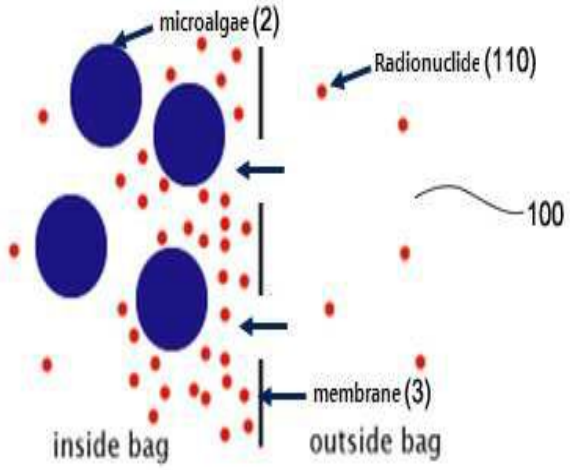
100: 방사성 오염수 110: 방사성 핵종

도면

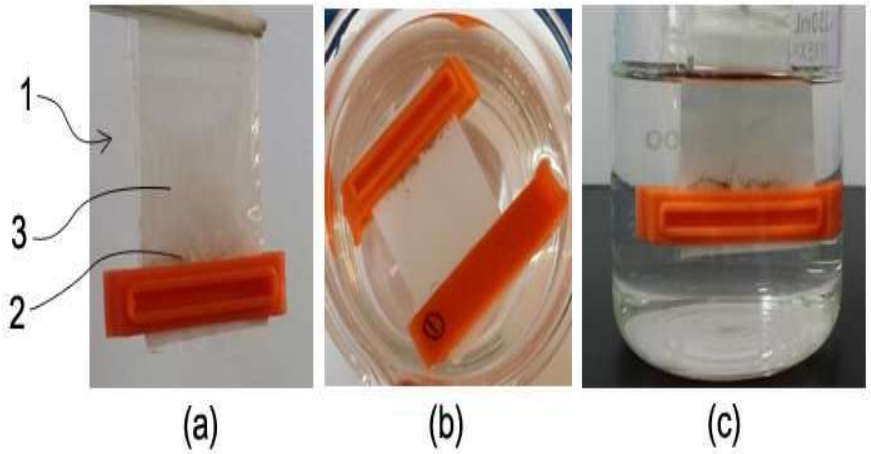
도면1


1
2
110
3
100
Sr

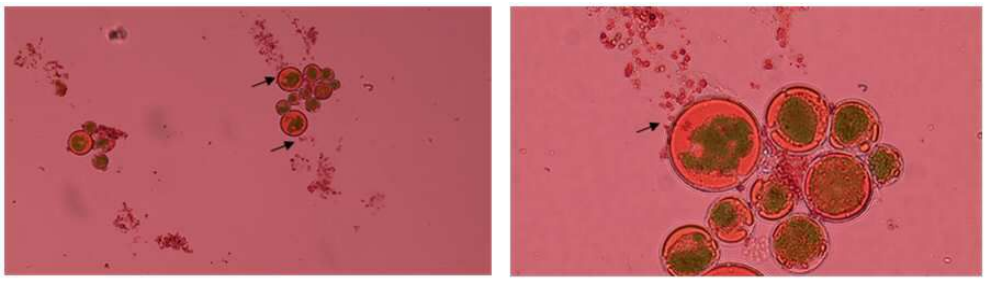
도면2


microalgae (2)
Radionuclide (110)
100
membrane (3)
inside bag
outside bag

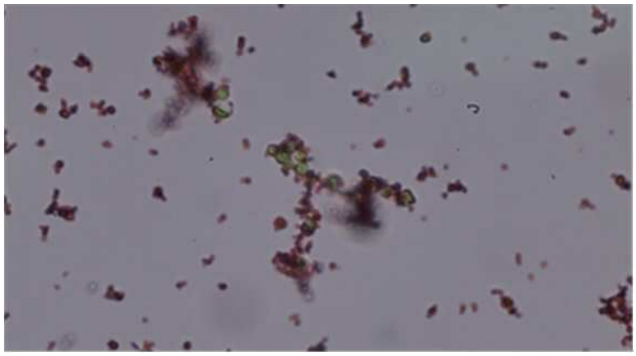
도면3



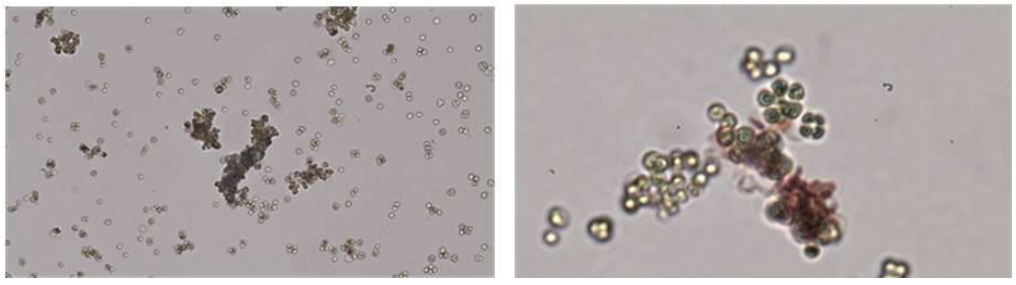
도면4



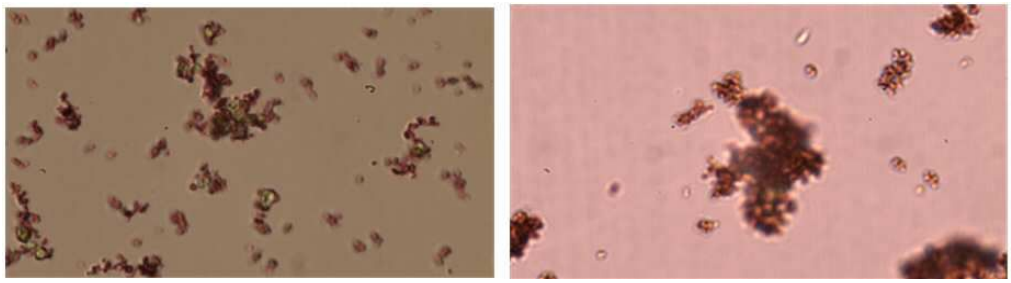
도면5



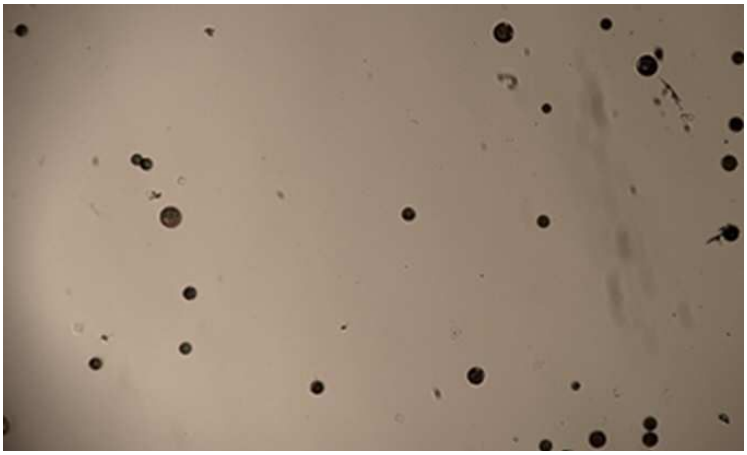
도면6



도면7



도면8



도면9

