

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016년 8월 4일 (04.08.2016)



(10) 국제공개번호
WO 2016/122207 A1

- (51) 국제특허분류:
B01J 20/22 (2006.01) *G21F 9/12* (2006.01)
B01J 20/30 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/000884
- (22) 국제출원일: 2016년 1월 27일 (27.01.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2015-0015067 2015년 1월 30일 (30.01.2015) KR
- (71) 출원인: 서강대학교 산학협력단 (SOGANG UNIVERSITY RESEARCH FOUNDATION) [KR/KR]; 04107 서울시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교), Seoul (KR).
- (72) 발명자: 이승엽 (LEE, Seung Yop); 06679 서울시 서초구 방배중앙로 7길 56, 103호 (방배동, 청구빌라), Seoul (KR). 이근영 (LEE, Keun Young); 34057 대전시 유성구 대덕대로 989번길 111 (덕진동), Daejeon (KR). 이주은 (LEE, Ju Eun); 02785 서울시 성북구 돌곶이로 14길 6-4 (석판동), Seoul (KR). 정광환 (JUNG, Kwang Hwan); 13566 경기도 성남시 분당구 양현로 192, 1021동 102호 (이매동, 이매촌삼성아파트), Gyeonggi-do (KR). 이견아 (LEE, Keon Ah); 21404 인천시 부평구 경원대로 1344번길 8, 104동 1005호 (부평동, 부평두산위브아파트), Incheon (KR). 구하라 (KU, Ha Ra); 32601 충청남도 공주시 막골길 9 (오곡동), Chungcheongnam-

do (KR). 이상호 (LEE, Sang Hyo); 13388 경기도 성남시 중원구 원터로 18번길 19, 102동 809호 (하대원동, 성원초원아파트), Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 김현진 (KIM, Hyun Jin); 06142 서울시 강남구 테헤란로 37길 7, 조이타워 301호 (대신국제특허법률사무소), Seoul (KR).

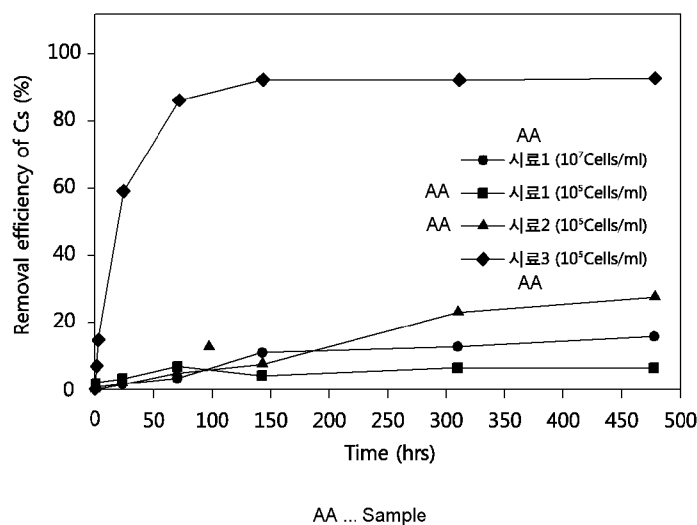
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: COMPOSITION AND METHOD FOR REMOVING RADIOACTIVE NUCLIDE

(54) 발명의 명칭 : 방사성 핵종을 제거하기 위한 조성물 및 방법



(57) Abstract: The present invention relates to a composition and a method for removing radioactive nuclide, and more specifically to a composition and a method capable of effectively removing radioactive nuclide easily and in an environmentally friendly manner by comprising Haematococcus microalgae which removes radioactive nuclide by reacting therewith.

(57) 요약서: 본 발명은 방사성 핵종을 제거하기 위한 조성물 및 방법에 대한 것으로, 더욱 상세하게는 방사성 핵종과 반응하여 방사성 핵종을 제거하는 헤마토코쿠스 속 미세조류를 포함하여, 친환경적으로 용이하게 방사성 핵종을 효율적으로 제거할 수 있는 방사성 핵종을 제거하기 위한 조성물 및 방법에 대한 것이다.

WO 2016/122207 A1

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 방사성 핵종을 제거하기 위한 조성물 및 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 방사성 핵종을 제거하기 위한 조성물 및 방법에 대한 것으로, 더욱 상세하게는 방사성 핵종과 반응하여 방사성 핵종을 제거하는 헤마토코쿠스 속 미세조류를 포함하여, 친환경적으로 용이하게 방사성 핵종을 효율적으로 제거할 수 있는 방사성 핵종을 제거하기 위한 조성물 및 방법에 대한 것이다.

배경기술

- [2] 발전분야, 의학분야, 산업분야 등 여러 분야에서 원자력 이용이 증가함에 따라, 방사성 폐기물의 양이 증가하여 환경적 및 사회적으로 많은 문제를 일으키고 있다. 저준위 방사성 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.

- [3] <논문문헌>

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

- [5] <특허문헌>

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

- [7] 하지만, 이온교환수지를 이용하여 방사성 폐기물 처리시, 이온교환수지는 선택성이 낮아 방사성 폐액에 일반 화학성분(calcium, magnesium 등)이 다량 함유된 경우는 수명이 짧아 효과적이지 못하며, 폐이온교환수지는 고형화할 때 팽윤 등의 문제로 고화체의 건전성이 낮은 문제가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로,
- [9] 본 발명은 방사능 유출과 오염에 대해 효율적이고 친환경적인 방사성 핵종을 제거하기 위한 조성물 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [10] 또한, 본 발명은 미세조류(예컨대, 헤마토코쿠스 플루비아리스)를 이용하여 방사성 핵종을 제거하므로, 친환경적으로 용이하게 방사성 핵종을 제거할 수 있는 방사성 핵종을 제거하기 위한 조성물 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [11] 또한, 본 발명은 미세조류(예컨대, 헤마토코쿠스 플루비아리스)의 배양 조건과 반응 조건을 조절하여, 방사성 핵종의 제거효율을 향상시킬 수 있는 방사성 핵종을 제거하기 위한 조성물 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제 해결 수단

- [12] 본 발명은 앞서 본 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 구성을 가진 실시예에 의해 구현된다.
- [13] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 조성물은 방사성 핵종과 반응하여 방사성 핵종을 제거하는 헤마토코쿠스 속 미세조류를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [14] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 조성물에 있어서 상기 헤마토코쿠스 속 미세조류는 헤마토코쿠스 플루비아리스인 것을 특징으로 한다.
- [15] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 조성물에 있어서 상기 방사성 핵종은 세슘(Cesium-137) 또는 스트론튬(Strontium-90)인 것을 특징으로 한다.
- [16] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 조성물에 있어서 상기 방사성 핵종과 헤마토코쿠스 속 미세조류의 반응은 pH 7.1 내지 9의 조건에서 행하여지는 것을 특징으로 한다.
- [17] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 조성물에 있어서 상기 조성물은 방사성 핵종을 80 내지 90%를 제거하는 것을 특징으로 한다.
- [18] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 조성물에 있어서 상기 헤마토코쿠스 미세조류는 증식 및 성숙된 헤마토코쿠스 미세조류가 사용되는 것을 특징으로 한다.
- [19] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 조성물에 있어서 상기 헤마토코쿠스 속 미세조류는 팔멜라 상태까지 세포 분열하도록 배양하여 증식되며, 이후 세포분열을 멈추고 세포가 성장하여 세포 내부에 물질을 축적하도록 배양하여 성숙되는 것을 특징으로 한다.
- [20] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 조성물에 있어서 상기 헤마토코쿠스 속 미세조류를 배지를 이용하여 상온에서 팔멜라 상태까지 40 내지 $60\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 강도의 형광등 조건에서 12 내지 16시간의 광주기와 8 내지 12시간의 암주기로 배양하여 증식시키는 것을 특징으로 한다.
- [21] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 조성물에 있어서 상기 헤마토코쿠스 속 미세조류가 증식된 이후, 배지를 제거하고 세척한 후 2 내지 4mM NaHCO_3 용액으로 교체 미세 후 Red LED Lights에서 $146\text{--}151.14\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 강도로 40 내지 80시간 배양하여 1차 성숙시키고, 이후에 Blue LED Lights에서 $12\text{--}15\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 강도로 8 내지 12일 동안 배양하여 2차 성숙시키는 것을 특징으로 한다.
- [22] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 제거방법은 헤마토코쿠스 속 미세조류를 방사성 핵종과 반응시켜 방사성 핵종을 제거하는 반응단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [23] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 제거방법에 있어서 상기 헤마토코쿠스 속 미세조류는 헤마토코쿠스 플루비아리스인 것을 특징으로 한다.
- [24] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 제거방법에 있어서 상기 방사성 핵종은 세슘(Cesium-137) 또는 스트론튬(Strontium-90)인 것을 특징으로 한다.
- [25] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 제거방법에 있어서 상기 반응단계는 pH 7.1 내지 9의 조건에서 행하여지는 것을 특징으로 한다.
- [26] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 제거방법에서 방사성 핵종은 80 내지 90%가 제거되는 것을 특징으로 한다.
- [27] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 제거방법은 미세조류를 증식 및 성숙시키는 배양단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [28] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 제거방법에 있어서 상기 배양단계는 헤마토코쿠스 속 미세조류가 세포 분열하여 증식되도록 배양하는 증식단계와, 상기 증식단계 후에 헤마토코쿠스 속 미세조류가 세포분열을 멈추고 세포가 성장하여 세포 내부에 물질을 축적하도록 배양하는 성숙단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [29] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 제거방법에 있어서 상기 증식단계는 헤마토코쿠스 속 미세조류를 배지를 이용하여 상온에서 팔멜라 상태까지 40 내지 60 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 강도의 형광등 조건에서 12 내지 16시간의 광주기와 8 내지 12시간의 암주기로 배양하여 행하여지는 것을 특징으로 한다.
- [30] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 제거방법에 있어서 상기 성숙단계는 상기 증식단계 후에 배지를 제거하고 세척한 후 2 내지 4mM NaHCO_3 용액으로 교체 미세 후 Red LED Lights에서 146-151.14 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 강도로 40 내지 80시간 배양하는 제1성숙단계와, 상기 제1성숙단계 후에 Blue LED Lights에서 12-15 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 강도로 8 내지 12일 동안 배양하는 제2성숙단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [31] 본 발명은 앞서 본 실시예에 의해 다음과 같은 효과를 얻을 수 있다.
- [32] 본 발명은 방사능 유출과 오염에 대해 효율적이고 친환경적으로 대처할 수 있는 효과가 있다.
- [33] 또한, 본 발명은 미세조류(예컨대, 헤마토코쿠스 플루비아리스)를 이용하여 방사성 핵종을 제거하므로, 친환경적으로 용이하게 방사성 핵종을 제거할 수 있는 효과가 있다.
- [34] 또한, 본 발명은 미세조류(예컨대, 헤마토코쿠스 플루비아리스)의 배양 조건과 반응 조건을 조절하여, 방사성 핵종의 제거효율을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [35] 도 1은 증식 전의 헤마토코쿠스 플루비아리스의 위상차 현미경 이미지.
- [36] 도 2는 Green Cell 상태의 헤마토코쿠스 플루비아리스의 위상차 현미경 이미지.
- [37] 도 3은 Induction 상태의 헤마토코쿠스 플루비아리스의 위상차 현미경 이미지.
- [38] 도 4는 Stationary 상태의 헤마토코쿠스 플루비아리스의 위상차 현미경 이미지.
- [39] 도 5는 미세조류(헤마토코쿠스 플루비아리스)의 배양조건에 따른 방사성 핵종 제거율을 나타내는 그래프.
- [40] 도 6은 미세조류(헤마토코쿠스 플루비아리스)의 반응조건(담수와 해수)에 따른 방사성 핵종 제거율을 나타내는 그래프.
- [41] 도 7은 반응 전 미세조류(헤마토코쿠스 플루비아리스)의 SEM이미지(b는 a보다 10배 확대한 이미지임).
- [42] 도 8은 반응 전 미세조류(헤마토코쿠스 플루비아리스)의 EDS(성분분석) 결과를 나타내는 도표.
- [43] 도 9는 방사성 핵종과 반응 후 미세조류(헤마토코쿠스 플루비아리스)의 SEM이미지.
- [44] 도 10은 방사성 핵종과 반응 후 미세조류(헤마토코쿠스 플루비아리스)의 EDS(성분분석) 결과를 나타내는 도표.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [45] 이하에서는 본 발명에 따른 방사성 핵종을 제거하기 위한 조성물 및 방법을 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.
- [46]
- [47] 본 발명은 방사성 핵종을 제거하기 위한 조성물에 대한 것으로, 상기 조성물은 미세조류와 완충용액 등을 포함하며, 7.1 내지 9.0의 pH를 가진다. 상기 조성물에 의해 다양한 방사성 핵종의 제거가 가능하며, 일 예로 세슘(Cesium-137), 스트론튬(Strontium-90)의 제거가 가능하다.
- [48]
- [49] 상기 미세조류는 방사성 핵종과 반응(방사성 핵종을 흡착)하여, 방사성 핵종을 제거하는 구성으로, 바람직하게는 헤마토코쿠스(*Haematococcus pluvialis*) 속의 종이 사용되며, 더욱 바람직하게는 헤마토코쿠스 플루비아리스(*Haematococcus pluvialis*)가 사용된다. 상기 헤마토코쿠스 속의 종은 헤마토코쿠스 카펜시스(*Haematococcus capensis*)

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 옵투스스피너스(*Haematococcus obtusispinus*), 헤마토코쿠스 인시그니스(*Haematococcus insignis*), 헤마토코쿠스 트런카티스피너스(*Haematococcus truncatispinus*), 헤마토코쿠스 살리누스(*Haematococcus salinus*), 헤마토코쿠스 산귀네우스(*Haematococcus sanguineus*), 헤마토코쿠스 알마니(*Haematococcus allmanii*) 및 헤마토코쿠스 브엣츨리(*Haematococcus buetschlii*)로 구성된 군으로부터 어느 하나 이상이 사용될 수 있다.

- [50] 상기 헤마토코쿠스 속의 종의 일 예인 헤마토코쿠스 플루비아리스는 다양한 방사성 핵종에 대하여 강한 생존력을 가지고 우수한 방사성 핵종 제거능력을 가진다. 제거 가능한 방사성 핵종은 세슘(Cesium-137), 스트론튬(Strontium-90), 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) 등을 포함하나, 이에 한정되지 않는다. 상기 미세조류(예컨대, 헤마토코쿠스 플루비아리스)는 방사성 핵종과 반응하기 전에 배양조건을 달리하여 증식 및 성숙 과정을 거치는데, 이에 대해서는 하기에서 자세히 설명하기로 한다.
- [51] 상기 완충용액은 일 예로 NaHCO_3 완충용액, NaHCO_3 , NaNO_3 및 NaCl 을 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. 상기 완충용액의 구성에 따라 상기 미세조류와 방사성 핵종은 담수와 해수 조건에 반응하는 것이 가능한데, 담수 조건에서 미세조류와 방사성 핵종이 반응하는 것이 바람직하며 이에 대해서는 하기에서 자세히 설명하기로 한다.
- [52]
- [53] 상기와 같은 조성물(미세조류)을 이용하여 방사성 핵종을 제거하는 방법을 이하에서 설명하기로 한다.
- [54]
- [55] 상기 방사성 핵종의 제거방법은 미세조류를 증식 및 성숙시키는 배양단계와,

상기 배양단계에서 배양된 미세조류를 일정 조건하에서 방사성 핵종과 반응(방사선 핵종을 미세조류의 세포벽에 접촉시켜 미세조류가 방사선 핵종을 흡착)시키는 반응단계 등을 포함한다. 이하에서는 헤마토코쿠스 속의 미세조류를 예로 들어 설명하기로 한다.

- [56] 상기 배양단계는 헤마토코쿠스 속 미세조류를 증식 및 성숙시키는 단계로, 헤마토코쿠스 속 미세조류의 세포 분열이 일어나 증식되도록 일정 조건하에서 배양하는 증식단계와, 상기 증식단계 후에 헤마토코쿠스 속 미세조류가 세포분열을 멈추고 세포가 성장하여 세포 내부에 물질을 축적하도록 일정 조건하에서 배양하는 성숙단계를 포함한다.
- [57] 상기 증식단계는 헤마토코쿠스 속 미세조류가 세포 분열하여 증식되도록 일정 조건하에서 배양하는 단계로, 예컨대, 헤마토코쿠스 속 미세조류를 BG11(또는 3NBBM) 배지를 이용하여 상온에서 팔멜라(*palmella*) 상태까지 40 내지 60 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 강도의 형광등 조건에서 12 내지 16시간의 광주기와 8 내지 12시간의 암주기로 배양하여 행하여진다. 상기 헤마토코쿠스 속 미세조류는 성장 단계에서 세포의 운동성 정도에 따라 운동형 형태와 비운동형 형태를 가지며, 상기 운동형 형태는 8 내지 50 μm 의 세포 범위의 서양배 모양 형태를 가지고, 팔멜라(*palmella*) 상태로 불리는 비운동형 형태는 구형의 원형질이 긴밀하게 접착된 *palmella membrane* 내에 덩어져 있고 *flagella*를 제외한 세포 구조는 운동형의 형태와 동일하게 남아 있게 된다. 상기 증식단계를 거치는 동안 헤마토코쿠스 속 미세조류는 세포 분열하여 증식하고 운동형 형태에서 비운동형 형태(팔멜라 상태)로 변화하는데, 증식단계 전, 후의 헤마토코쿠스 플루비아리스의 위상차 현미경 이미지를 나타내는 도 1 및 2를 대비하여 이를 확인할 수 있다. 증식단계 후에 헤마토코쿠스 플루비아리스를 위상차 현미경으로 촬영시 도 2에 도시된 바와 같이, 녹색의 이미지가 촬영되고 일정 정도의 운동성을 가지게 됨을 알 수 있는데, 이하에서는 상기 증식단계를 거친 헤마토코쿠스 속 미세조류는 Green Cell 상태에 있다고 칭하기로 한다.
- [58] 상기 성숙단계는 상기 증식단계 후에 헤마토코쿠스 속 미세조류가 세포분열을 멈추고 세포가 성장하여 세포 내부에 물질을 축적하도록 일정 조건하에서 배양하는 단계로, 예컨대, 상기 증식단계 후에 배지를 제거하고 세척한 후, 2 내지 4mM NaHCO_3 용액으로 교체 미세 후, Red LED Lights에서 146-151.14 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 강도로 40 내지 80시간 배양하는 제1성숙단계와, 상기 제1성숙단계 후에 Blue LED Lights에서 12-15 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 강도로 8 내지 12일 동안 배양하는 제2성숙단계를 포함한다. 상기 제1성숙단계를 거치는 동안 세포분열은 점차 감소하고 세포는 성장하여 세포벽이 두꺼워지고 내부에 물질을 축적하고 운동성이 눈에 띄게 감소하게 되는데, 제1성숙단계 전, 후의 헤마토코쿠스 플루비아리스의 위상차 현미경 이미지를 나타내는 도 2 및 3을 대비하여 이를 확인할 수 있다. 상기 제1성숙단계 후에 헤마토코쿠스 플루비아리스를 위상차 현미경으로 촬영시 도 3에 도시된 바와 같이, 갈색의

이미지가 촬영되게 된다. 상기 제2성숙단계를 거치는 동안 세포분열을 멈추고 세포는 성장하여 세포벽은 최대 두꺼워지고 내부에 물질을 뿜뿜하게 축적하며 거의 운동성을 가지게 않게 되는데, 제2성숙단계 전, 후의 헤마토코쿠스 플루비아리스의 위상차 현미경 이미지를 나타내는 도 3 및 4를 대비하여 이를 확인할 수 있다. 상기 제2성숙단계 후에 헤마토코쿠스 플루비아리스를 위상차 현미경으로 촬영시 도 4에 도시된 바와 같이, 적색의 이미지가 촬영되게 된다. 상기 제2성숙단계에서는 세포분열을 멈추고 세포가 최대 성장하여 내부에 뿜뿜하게 물질을 축적하므로, 이하에서는 상기 제2성숙단계를 거친 헤마토코쿠스 속 미세조류는 정지기(Stationary) 상태에 있다고 칭하기로 한다. 또한, 상기 제1성숙단계는 상기 증식단계를 통해 증식한 세포가 상기 제2성숙단계를 통해 세포분열을 멈추고 최대 세포 성장이 일어나도록 하기 위한 중간 단계에 해당하므로, 이하에서는 상기 제1성숙단계를 거친 헤마토코쿠스 속 미세조류는 유도기(Induction) 상태에 있다고 칭하기로 한다.

[59]

[60] 상기 반응단계는 배양단계에서 배양된 미세조류를 일정 조건하에서 방사성 핵종과 반응(방사성 핵종을 미세조류의 세포벽에 접촉시켜 미세조류가 방사성 핵종을 흡착)시켜 방사성 핵종을 제거하는 단계이다. 상기 반응단계는 pH 7.1 내지 9.0의 조건에서 완충용액 내에 미세조류와 방사성 핵종이 반응하여 미세조류가 방사성 핵종을 흡착하여 방사성 핵종을 제거하게 된다.

[61]

[62] 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.

[63]

[64] <실시예 1> 헤마토코쿠스 플루비아리스의 증식 및 성숙 과정 유도

[65] 1) 헤마토코쿠스 플루비아리스(Culture Collection Alga and Protozoa사의 CCAP34/7 제품)를 BG11(또는 3NBBM) 배지를 이용하여 상온에서 팔멜라(palmella) 상태까지 $48.58\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 강도의 형광등 조건에서 14시간의 광주기와 10시간의 암주기로 배양하였다(Green cell 상태).

[66] 2) 이후, 배지를 제거하고 세척한 후, 3mM NaHCO_3 용액으로 교체 미세 후, Red LED Lights에서 $146\text{--}151.14\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 강도로 60시간 배양하였다(Induciton 상태).

[67] 3) 이후, Blue LED Lights에서 $12\text{--}15\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 강도로 10일 동안 배양하였다(Stationary 상태).

[68]

[69] <실시예 2> 헤마토코쿠스 플루비라이스의 증식 및 성숙 과정에 따른 상태의 확인

[70] 1) 증식 전의 헤마토코쿠스 플루비아리스(CCAP34/7 제품 상태), Green Cell

상태의 헤마토코쿠스 플루비아리스, Induction 상태의 헤마토코쿠스 플루비아리스, Stationary 상태의 헤마토코쿠스 플루비아리스를 각각 위상차 현미경으로 촬영하여, 그 결과를 도 1 내지 4에 나타내었다.

- [71] 2) 도 1 및 2를 대비하면, 증식단계를 거치는 동안 헤마토코쿠스 속 미세조류는 세포 분열하여 증식하고 팔멜라 상태로 변화하며 일정 정도의 운동성을 가짐을 알 수 있다. 도 2 및 3을 대비하면, 상기 제1성숙단계를 거치는 동안 세포분열은 점차 감소하고 세포는 성장하여 세포벽이 두꺼워지며 내부에 물질을 축적하고 운동성이 눈에 띄게 감소함을 알 수 있다. 도 3 및 4를 대비하면, 상기 제2성숙단계를 거치는 동안 세포분열을 멈추고 세포는 성장하여 세포벽은 최대 두꺼워지며 내부에 물질을 뿜뿜하게 축적하고 거의 운동성을 가지게 않게 됨을 알 수 있다.

[72]

[73] <실시예 3> 방사성 핵종을 제거하기 위한 조성물(시료)의 준비

- [74] 1) 실시예 1의 1)에서 배양된 헤마토코쿠스 플루비아리스를 이온이 최소화된 버퍼용액(3mM NaHCO₃ 용액)으로 3번 이상 세척하고 영양염류를 제거한 버퍼용액(3mM NaHCO₃ 용액)에 보관하고, 보관된 미세조류를 분주하여 헤마토사이토미터를 이용하여 세포수를 측정한 후 미세조류를 10분 1 혹은 100분의 1로 희석하여 조성물(시료 1)을 준비하였다.

- [75] 2) 실시예 2의 1)의 제조방법에서 실시예 1의 2)에서 배양된 헤마토코쿠스 플루비아리스를 사용한 것을 제외하고는 다른 조건을 동일하게 하여 조성물(시료 2)을 준비하였다.

- [76] 3) 실시예 2의 1)의 제조방법에서 실시예 1의 3)에서 배양된 헤마토코쿠스 플루비아리스를 사용한 것을 제외하고는 다른 조건을 동일하게 하여 조성물(시료 3)을 준비하였다.

[77]

[78] <실시예 4> 방사성 핵종의 제거효율 평가

- [79] 1) 한국원자력 연구원에서 방사성 핵종(3.7×10²Bq/ml 방사성 세슘(Cesium-137))의 주입이 완료된 원심튜브 각각에 주사기를 이용하여 시료 1(10⁷cells/ml 농도), 시료 1(10⁵cells/ml 농도), 시료 2(10⁵cells/ml 농도), 시료 3(10⁵cells/ml 농도)을 주입하여 반응용액을 형성하였다. 이후, 원심튜브를 인큐베이터에 넣고 25°C, 150rpm, 24시간 광조건의 항온상태를 유지시켰다.

- [80] 2) 이후, 일정 시간 간격으로 원심튜브에서 반응용액을 채취하여, MCA(Multi channel analyzer)를 이용한 γ -선 분석을 통해 미세조류 흡착율(제거율)을 측정하여 도 5에 표기하였다.

- [81] 3) 도 5를 보면, 시료 3(10⁵cells/ml 농도)의 경우 3일 내 80%이상의 방사성 핵종이 제거되고, 6일 내 90%이상의 방사성 핵종이 제거됨을 알 수 있어, 특정 배양 조건(Stationary 상태)을 가진 헤마토코쿠스 플루비아리스는 방사성 핵종에 대하여 강한 생존력뿐 아니라 우수한 방사성 핵종 제거 능력을 가짐을 알 수

있다.

[82]

[83] <실시예 5> 담수와 해수에 따른 방사성 핵종의 제거효율 평가

[84] 1) 시료 3의 제조과정에서 버퍼용액으로 3mM NaHCO₃ 용액(담수의 조성에 해당) 대신에 해수(일반적인 바닷물)를 사용하고, 다른 조건을 동일하게 하여 시료 4를 준비하였다.

[85] 2) 실시예 3의 1)의 반응조건과 동일하게 시료 3과 4를 방사선 핵종과 반응시킨 후, 일정 시간 간격으로 원심튜브에서 반응용액을 채취하여, MCA(Multi channel analyzer)를 이용한 γ -선 분석을 통해 미세조류 흡착율(제거율)을 측정하여 도 6에 표기하였다.

[86] 3) 도 6을 보면, 시료 3(담수조건)이 시료 4(해수조건)보다 방사성 핵종 제거효율이 월등히 높음을 알 수 있어, 같은 농도의 헤마토코쿠스 플루비아리스를 사용하여도 해수에서 담수보다 방사성 핵종 제거효율을 높일 수 있음을 알 수 있다.

[87]

[88] <실시예 6> 헤마토코쿠스 플루비아리스의 세포 개별 크기, 응집 형태 확인 및 성분분석

[89] 1) 시료 3에 대하여, 주사전자현미경(SEC, SNE-4500M) 분석을 실시하여 도 7에 나타내고, EDS 성분분석을 실시하여 도 8에 나타내었다.

[90] 2) 실시예 3의 1)의 반응조건과 동일하게 시료 3을 방사선 핵종과 반응시킨 후, 반응용액을 4000rpm(10분)으로 원심분리하여 고액을 분리하고, 가라앉은 침전물을 동결건조하여 상온(대략 25°C)에서 보관한 후, 주사전자현미경(SEC, SNE-4500M) 분석을 실시하여 도 9에 나타내고, EDS 성분분석을 실시하여 도 10에 나타내었다.

[91] 3) 도 7을 보면 헤마토코쿠스 플루비아리스는 세포 표면적이 넓어 방사성 핵종 흡착 및 흡수가 용이하며 응집된 형태로의 거동이 실제 방사성 핵종이 위치하는 지역의 오염원 처리와 수거에 용이할 것으로 판단되며, 도 7과 도 9(방사선 핵종이 흡착된 상태의 이미지 확인)를 대비하고 도 8과 10(화학분석을 통해 방사선 핵종(Cs) 흡수된 상태를 확인)을 대비하면 헤마토코쿠스 플루비아리스에 방사성 핵종이 흡착되었음을 알 수 있다.

[92]

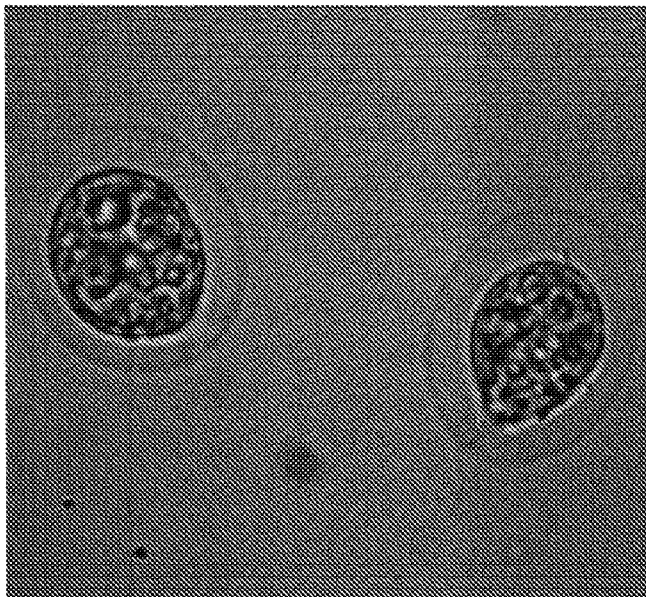
[93] 이상에서, 출원인은 본 발명의 바람직한 실시예들을 설명하였지만, 이와 같은 실시예들은 본 발명의 기술적 사상을 구현하는 일 실시예일 뿐이며 본 발명의 기술적 사상을 구현하는 한 어떠한 변경에 또는 수정에도 본 발명의 범위에 속하는 것으로 해석되어야 한다.

청구범위

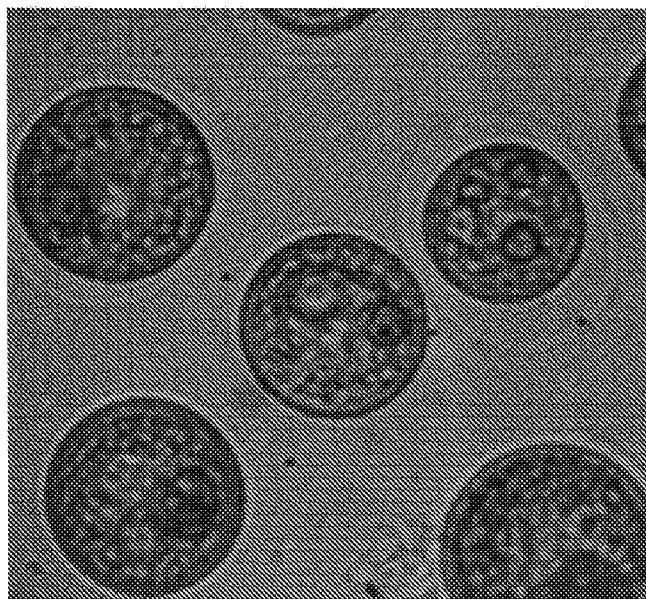
- [청구항 1] 방사성 핵종과 반응하여 방사성 핵종을 제거하는 헤마토코쿠스 속 미세조류를 포함하는 것을 특징으로 하는 조성물.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 헤마토코쿠스 속 미세조류는 헤마토코쿠스 플루비아리스인 것을 특징으로 하는 조성물.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 방사성 핵종은 세슘(Cesium-137) 또는 스트론튬(Strontium-90)인 것을 특징으로 하는 조성물.
- [청구항 4] 제1항에 있어서, 상기 방사성 핵종과 헤마토코쿠스 속 미세조류의 반응은 pH 7.1 내지 9의 조건에서 행하여지는 것을 특징으로 하는 조성물.
- [청구항 5] 제1항에 있어서, 상기 조성물은 방사성 핵종을 80 내지 90%를 제거하는 것을 특징으로 하는 조성물.
- [청구항 6] 제1항에 있어서, 상기 헤마토코쿠스 미세조류는 증식 및 성숙된 헤마토코쿠스 미세조류가 사용되는 것을 특징으로 하는 조성물.
- [청구항 7] 제6항에 있어서, 상기 헤마토코쿠스 속 미세조류는 팔멜라 상태까지 세포 분열하도록 배양하여 증식되며, 이후 세포분열을 멈추고 세포가 성장하여 세포 내부에 물질을 축적하도록 배양하여 성숙되는 것을 특징으로 하는 조성물.
- [청구항 8] 제7항에 있어서, 상기 헤마토코쿠스 속 미세조류를 배지를 이용하여 상온에서 팔멜라 상태까지 40 내지 60 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 강도의 형광등 조건에서 12 내지 16시간의 광주기와 8 내지 12시간의 암주기로 배양하여 증식시키는 것을 특징으로 하는 조성물.
- [청구항 9] 제8항에 있어서, 상기 헤마토코쿠스 속 미세조류가 증식된 이후, 배지를 제거하고 세척한 후 2 내지 4mM NaHCO_3 용액으로 교체 미세 후 Red LED Lights에서 146-151.14 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 강도로 40 내지 80시간 배양하여 1차 성숙시키고, 이후에 Blue LED Lights에서 12-15 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 강도로 8 내지 12일 동안 배양하여 2차 성숙시키는 것을 특징으로 하는 조성물.
- [청구항 10] 헤마토코쿠스 속 미세조류를 방사성 핵종과 반응시켜 방사성 핵종을 제거하는 반응단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방사성 핵종의 제거방법.
- [청구항 11] 제10항에 있어서, 상기 헤마토코쿠스 속 미세조류는 헤마토코쿠스 플루비아리스인 것을 특징으로 하는 방사성 핵종의

- 제거방법.
- [청구항 12] 제10항에 있어서, 상기 방사성 핵종은 세슘(Cesium-137) 또는 스트론튬(Strontium-90)인 것을 특징으로 하는 방사성 핵종의 제거방법.
- [청구항 13] 제10항에 있어서, 상기 반응단계는 pH 7.1 내지 9의 조건에서 행하여지는 것을 특징으로 하는 방사성 핵종의 제거방법.
- [청구항 14] 제10항에 있어서, 상기 방사성 핵종의 제거방법에서 방사성 핵종은 80 내지 90%가 제거되는 것을 특징으로 하는 방사성 핵종의 제거방법.
- [청구항 15] 제10항에 있어서, 상기 방사성 핵종의 제거방법은 미세조류를 증식 및 성숙시키는 배양단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 방사성 핵종의 제거방법.
- [청구항 16] 제15항에 있어서, 상기 배양단계는 헤마토코쿠스 속 미세조류가 세포 분열하여 증식되도록 배양하는 증식단계와, 상기 증식단계 후에 헤마토코쿠스 속 미세조류가 세포분열을 멈추고 세포가 성장하여 세포 내부에 물질을 축적하도록 배양하는 성숙단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방사성 핵종의 제거방법.
- [청구항 17] 제16항에 있어서, 상기 증식단계는 헤마토코쿠스 속 미세조류를 배지를 이용하여 상온에서 팔멜라 상태까지 40 내지 60 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 강도의 형광등 조건에서 12 내지 16시간의 광주기와 8 내지 12시간의 암주기로 배양하여 행하여지는 것을 특징으로 하는 방사성 핵종의 제거방법.
- [청구항 18] 제17항에 있어서, 상기 성숙단계는 상기 증식단계 후에 배지를 제거하고 세척한 후 2 내지 4mM NaHCO_3 용액으로 교체 미세 후 Red LED Lights에서 146-151.14 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 강도로 40 내지 80시간 배양하는 제1성숙단계와, 상기 제1성숙단계 후에 Blue LED Lights에서 12-15 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 강도로 8 내지 12일 동안 배양하는 제2성숙단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방사성 핵종의 제거방법.

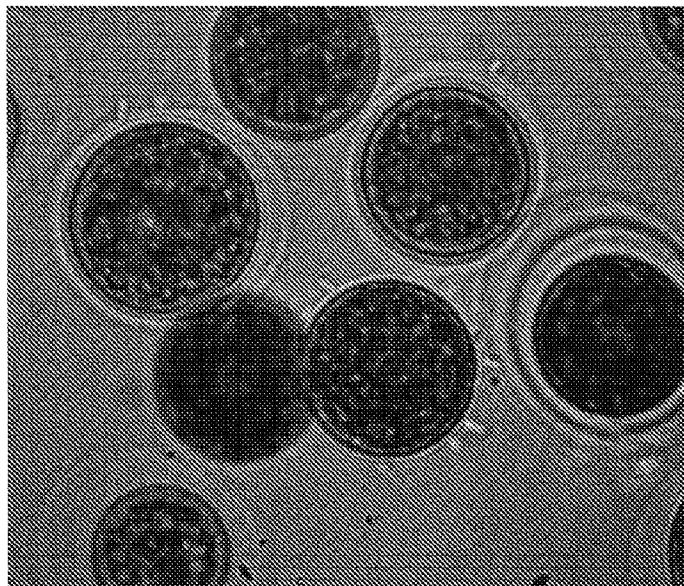
[도1]



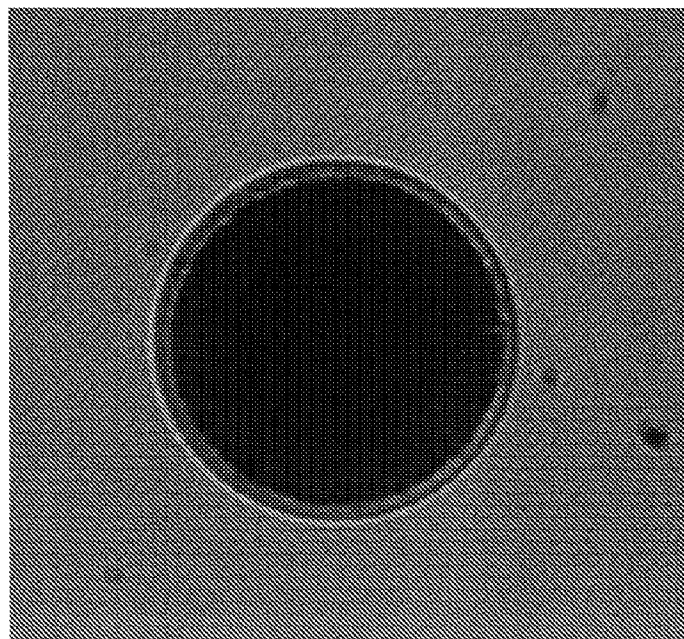
[도2]



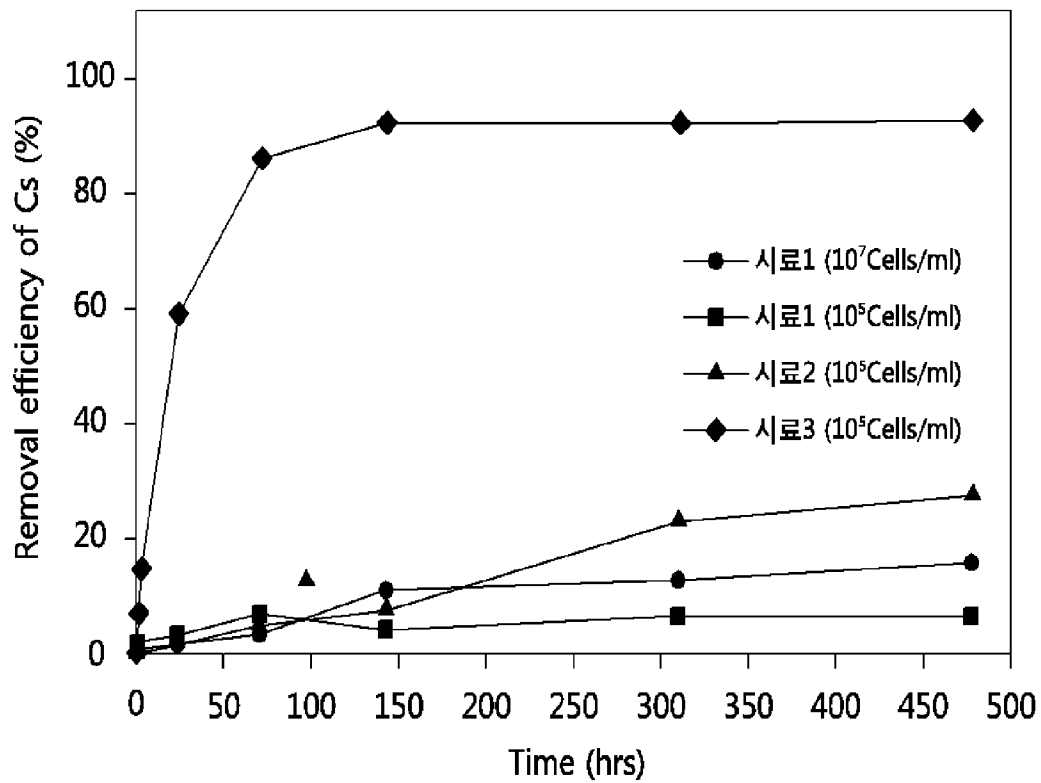
[도3]



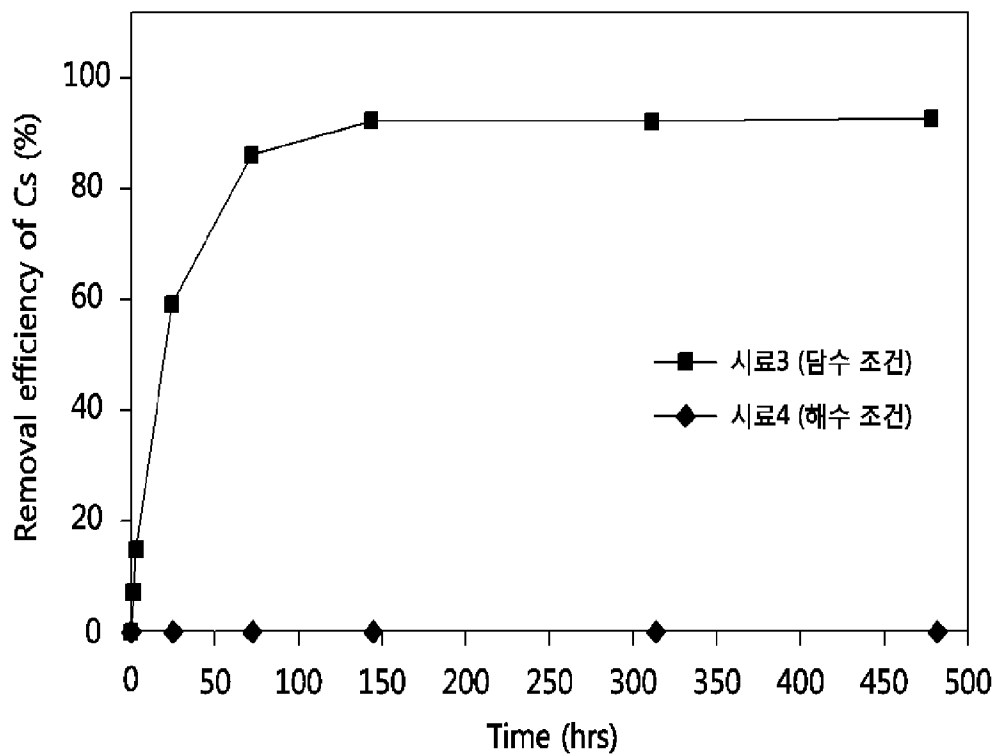
[도4]



[도5]



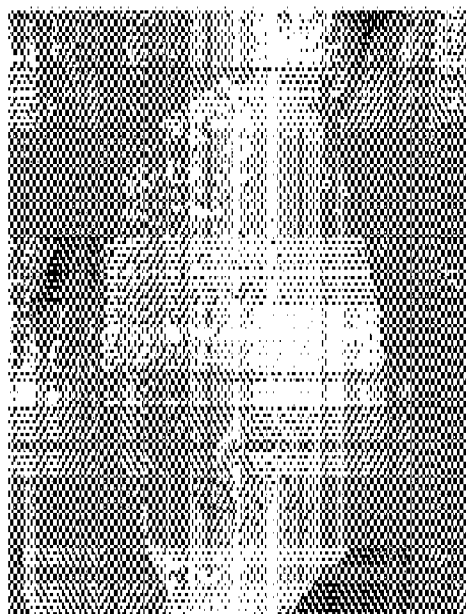
[도6]



[도7]

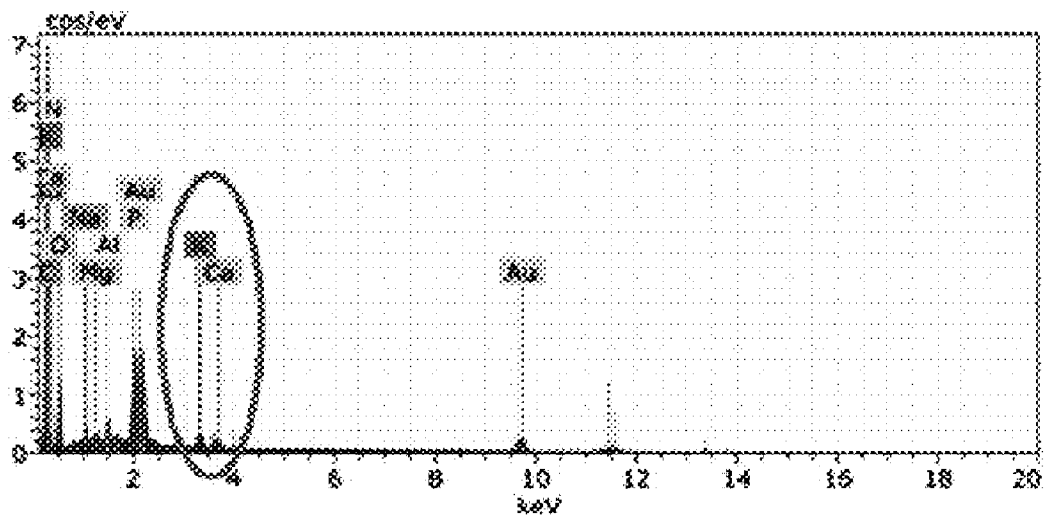


(a)



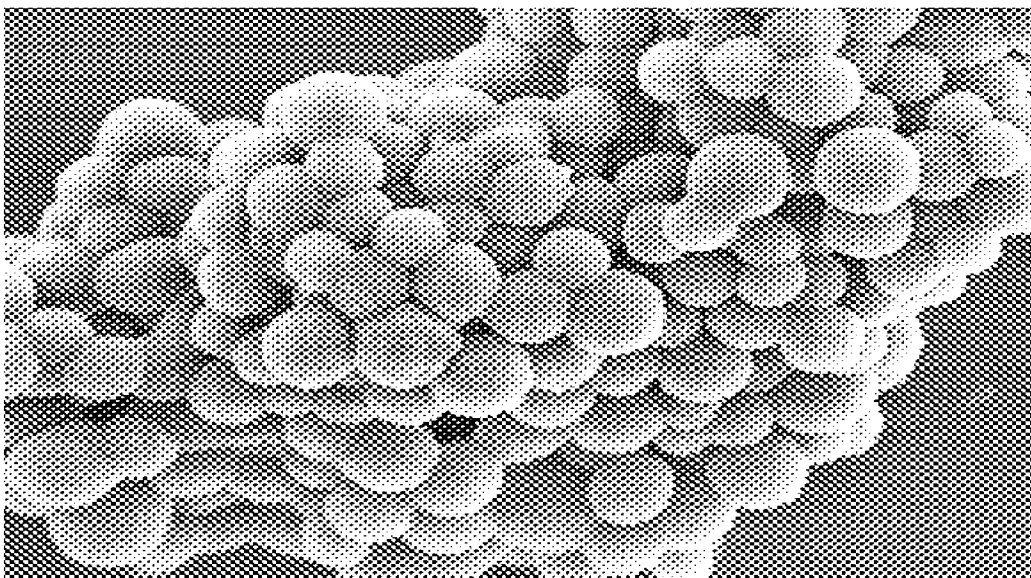
(b)

[도8]

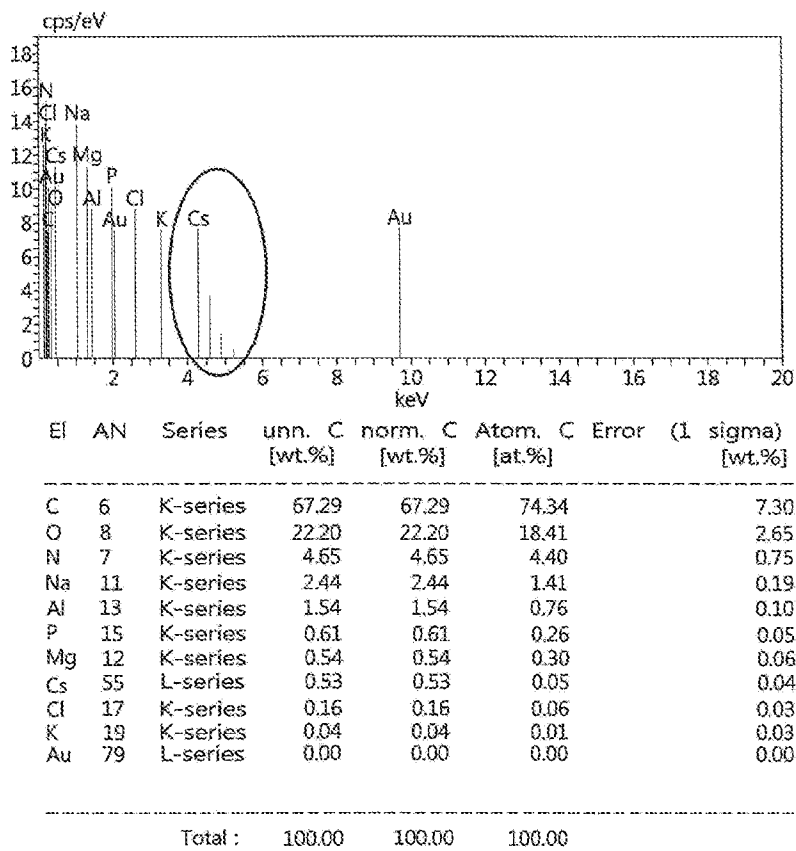


El	AN	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error (1 sigma) [wt.%]
C	6	K-series	63.47	63.47	69.80	7.33
O	8	K-series	26.18	26.18	21.61	3.48
N	7	K-series	7.98	7.98	7.53	1.47
P	15	K-series	0.62	0.62	0.26	0.05
Na	11	K-series	0.61	0.61	0.35	0.07
K	19	K-series	0.46	0.46	0.15	0.04
Ca	20	K-series	0.37	0.37	0.12	0.04
Mg	12	K-series	0.32	0.32	0.17	0.05
Al	13	K-series	0.00	0.00	0.00	0.00
Au	79	L-series	0.00	0.00	0.00	0.00
Total :			100.00	100.00	100.00	

[도9]



[도 10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/000884**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****B01J 20/22(2006.01)i, B01J 20/30(2006.01)i, G21F 9/12(2006.01)i***

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01J 20/22; G21F 9/18; G21F 9/06; C02F 3/00; C02F 3/34; C02F 1/58; G21F 9/12; B01J 20/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: radionuclide, Haematococcus, pluvialis, microalgae, cesium, strontium, removal, pH, proliferation, maturation, cultivation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2015-0003619 A (SOGANG UNIVERSITY RESEARCH FOUNDATION) 09 January 2015 See paragraphs [0046]-[0055]; and claims 1, 4-7 and 10-12.	1-7,10-16
A		8,9,17,18
Y	JP 2014-006051 A (UNIVERSITY OF TSUKUBA) 16 January 2014 See paragraph [0020]; and claim 5.	1-7,10-16
A	LEE, Seung Yeop et al., "Photosynthetic Biomineralization of Radioactive Sr via Microalgal CO ₂ Absorption," Bioresource Technology, 2014, vol. 172, pages 449-452 See abstract; and experimental section.	1-18
A	JP 2005-315701 A (NATIOANL INSTITUTE OF RADIOLOGICAL SCIENCES) 10 November 2005 See claim 1.	1-18
A	JP 06-214097 A (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) 05 August 1994 See claim 1.	1-18
A	KR 10-2013-0093422 A (INDUSTRY FOUNDATION OF CHONNAM NATIONAL UNIVERSITY) 22 August 2013 See claim 1.	1-18



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 MAY 2016 (13.05.2016)

Date of mailing of the international search report

13 MAY 2016 (13.05.2016)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2016/000884

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2015-0003619 A	09/01/2015	KR 10-1598607 B1 US 2015-0004674 A1	29/02/2016 01/01/2015
JP 2014-006051 A	16/01/2014	NONE	
JP 2005-315701 A	10/11/2005	JP 4247409 B2 US 2007-0138088 A1 WO 2005-106895 A1	02/04/2009 21/06/2007 10/11/2005
JP 06-214097 A	05/08/1994	CA 2103495 A1 EP 0599711 A1 FR 2698350 A1 FR 2698350 B1 US 5447629 A	24/05/1994 01/06/1994 27/05/1994 23/12/1994 05/09/1995
KR 10-2013-0093422 A	22/08/2013	KR 10-1384454 B1 WO 2013-122302 A1	07/05/2014 22/08/2013

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) B01J 20/22(2006.01)i, B01J 20/30(2006.01)i, G21F 9/12(2006.01)i																										
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) B01J 20/22; G21F 9/18; G21F 9/06; C02F 3/00; C02F 3/34; C02F 1/58; G21F 9/12; B01J 20/30 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC																										
국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 방사성 핵종, 헤마토코쿠스, 플루비아리스, 미세조류, 세슘, 스트론튬, 제거, pH, 증식, 성숙, 배양																										
C. 관련 문헌 <table border="1"> <thead> <tr> <th>카테고리*</th> <th>인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재</th> <th>관련 청구항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>KR 10-2015-0003619 A (서강대학교산학협력단) 2015.01.09 단락 [0046]-[0055]; 및 청구항 1, 4-7 및 10-12 참조.</td> <td>1-7, 10-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>8, 9, 17, 18</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2014-006051 A (UNIVERSITY OF TSUKUBA) 2014.01.16 단락 [0020]; 및 청구항 5 참조.</td> <td>1-7, 10-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>LEE, SEUNG YEOP 등, "Photosynthetic biomineralization of radioactive Sr via microalgal CO2 absorption," Bioresource Technology, 2014, 제172권, 페이지 449-452 요약; 및 실험 섹션 참조.</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2005-315701 A (NATIOANL INSTITUTE OF RADIOLOGICAL SCIENCES) 2005.11.10 청구항 1 참조.</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 06-214097 A (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) 1994.08.05 청구항 1 참조.</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-2013-0093422 A (전남대학교산학협력단) 2013.08.22 청구항 1 참조.</td> <td>1-18</td> </tr> </tbody> </table>			카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항	Y	KR 10-2015-0003619 A (서강대학교산학협력단) 2015.01.09 단락 [0046]-[0055]; 및 청구항 1, 4-7 및 10-12 참조.	1-7, 10-16	A		8, 9, 17, 18	Y	JP 2014-006051 A (UNIVERSITY OF TSUKUBA) 2014.01.16 단락 [0020]; 및 청구항 5 참조.	1-7, 10-16	A	LEE, SEUNG YEOP 등, "Photosynthetic biomineralization of radioactive Sr via microalgal CO2 absorption," Bioresource Technology, 2014, 제172권, 페이지 449-452 요약; 및 실험 섹션 참조.	1-18	A	JP 2005-315701 A (NATIOANL INSTITUTE OF RADIOLOGICAL SCIENCES) 2005.11.10 청구항 1 참조.	1-18	A	JP 06-214097 A (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) 1994.08.05 청구항 1 참조.	1-18	A	KR 10-2013-0093422 A (전남대학교산학협력단) 2013.08.22 청구항 1 참조.	1-18
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항																								
Y	KR 10-2015-0003619 A (서강대학교산학협력단) 2015.01.09 단락 [0046]-[0055]; 및 청구항 1, 4-7 및 10-12 참조.	1-7, 10-16																								
A		8, 9, 17, 18																								
Y	JP 2014-006051 A (UNIVERSITY OF TSUKUBA) 2014.01.16 단락 [0020]; 및 청구항 5 참조.	1-7, 10-16																								
A	LEE, SEUNG YEOP 등, "Photosynthetic biomineralization of radioactive Sr via microalgal CO2 absorption," Bioresource Technology, 2014, 제172권, 페이지 449-452 요약; 및 실험 섹션 참조.	1-18																								
A	JP 2005-315701 A (NATIOANL INSTITUTE OF RADIOLOGICAL SCIENCES) 2005.11.10 청구항 1 참조.	1-18																								
A	JP 06-214097 A (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) 1994.08.05 청구항 1 참조.	1-18																								
A	KR 10-2013-0093422 A (전남대학교산학협력단) 2013.08.22 청구항 1 참조.	1-18																								
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.																										
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌																										
국제조사의 실제 완료일 2016년 05월 13일 (13.05.2016)		국제조사보고서 발송일 2016년 05월 13일 (13.05.2016)																								
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 조한솔 전화번호 +82-42-481-5580 																								

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호

PCT/KR2016/000884

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2015-0003619 A	2015/01/09	KR 10-1598607 B1 US 2015-0004674 A1	2016/02/29 2015/01/01
JP 2014-006051 A	2014/01/16	없음	
JP 2005-315701 A	2005/11/10	JP 4247409 B2 US 2007-0138088 A1 WO 2005-106895 A1	2009/04/02 2007/06/21 2005/11/10
JP 06-214097 A	1994/08/05	CA 2103495 A1 EP 0599711 A1 FR 2698350 A1 FR 2698350 B1 US 5447629 A	1994/05/24 1994/06/01 1994/05/27 1994/12/23 1995/09/05
KR 10-2013-0093422 A	2013/08/22	KR 10-1384454 B1 WO 2013-122302 A1	2014/05/07 2013/08/22