(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0076074
(43) 공개일자 2025년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C02F 1/54 (2006.01) *C02F 1/00* (2023.01)
C02F 1/52 (2006.01) *C02F 1/58* (2006.01)
C07K 14/435 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C02F 1/54 (2013.01)
C02F 1/001 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0163361
(22) 출원일자 2023년11월22일
심사청구일자 2023년11월22일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
여민경
서울특별시 서초구 태봉로2길 60 312동 603호(우면동, 서초네이처힐3단지)
이혜수
서울특별시 은평구 서오릉로23길 12 (구산동)
정기헌
경기도 수원시 권선구 권중로 99 (권선동, 벽산한성아파트) 808-905
(74) 대리인
특허법인 아이퍼스

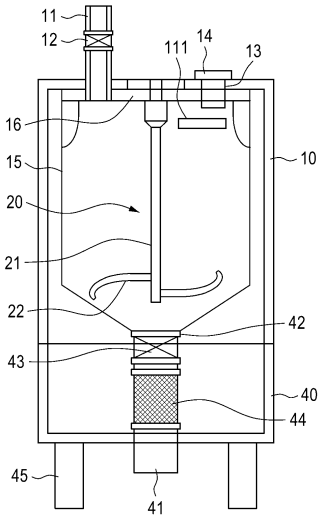
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **해양생물의 면역반응에서 추출한 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치, 및 포집방법**

(57) 요 약

본 발명은 해양생물의 면역반응에서 추출한 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치, 및 포집방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 제거대상수 내의 미세, 나노플라스틱을 제거하기 위한 포집장치로서, 일측에 제거대상수가 유입되는 유입부와, 타측에 처리수가 배출되는 처리수 배출부와, 내부공간으로 응집제를 투입하는 응집제 투입부를 갖는 케이스; 및 상기 케이스 내부공간에서 상기 제거대상수와 상기 응집제가 교반되어 상기 응집제에 의해 상기 제거대상수 내의 플라스틱을 제거하는 혼합공간;을 포함하는 것을 특징으로 하는 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치에 관한 것이다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
C02F 1/5209 (2013.01)
C02F 1/5281 (2013.01)
C02F 1/58 (2013.01)
C07K 14/43595 (2013.01)
C02F 2209/42 (2013.01)
C02F 2307/12 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1485019396
과제번호 2021002800019
부처명 환경부
과제관리(전문)기관명 한국환경산업기술원
연구사업명 생태모방 기반 환경오염관리 기술개발사업
연구과제명 해파리 환경스트레스 면역체계 특성을 활용한 미세플라스틱 등 하폐수 미량오염물질 제거 기술개발
기 여 율 1/1
과제수행기관명 경희대학교
연구기간 2021.07.01 ~ 2023.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

제거대상수 내의 미세, 나노플라스틱을 제거하기 위한 포집장치로서,

일측에 제거대상수가 유입되는 유입부와, 타측에 처리수가 배출되는 처리수 배출부와, 내부공간으로 응집제를 투입하는 응집제 투입부를 갖는 케이스; 및

상기 케이스 내부공간에서 상기 제거대상수와 상기 응집제가 교반되어 상기 응집제에 의해 상기 제거대상수 내의 플라스틱을 제거하는 혼합공간;을 포함하는 것을 특징으로 하는 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제거대상수는 의류 건조기에서 배출되는 응축수인 것을 특징으로 하는 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 응집제는,

자포동물에 대해 환경스트레스를 인가하여 면역반응을 유도하고, 상기 면역반응에 의해 생성된 면역반응물질을 추출한 후, 추출된 면역반응물질을 오염물질 제거용 조성물로 분리한 것을 특징으로 하는 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치.

청구항 4

제 3항에 잇어서,

상기 자포동물은 해파리, 및 히드라 중 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 하는 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치.

청구항 5

제 3항에 있어서,

상기 응집제는 상기 조성물이 게재된 캡슐형태 또는 상기 조성물을 건조한 펠렛형태인 것을 특징으로 하는 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치.

청구항 6

제 2항에 있어서,

상기 유입부 일측에 구비되어 상기 제거대상수의 유입유량을 조절하는 유입부밸브; 및

상기 투입부 일측에 구비되어 투입되는 응집제의 양을 조절하는 투입장치; 및

상기 유출부 일측에 구비되어 처리된 처리수의 배출유량을 제어하는 유출부밸브; 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치.

청구항 7

제 10항에 있어서,

상기 혼합공간에는 수위를 측정하는 수위감지센서; 및

상기 수위감지센서에서 측정된 값을 기반으로 상기 유입부밸브와, 상기 유출부밸브의 작동을 제어하는 제어부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치.

청구항 8

제 2항에 있어서,

상기 처리수 배출부 전단에 구비되어 상기 나노플라스틱이 응집된 상기 응집제를 필터링하는 여과필터;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치.

청구항 9

제 2항에 있어서,

상기 혼합공간 내에 제거대상수와 상기 응집제를 교반하는 교반기를 포함하고,

상기 교반기는 회전축과, 상기 회전축에 구비되는 복수의 임펠러를 포함하는 것을 특징으로 하는 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치.

청구항 10

제 2항에 있어서,

상기 케이스는 탈부착이 가능한 상부케이스와, 상기 하부케이스로 구획되며,

상기 여과필터는 상기 하부케이스 내에 위치되며, 상기 하부케이스를 상기 상부케이스에 탈착하여 상기 여과필터의 교환이 가능한 것을 특징으로 하는 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치.

청구항 11

제 4항에 있어서,

상기 면역반응물질은 Mucin 포함하는 것을 특징으로 하는 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 면역반응을 유도하는 것은 외부자극을 주는 단계이고, 상기 외부자극은 물리적 스트레스, 화학적 스트레스, 생물학적 스트레스, 자포동물의 서식환경 변경 또는 이들의 조합인 것을 특징으로 하는 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치.

청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 자포동물에 면역반응을 유도한 후, 상기 추출하여, 상기 분리하거나, 또는

상기 자포동물에 면역반응을 유도하고 동결 건조하여 보관한 후, 필요시 상기 자포동물을 해동하여 상기 추출하야, 분리하는 것을 특징으로 하는 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치.

청구항 14

제 1항 내지 제 13항 중 어느 한 항에 따른 포집장치를 통해, 제거대상수 내의 미세플라스틱을 제거하기 위한 포집방법으로서,

케이스 일측에 구비된 유입부를 통해 제거대상수가 유입되는 단계;

케이스의 혼합공간으로, 자포동물에 대해 환경스트레스를 인가하여 면역반응을 유도하고, 상기 면역반응에 의해 생성된 면역반응물질을 추출한 후, 추출된 면역반응물질을 조성물로 하는 응집제를 투입하는 단계; 및

상기 케이스 내부공간의 혼합공간에서 상기 제거대상수와 상기 응집제가 교반되어 상기 응집제에 의해 상기 제거대상수 내의 미세플라스틱이 포집되는 단계;

상기 케이스 타측의 처리수배출부를 통해 처리수가 배출되는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 해양생물의 면역반응에서 추출한 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는 보름달해파리를 포함한 해양생물의 면역반응에서 추출한 응집제를 이용한 건조기에서 배출되는 응축수 내 미세플라스틱과 나노플라스틱을 포집하기 위한 장치에 대한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 미세 플라스틱은 통상적으로 5 ㎜미만의 작은 크기의 플라스틱을 의미하며, 전 세계 모든 지표수의 90%에서 발견되었으며, 플라스틱은 환경 중에서 생물학적 기작에 의해 매우 천천히 분해된다는 문제점을 가지고 있다. 또한 제형에 포함된 독성 화학물질 뿐만 아니라 표면에 흡착되는 PAH, DDT, PCB,다이옥신 등 다양한 독성 금속·유기 오염물질을 운반하는 것으로 밝혀졌다.

[0003] 또한 코로나19의 여파로 청결에 대한 관심이 높아짐과 더불어, 의류 건조기 시장 역시 급성장하였다. 2020년 국내 건조기 판매량이 사상 처음 200만 대를 넘어선 것으로 집계되었으며, 2021년 판매량은 260만대에 육박하는 것으로 나타났다. 2023년 6월에는 의류건조기의 판매량이 전년 동기대비 26% 증가한 것으로 나타나는 등, 국내 의류 건조기 시장은 코로나19의 엔데믹 선언 이후로도 꾸준히 성장하고 있다.

[0004] 그러나 의류 건조기에서는 건조 과정 진행 중에 섬유질의 마모로 인해 미세 섬유를 발생시킬 수 있다. 응축형 건조기의 경우 젖은 옷에서 나오는 습한 공기를 응축하는 과정에서 미세 섬유가 함께 포함되어 외부로 배출되기 때문에, 필터에 걸러지지 않은 섬유는 응축수를 따라 하수로 배출된다.

[0005] 응축수가 별도의 처리 없이 가정에서 배출될 경우, 하수처리장에 도달하게 된다. 하수처리시설은 원래 미세 플라스틱을 포집하도록 설계되지 않았기 때문에 일정량은 폐수로 배출된다. 하수처리장의 고형물 처리 효율이 98.4%라고 가정하여도, 인구 100,000명 용량의 하수처리시설이라도 매일 약 1 kg의 미세 섬유를 환경으로 배출하게 된다.

[0006] 유출수내 미세 플라스틱 입자의 93.3%가 300 um보다 작은 것으로 밝혀졌으, 또 다른 연구에서는 라만 현미경 분석을 사용하여 대부분이 1-10 um인 것으로 조사되었다.

[0007] 단 상술한 연구에서 계수된 입자의 최소 입자 크기가 1 um인 것을 감안하여, 하수처리장 유출수내 미세 플라스틱 중 1 um보다 더 작은, 나노 규모의 입자도 존재할 것으로 예상되는 바이다.

[0008] 현재, 세탁기 미세 플라스틱 제거 관련 연구는 많이 있지만 건조기에 대한 것은 거의 연구되거나 알려진 바가 없다.

[0009] 세탁수 내 미세 플라스틱 문제는 새로운 환경 문제로 대두되어, 영국과 프랑스 등, 해외에서는 세탁 시 발생하는 미세 플라스틱을 줄이기 위한 세탁기용 미세섬유 필터 의무화를 추진하고 있다.

[0010] 건조기 사용 시 방출되는 미세 플라스틱에 관한 연구들 역시 최근 증가하여 주목받고 있다.건조기를 사용하면 세탁기보다 더 많은 미세 섬유가 배출될 수 있는 것으로 조사되었기 때문에, 해결 방안이 시급한 실정이다.

[0011] 세탁기의 세탁수 내 미세 플라스틱 문제는 새로운 환경 문제로 대두되어, 영국과 프랑스 등, 해외에서는 세탁 시 발생하는 미세 플라스틱을 줄이기 위한 세탁기용 미세섬유 필터 의무화를 추진하고 있다.

[0012] 특히, 건조기 사용 시 방출되는 미세 플라스틱에 관한 연구들 역시 최근 증가하여 주목받고 있다. 건조기를 사용하면 세탁기보다 더 많은 미세 섬유가 배출될 수 있는 것으로 조사되었기 때문에, 해결 방안이 시급한 실정이다.

[0013] 또한 나노 물질을 포집 제거하는 방안으로써 자포동물문(Cnidaria phylum)의 면역반응 추출물이 연구되고 있다. 자포동물은 척추동물과 달리 선천적인 면역체계만을 가진다. 이들이 환경 변화에 노출되거나 다른 유기체와 직접 접촉하는 등, 외부적으로 스트레스를 받으면 면역 체계가 활성화되어 점액을 방출한다.

[0014] 이러한 면역 반응으로부터 추출한 물질은 항균 펩타이드로써, 나노물질을 포집하고 독성을 줄이는 데 효과적인 것으로 입증되었다.

[0015] 해파리로부터 추출한 물질을 나노 플라스틱 포집에 적용하기도 하였다.

[0016] 인간 활동에 의한 부영양화와 기후변화에 따른 해수 온도 상승으로 인해 해파리의 대량 출현이 빈번하게 보고되고 있다. 대규모의 해파리 군집은 해양생태계에 악영향을 미치며, 양식업 및 수산업, 관광업, 지역 발전소 등 다양한 인간 활동에도 손해를 끼친다.

[0017] 따라서 해파리를 이용한 산업은 기술적인 측면 뿐만 아니라 생태적/경제적측면까지 직면한 문제를 해결하는 긍정적인 효과를 나타낼 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0018] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 10-2534786

(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 10-2471320

(특허문헌 0003) 대한민국 등록특허 10-2252798

발명의 내용

해결하려는 과제

[0019] 따라서 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 실시예에 따르면, 기존에 판매되는 의류 건조기의 배수관에 연결하는 구조로 의류 건조기에서 발생되어 그 응축수로 하여금 배출 및 환경 중으로 유출되는 미세,나노 플라스틱을 제거하기 용이하도록 된 의류 건조기용 나노 플라스틱 저감장치를 제공함에 그 목적이 있다.

[0020] 본 발명의 실시예에 따르면, 미세,나노(이하 미세로 통일하도록 한다.) 플라스틱 포집장치에 관한 것으로서, 의류 건조기 응축수배출구에 연결되어 의류 건조 후 발생하는 응축수 내의 미세 플라스틱을 저감하여 배출할 수 있는 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

[0021] 또한 본 발명의 실시예에 따르면, 추출된 생물재료 응집제를 캡슐의 형태로 보존하여 -19℃(일반 냉장고 냉동온

도)에 한달이상 보관할 수 있으며, 펠렛의 형태로 제작된 것은 실온에서 보관이 가능하게 생물재료 응집제의 사용효율을 높인, 해양생물의 면역반응에서 추출한 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치, 및 포집방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0022] 그리고 본 발명의 실시예에 따르면, 의류 건조기에서 발생하는 응축수내의 나노 플라스틱을 효과적으로 저감할 수 있고, 수생 환경으로의 나노 플라스틱 유출량을 저감함으로써, 수생태계에서 나노 플라스틱이 야기하는 생체 내 유입, 상위 생태계로의 전달, 환경성질환 발병률 등을 저감할 수 있으며, 사용되는 응집제로 천연 재료 또는 생물 유래 물질을 사용할 경우, 응집제가 환경 중으로 유출될 시 발생하는 2차 오염 문제를 피할 수 있는, 해양생물의 면역반응에서 추출한 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치, 및 포집방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0023] 또한, 상기 발명에 사용되는 응집제로 해파리 유래 물질을 사용할 경우, 우리나라 연안에 대량으로 발생하는 보름달물해파리(*Aurelia aurita*)가 우리나라 연안에 대량으로 출연하고 있어 그 수급이 용이하고, 미세, 나노플라스틱의 소비, 사용 후 폐기 과정에 안전성을 확보할 수 있는, 해양생물의 면역반응에서 추출한 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치, 및 포집방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0024] 그리고 본 발명의 실시예에 따르면, 미세, 나노플라스틱(100㎚ 이하)이 하수 및 자연생태계로 유입되어 생길 수 있는 문제를 차단하는데 사용될 수 있고, 사용 후 미세,나노플라스틱의 생물학적 처리로 사용될 수 있으며, 이 과정에 생물농축과 화학물질 사용으로 인한 2차 환경오염이 없고, 해파리에서 추출한 신물질로 이를 활용할 경우 미세,나노플라스틱 입자의 생태계 유출을 줄일 수 있어 결과적으로 환경생태계의 보전에 도움을 줄 수 있고, 특히, 해파리 물질을 이용할 경우 세균을 제거하는 효과가 있어 기기에 장착된 필터에 항균기능이 있어 매우 위생적인 기술이면서 자연유래물질로 생태계에 문제를 일으키지 않는, 해양생물의 면역반응에서 추출한 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치, 및 포집방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0025] 한편, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0026] 본 발명의 제1목적은 제거대상수 내의 미세, 나노플라스틱을 제거하기 위한 포집장치로서, 일측에 제거대상수가 유입되는 유입부와, 타측에 처리수가 배출되는 처리수 배출부와, 내부공간으로 응집제를 투입하는 응집제 투입부를 갖는 케이스; 및 상기 케이스 내부공간에서 상기 제거대상수와 상기 응집제가 교반되어 상기 응집제에 의해 상기 제거대상수 내의 플라스틱을 제거하는 혼합공간;을 포함하는 것을 특징으로 하는 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치로서 달성될 수 있다.

[0027] 그리고 상기 제거대상수는 의류 건조기에서 배출되는 응축수인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0028] 그리고 상기 응집제는, 자포동물에 대해 환경스트레스를 인가하여 면역반응을 유도하고, 상기 면역반응에 의해 생성된 면역반응물질을 추출한 후, 추출된 면역반응물질을 오염물질 제거용 3조성물로 분리한 것을 특징으로 할 수 있다.

[0029] 또한 상기 자포동물은 해파리, 및 히드라 중 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0030] 그리고 상기 응집제는 상기 조성물이 게재된 캡슐형태 또는 상기 조성물을 건조한 펠렛형태인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0031] 또한 상기 유입부 일측에 구비되어 상기 제거대상수의 유입유량을 조절하는 유입부밸브; 및 상기 투입부 일측에 구비되어 투입되는 응집제의 양을 조절하는 투입장치; 및 상기 유출부 일측에 구비되어 처리된 처리수의 배출유량을 제어하는 유출부밸브; 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0032] 그리고 상기 혼합공간에는 수위를 측정하는 수위감지센서; 및 상기 수위감지센서에서 측정된 값을 기반으로 상기 유입부밸브와, 상기 유출부밸브의 작동을 제어하는 제어부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치.

[0033] 또한 상기 처리수 배출부 전단에 구비되어 상기 나노플라스틱이 응집된 상기 응집제를 필터링하는 여과필터;를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0034] 그리고 상기 혼합공간 내에 제거대상수와 상기 응집제를 교반하는 교반기를 포함하고, 상기 교반기는 회전축과,

상기 회전축에 구비되는 복수의 임펠러를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0035] 또한 상기 케이스는 탈부착이 가능한 상부케이스와, 상기 하부케이스로 구획되며, 상기 여과필터는 상기 하부케이스 내에 위치되며, 상기 하부케이스를 상기 상부케이스에 탈착하여 상기 여과필터의 교환이 가능한 것을 특징으로 할 수 있다.

[0036] 그리고 상기 면역반응물질은 Mucin 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0037] 또한 상기 면역반응을 유도하는 것은 외부자극을 주는 단계이고, 상기 외부자극은 물리적 스트레스, 화학적 스트레스, 생물학적 스트레스, 자포동물의 서식환경 변경 또는 이들의 조합인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0038] 그리고 상기 자포동물에 면역반응을 유도한 후, 상기 추출하여, 상기 분리하거나, 또는 상기 자포동물에 면역반응을 유도하고 동결 건조하여 보관한 후, 필요시 상기 자포동물을 해동하여 상기 추출하야, 분리하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0039] 본 발명의 제2목적은, 앞서 언급한 제1목적에 따른 포집장치를 통해, 제거대상수 내의 미세플라스틱을 제거하기 위한 포집방법으로서, 케이스 일측에 구비된 유입부를 통해 제거대상수가 유입되는 단계; 케이스의 혼합공간으로, 자포동물에 대해 환경스트레스를 인가하여 면역반응을 유도하고, 상기 면역반응에 의해 생성된 면역반응물질을 추출한 후, 추출된 면역반응물질을 조성물로 하는 응집제를 투입하는 단계; 및 상기 케이스 내부공간의 혼합공간에서 상기 제거대상수와 상기 응집제가 교반되어 상기 응집제에 의해 상기 제거대상수 내의 미세플라스틱이 포집되는 단계; 및 상기 케이스 타측의 처리수배출부를 통해 처리수가 배출되는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집방법으로서 달성될 수 있다.

발명의 효과

[0040] 본 발명의 실시예에 따른 의류 건조기용 나노 플라스틱 저감장치에 따르면, 기존에 판매되는 의류 건조기의 배수관에 연결하는 구조로 의류 건조기에서 발생되어 그 응축수로 하여금 배출 및 환경 중으로 유출되는 미세,나노 플라스틱을 제거하기 용이한 효과를 갖는다.

[0041] 본 발명의 실시예에 따르면, 미세,나노(이하 미세로 통일하도록 한다.) 플라스틱 포집장치에 관한 것으로서, 의류 건조기 응축수배출구에 연결되어 의류 건조 후 발생하는 응축수 내의 미세 플라스틱을 저감하여 배출할 수 있는 효과를 갖는다.

[0042] 또한 본 발명의 실시예에 따르면, 추출된 생물재료 응집제를 캡슐의 형태로 보존하여 -19℃(일반 냉장고 냉동온도)에 한달이상 보관할 수 있으며, 펠렛의 형태로 제작된 것은 실온에서 보관이 가능하게 생물재료 응집제의 사용효율을 높일 수 있는 장점이 있다.

[0043] 그리고 본 발명의 실시예에 따르면, 의류 건조기에서 발생하는 응축수내의 나노 플라스틱을 효과적으로 저감할 수 있고, 수생 환경으로의 나노 플라스틱 유출량을 저감함으로써, 수생태계에서 나노 플라스틱이 야기하는 생체내 유입, 상위 생태계로의 전달, 환경성질환 발병률 등을 저감할 수 있으며, 사용되는 응집제로 천연 재료 또는 생물 유래 물질을 사용할 경우, 응집제가 환경 중으로 유출될 시 발생하는 2차 오염 문제를 피할 수 있다.

[0044] 또한, 상기 발명에 사용되는 응집제로 해파리 유래 물질을 사용할 경우, 우리나라 연안에 대량으로 발생하는 보름달물해파리(Aurelia aurita)가 우리나라 연안에 대량으로 출연하고 있어 그 수급이 용이하고, 미세, 나노플라스틱의 소비, 사용 후 폐기 과정에 안전성을 확보할 수 있는 효과를 갖는다.

[0045] 그리고 본 발명의 실시예에 따르면, 미세, 나노플라스틱(100nm 이하)이 하수 및 자연생태계로 유입되어 생길 수 있는 문제를 차단하는데 사용될 수 있고, 사용 후 미세,나노플라스틱의 생물학적 처리로 사용될 수 있으며, 이 과정에 생물농축과 화학물질 사용으로 인한 2차 환경오염이 없고, 해파리에서 추출한 신물질로 이를 활용할 경우 미세,나노플라스틱 입자의 생태계 유출을 줄일 수 있어 결과적으로 환경생태계의 보전에 도움을 줄 수 있고, 특히, 해파리 물질을 이용할 경우 세균을 제거하는 효과가 있어 기기에 장착된 필터에 항균기능이 있어 매우 위생적인 기술이면서 자연유래물질로 생태계에 문제를 일으키지 않는 장점이 있다.

[0046] 한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0047] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 것이며, 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석 되어서는 아니 된다.

도 1a은 본 발명의 실시예에 따른 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치의 단면도,

도 1b는 본 발명의 실시예에 따른 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치의 분해 사시도,

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치의 사시도,

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치의 단면도,

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 제어부의 신호흐름을 나타낸 블록도,

도 5 및 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 해파리 면역반응물질(Mucin, Mu)의 나노플라스틱(NP) 결합능,

도 7a는 면역반응물질(Mu)의 SEM,

도 7b는 나노플라스틱(NP)의 SEM

도 7c는 나노플라스틱(NP)이 포집된 면역반응물질(Mu)의 SEM을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0048] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 통상의 기술자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.

[0049] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한 도면들에 있어서, 구성요소들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.

[0050] 본 명세서에서 기술하는 실시예들은 본 발명의 이상적인 예시도인 단면도 및/또는 평면도들을 참고하여 설명될 것이다. 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다. 따라서 제조 기술 및/또는 허용 오차 등에 의해 예시도의 형태가 변형될 수 있다. 따라서 본 발명의 실시예들은 도시된 특정 형태로 제한되는 것이 아니라 제조 공정에 따라 생성되는 형태의 변화도 포함하는 것이다. 예를 들면, 직각으로 도시된 영역은 라운드지거나 소정 곡률을 가지는 형태일 수 있다. 따라서 도면에서 예시된 영역들은 속성을 가지며, 도면에서 예시된 영역들의 모양은 소자의 영역의 특정 형태를 예시하기 위한 것이며 발명의 범주를 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서의 다양한 실시예들에서 제1, 제2 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시예들은 그것의 상보적인 실시예들도 포함한다.

[0051] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprises)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소는 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0052] 아래의 특정 실시예들을 기술하는데 있어서, 여러 가지의 특정적인 내용들은 발명을 더 구체적으로 설명하고 이해를 돕기 위해 작성되었다. 하지만 본 발명을 이해할 수 있을 정도로 이 분야의 지식을 갖고 있는 독자는 이러한 여러 가지의 특정적인 내용들이 없어도 사용될 수 있다는 것을 인지할 수 있다. 어떤 경우에는, 발명을 기술하는 데 있어서 흔히 알려졌으면서 발명과 크게 관련 없는 부분들은 본 발명을 설명하는데 있어 별 이유 없이 혼돈이 오는 것을 막기 위해 기술하지 않음을 미리 언급해 둔다.

[0054] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 해양생물의 면역반응에서 추출한 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치의 구성, 및 포집방법에 대해 설명하도록 한다.

[0055] 도 1a은 본 발명의 실시예에 따른 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치의 단면도를 도시한 것이다. 그리고

도 1b는 본 발명의 실시예에 따른 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치의 분해 사시도를 도시한 것이다.

[0056] 또한 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치의 사시도를 도시한 것이다.

[0057] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치의 단면도를 보다 상세하게 도시한 것이다. 그리고 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 제어부의 신호흐름을 나타낸 블록도를 도시한 것이다.

[0058] 본 발명의 실시예에 따른 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치(100)는, 제거대상수 내의 미세플라스틱을 제거하기 위한 것으로, 구체적 실시예에서는 의류 건조기에서 배출되는 응축수를 유입시켜 응집제를 통해 미세, 나노(이하 미세로 통일한다) 플라스틱이 제거된 처리수를 배출시키기 위한 것이다.

[0059] 본 발명의 실시예에 따른 포집장치(100)는 전체적으로 유입부(11)와, 처리수배출부(41), 응집제 투입부(13)를 갖는 케이스, 혼합공간(30), 교반기(20) 등을 포함하여 구성된다.

[0060] 케이스는 상부케이스(10)와 하부케이스(40)를 포함하며, 서로 탈부착, 조립가능하도록 구성된다.

[0061] 상부케이스(10) 상부면에는, 의류건조기에서 토출되는 응축수가 배출되는 배출구과 연결되어지는 유입부(11)와, 혼합공간으로 응집제를 투입하는 응집제 투입부(13)가 형성된다.

[0062] 혼합공간(30)은 상부케이스(10)의 하우징(14)의 내부공간으로서 응축수와 응집제가 교반되어 응집제에 의해 응축수 내의 미세플라스틱을 포집하여 제거하는 공간이다. 혼합공간에서 응축수와 응집제와의 교반은 약 4시간동안 진행된다(이 시간은 생물재료 응집제가 나노플라스틱을 90 % 이상 제거하는 효율이 증명된 시간임).

[0063] 후에 상세하게 설명되는 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 응집제는, 자포동물에 대해 환경스트레스를 인가하여 면역반응을 유도하고, 상기 면역반응에 의해 생성된 면역반응물질을 추출한 후, 추출된 면역반응물질을 조성물로 분리하여 제조된 것이다. 이러한 자포동물은 해파리, 및 히드라 중 적어도 어느 하나일 수 있다.

[0064] 또한 본 발명의 실시예에 따른 응집제는 이러한 조성물이 게재된 캡슐형태 또는 조성물을 건조한 펠렛형태일 수 있다.

[0065] 그리고 본 발명의 실시예에서는, 유입구(11) 일측에 구비되어 응축수의 유입유량을 조절하는 유입구밸브(12)를 포함하여 구성될 수 있다. 또한 응집제 투입부(13)에는 마개로 개폐가능하도록 구성될 수 있으며, 투입장치(미도시)를 설치하여 투입되는 응집제의 양을 조절, 설정된 양만큼 자동으로 투입되도록 구성될 수 있다.

[0066] 또한 유출부(42) 일측에 유출구밸브(12)가 구비되어 처리된 처리수의 배출유량을 조절할 있도록 구성될 수 있다.

[0067] 그리고 본 발명의 실시예에 따르면, 혼합공간(20)에는 수위를 측정하는 수위감지센서(111)와, 이러한 수위감지센서(111)에서 측정된 값을 기반으로 유입구밸브(12)와, 유출구밸브(43)의 작동을 제어하는 제어부(110)를 포함할 수 있다.

[0068] 또한 처리부배출부(41) 전단에 구비되어 미세 플라스틱이 응집된 응집제를 필터링하는 여과필터(44)를 포함하여 구성될 수 있다. 즉, 배출수는 포집장치의 하부에 위치한 여과필터(44)에 미세플라스틱과 생물재료 응집제가 혼합된 상태로 걸러진다.

[0069] 그리고 여과필터(44)는 하부케이스(40) 내에 위치되며, 하부케이스(40)를 상부케이스(10)에서 탈착하여 여과필터(44)의 교환이 가능하도록 구성될 수 있다.

[0070] 그리고 혼합공간(30) 내에 응축수와 응집제를 교반하는 교반기(20)가 설치되며, 이러한 교반기(20)는 회전축(21)과, 상기 회전축(21)에 구비되는 복수의 임펠러(22)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0071] 또한 본 발명의 실시예에 따른 생물재료 응집제는 항균성 특성을 지니므로 포집장치내에 미생물 증가를 가져오지 않는다. 생물재료 응집제가 일부 유출이 된다고 해도 수계 미생물의 군집에 영향을 주지 않는다.

[0072] 본 발명의 실시예에 따른 케이스는 6~9L(건조기의 응축수 발생정도에 기인한 용량임, 4인가족 1회 건조기 사용일 때)정도의 용량이고, 포집장치는 기존 건조기 외부에 장착하도록 되어 있어 기존의 건조기에 사용할 수 있다.

[0073] 또한 추출된 생물재료 응집제를 캡슐에 저장하여 일정온도(-19 ℃에서 보관 1달 이상, 그 이상의 보관기간은 -80℃)에서 보존할 수 있다. 또는 추출된 생물재료 응집제의 수분을 제거하여 펠렛으로 보존할 수 있고, 이는 실온에 보관가능하다.

[0075] 이하에서는 앞서 언급합 본 발명의 실시예에 따른 미세플라스틱 포집장치에 투입되는 응집제의 조성 및 실시예에 대해 설명하도록 한다. 이러한 응집제는 자포동물의 환경 스트레스에 저항하는 면역반응물질을 포함하는 오염물질 제거용 조성물에 기반한 것이다.

[0076] 본 발명은 자포동물에 대하여 환경 스트레스를 인가하여 면역반응을 유도하여 면역반응물질인 Musin을 추출분리하고, 이러한 Mu 조성물을 통해 오염물질을 포집, 제거하기 위한 것이다.

[0077] 자포동물은 히드라, 해파리일 수 있으며, 두 생물은 모두 재생능력이 뛰어난 생물로 환경 스트레스 유발(물리적 마찰로 인한 손상, 개체간 밀도, 외부 물질의 투입으로 인한 손상) 상황에서 저항물질을 방출하며 이를 포집하여 특정 당단백질을 포함하는 추출물을 추출한다.

[0078] 해파리는 해파리아문에 속한 무척추동물일 수 있다. 구체적으 로, 상기 해파리는 외부자극에 의해서 면역반응을 수행하는 것이면 충분하다. 보다 구체적으로, 상기 해파리에는 노무라입깃해파리, 숲뿌리해파리, 보름달물해파리, 커튼원양해파리, 유령해파리, 입방해파리, 사자갈기해파리 등을 포함할 수 있으나 이에 한정되지 않는다.

[0079] 이러한 본 발명의 실시예에 따른 Mu 물질은 물환경에 포함된 미세플라스틱, 나노플라스틱, 잔류성유기오염물질 및 중금속을 포집하여 제거하는 것으로 확인되었다.

[0080] 또한 본 발명의 실시예에 따른 Mu 물질은 적절한 농도에서 포집능이 있을 뿐 아니라 면역반응 물질로 스스로를 방어하는 과정 중 생성되는 항미생물 특성도 가지고 있는 것으로 확인되었다.

[0081] 즉 본 발명의 실시예에 따른 Mu 물질을 이용하여 하수처리시 처리되지 않은 금속성 이온, 미세플라스틱 및 나노플라스틱의 제거에 사용할 수 있다.

[0082] 또한 Mu 물질은 생물유래물질로 생물독성 문제로 인한 화학물질의 사용의 제한으로 인한 EU REACH, 한국의 화평법의 화학물질의 위해성 평가, 등록 및 승인으로 인한 문제를 극복할 수 있는 생태친화적인 물질이다.

[0083] Mu 물질은 사용 후 생태계에 잔류하지 않으며, 자포동물의 특성상 자가분해효소로 인해 자연분해되는 특성이 있어 환경오염이 일어나지 않는다.

[0084] 본 발명의 실시예에 따른 Mu 물질은 처리과정 중, 처리과정 후에 OECD 시험생물인 제브라피시 배발생(zebrafish embryogenesis)에 노출한 결과 독성이 없었으며, 이는 미세플라스틱 또는 나노플라스틱으로 인해 전달되는 잔류성유기오염물질에 의해 나타나는 독성을 감소시키는 것으로 확인되었다.

[0085] 본 발명의 실시예에 따른 자포동물의 환경 스트레스에 저항하는 면역반응물질을 포함하는 오염물질 제거용 조성물의 제조방법은, 자포동물에 대해 환경스트레스를 인가하여 면역반응을 유도하는 단계; 상기 면역반응에 의해 생성된 면역반응물질을 추출하는 단계; 및 추출된 면역반응물질을 오염물질 제거용 조성물로 분리하는 단계;를 포함한다.

[0086] 상기 면역반응을 유도하는 단계는 해파리가 면역반응을 일으킬 수 있도록 외부자극을 제공하는 것일 수 있다. 구체적으로, 해파리가 외부자극에 의해 위협을 느끼고 이에 대한 보호기전으로 면역반응을 일으키도록 하는 것일 수 있다. 보다 구체적으로, 외부자극에는 물리적 스트레스, 화학적 스트레스, 생물학적 스트 레스 또는 이들의 조합일 수 있다. 물리적 스트레스는 해파리에 외력을 작용하여 스트레스를 제공한는 것일 수 있다. 화학적 스트레스는 해파리에 직접 및/또는 간 접적으로 화합물, 약품, 시료, 방사선, 자외선, 적외선, x선, 가시광선 등을 처리 하는 것일 수 있다. 생물학적 스트레스는 해파리에 박테리아, 바이러스, 곰팡이, 호르몬 등 생물학적 제제를 처리하는 것일 수 있다.

[0087] 다른 구체예에 의하면, 상기 면역반응을 유도하는 단계는 해파리의 서식환경을 변경하는 것일 수 있다. 구체적으로 해파리가 적응한 서식환경을 갑작 스럽게 변경시켜 해파리가 서식환경에서 적응하기 위한 보호기전으로 보이는 면역 반응이고, 이러한 면역반응에 의해 분비물을 분비하는 것일 수 있다. 이에 의하면 해파리 개체를 파괴하지 않고 보호하면서 면역반응을 유도할 수 있다. 따라서 해파 리 개체가 그대로 생존할 수 있어서 면역반응에 의한 생성물을 반복 추출할 수 있 다. 상기 서식환경을 변경하는 것은 해파리가 면역반응물질을 분비할 수 있는 정도 이면 충분하다. 구체적으로, 변화시킬 수 있는 서식환경에는 수온, 염도, pH, 광도, 용존산소량(DO), COD(화학적 산소요구량), BOD(생화학적 산소요구량), 염분, 무기질 종류 및 농도, 영양염류, 플라크톤 등이 있으며 이에 한정되지 않는다.

[0088] 구체적으로, (1) 안정화된 염도에서 ± 1 psu, ±2 psu, ±3 psu, ±5 psu, ±7 psu 또는 ±10 psu 범위로 변경하는 것일 수 있고, (2) 안정화된 수 온에서 ± 1℃, ± 2℃, ± 3℃, ± 4℃, ± 5℃, ± 7℃ 또는 ± 10℃ 범위로 변 경하는 것일 수 있고, (3) 안정화된 조류를 변화시켜 개체간의 밀도와 간격을 변경 하는 것일 수 있으며, (1-3)의 조합일 수 있다.

[0089] 상기 “안정화”란 해파리를 1일 이상 동일한 환경에 노출시킴으로 써 해파리가 그 환경에 적응되어 있는 상태를 의미할 수 있다.

[0090] 보다 구체적으로, (1) 안정화된 염도 35 psu에서 ±1 psu, ±2 psu, ±3 psu, ±5 psu, ±7 psu 또는 ±10 psu 범위로 변경하는 것일 수 있고, (2) 안 정화된 수온 22℃에서 ± 1℃, ± 2℃, ± 3℃, ± 4℃, ± 5℃, ± 7℃ 또는 ± 10℃ 범위로 변경하는 것일 수 있고, (3) 안정화된 조류를 변화시켜 개체간의 밀도 와 간격을 변경하는 것일 수 있으며, (1-3)의 조합일 수 있다.

[0092] 실시예 1 : 해파리 면역반응물질 Mu 추출

[0093] 본 발명의 실시예에서, 자포동물에 면역반응을 유도한 후, 면역반응물질인 Mu을 추출, 분리하는 단계를 바로 진행할 수도 있고, 자포동물에 면역반응을 유도하고 동결 건조하여 보관한 후, 필요시 자포동물을 해동하여 추출하는 단계 및 상기 분리하는 단계를 진행할 수도 있다.

[0094] 본 발명의 실시예에 따른 해파리 면역반응물질 Mu 추출은

[0095] 먼저, 면역반응을 유도한 후, 해파리는 살아있는 해파리 또는 동결보관할 시는 -80℃로 보관한 해파리를 해동하여 사용한다. 그리고 증류수로 가볍게 세척하여 염분을 제거한다.

[0096] 그리고 파쇄한 후 해파리의 생리적 식염수인 0.2% NaCl에 용해시킨다.

[0097] 다음으로 Tip sonic으로 1min 동안 더 잘게 파쇄한 후, 4 ℃ 에서 24hr시간 동안 교반하여 해파리 자기분해효소의 작용을 돕는다.

[0098] 그리고 교반시킨 해파리 수용액을 10,000 xg, 10min 동안 원심분리하여 조직을 가라앉힌다. 상층액을 딴 후 3배 용량의 EtOH을 넣어 준 후 4 ℃ 에서 24hr 동안 둔다. 생성된 겔을 옮겨 닮아 10,000 xg, 10min 동안 원심분리 후 생성된 pellet을 수거한다.

[0099] 상온에서 20분간 건조하여 잔류한 EtOH를 완전히 건조시키고, 증류수 1mL를 넣고 vortexing후 10,000 xg, 10min 동안 원심분리, 이 과정을 3번 반복하여 세척을 진행한다.

[0101] 실시예 2 : 면역반응물질 Mu의 나노플라스틱(NP) 결합능

[0102] 본 발명의 실시예에 따른 결합능 실험은, 최종 농도가 나노플라스틱 NP(2 mg/L), Mucin(50 ug/mL)가 되도록 3차 증류수에 넣고 제조한다. 이때 NP와 해파리 단백질 Mu은 1 : 1 의 부피비로 혼합한다. 혼합 후 30 min, 1 hr, 2 hr, 4 hr, 8 hr일 때 상층액2 mL를 채취하여 형광 측정하였다. 작성한 검량선을 토대로 농도 측정한다.

[0103] 도 5 및 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 해파리 면역반응물질(Mucin, Mu)의 나노플라스틱(NP) 결합능을 도시한 것이다. 그리고 도 7a는 면역반응물질(Mu)의 SEM, 도 7b는 나노플라스틱(NP)의 SEM, 도 7c는 나노플라스틱(NP)이 포집된 면역반응물질(Mu)의 SEM를 나타낸 것이다.

[0105] 또한, 상기와 같이 설명된 장치 및 방법은 상기 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

부호의 설명

[0106] 1:입력부

10:상부케이스

11:유입구

12:유입구밸브

13:투입구

14:마개

15:하우징

16:상부플레이트

20:교반기

21:회전축

22:임펠러

30:혼합공간

40:하부케이스

41:처리수배출구

42:유출구

43:유출구밸브

44:여과필터

45:지지대

100:해양생물의 면역반응에서 추출한 응집제를 이용한 미세플라스틱 포집장치

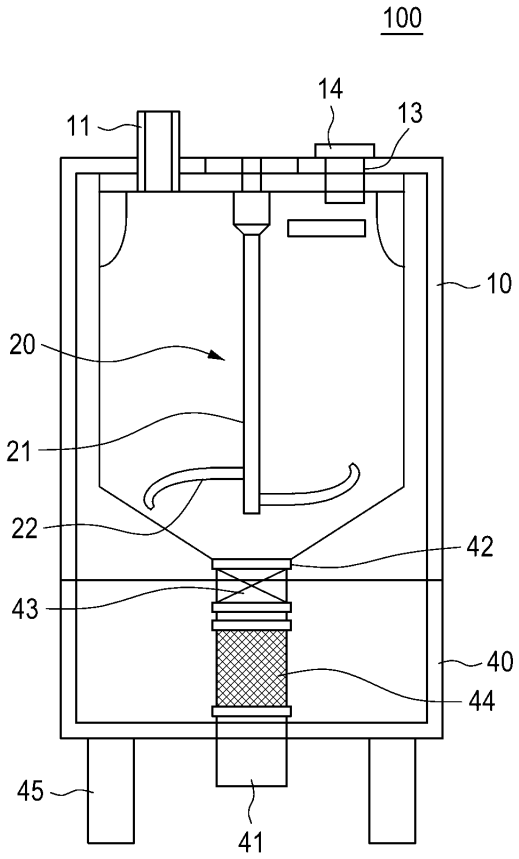
110:제어부

111:수위감지센서

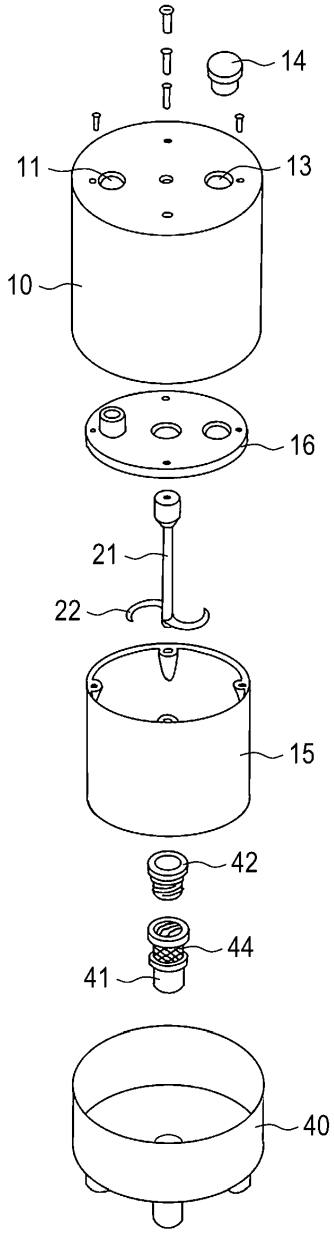
120:디스플레이부

도면

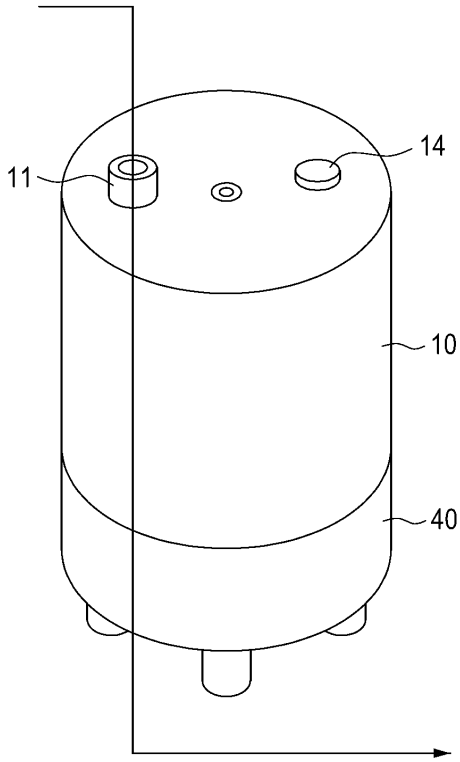
도면1a



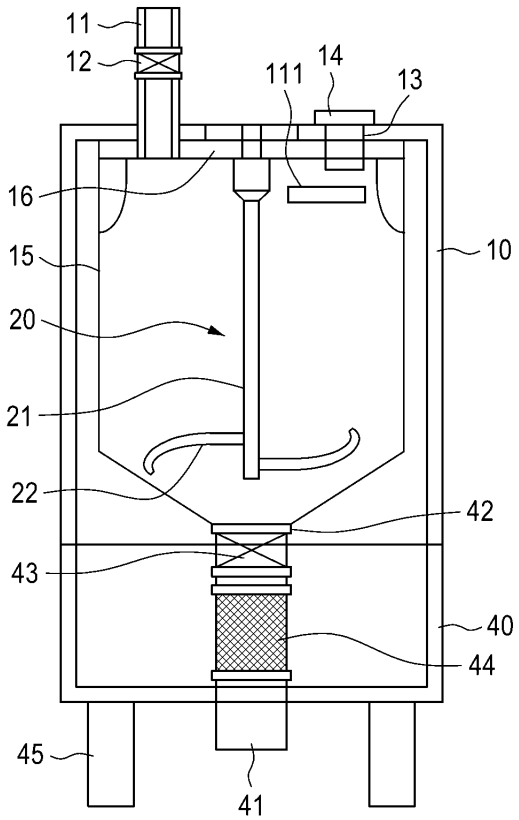
도면1b



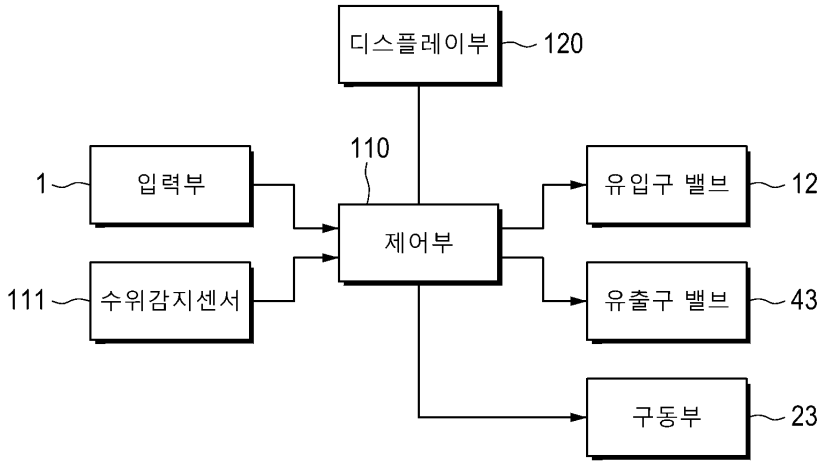
도면2



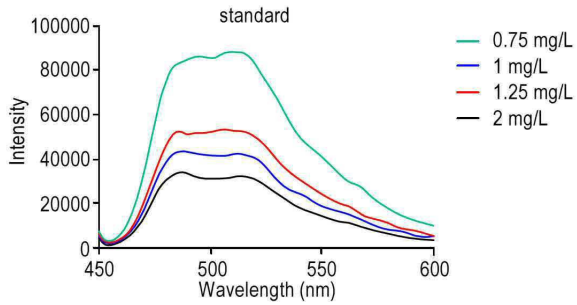
도면3



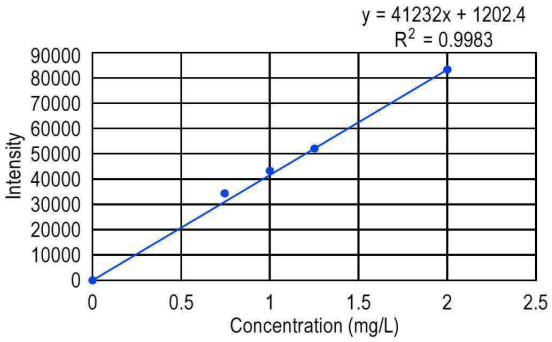
도면4



도면5

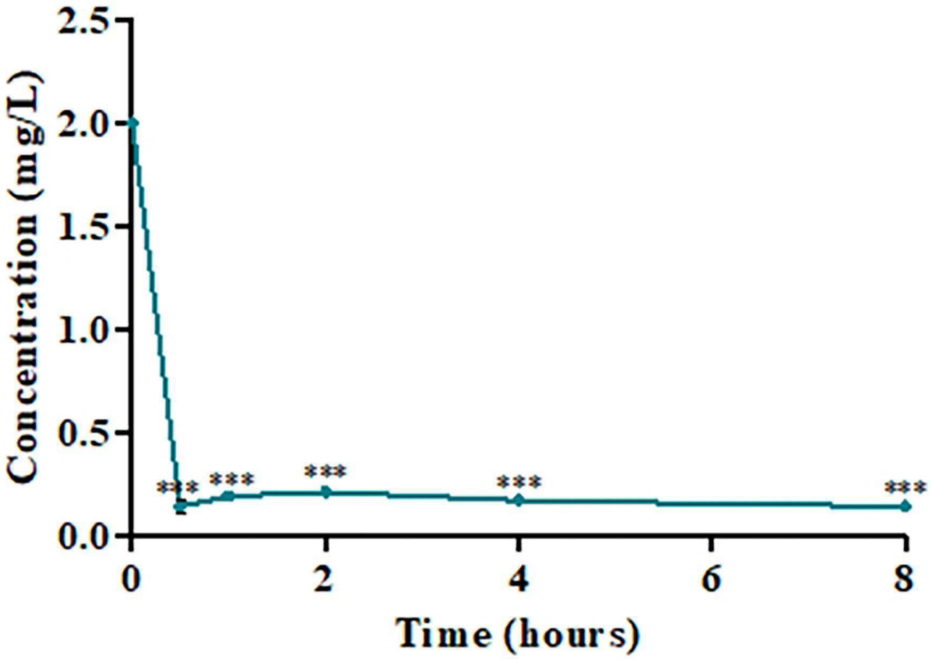


Concentration (mg/L)	Intensity
0	0.889139
0.75	34072.94
1	42954.31
1.25	52010.59
2	83135.25

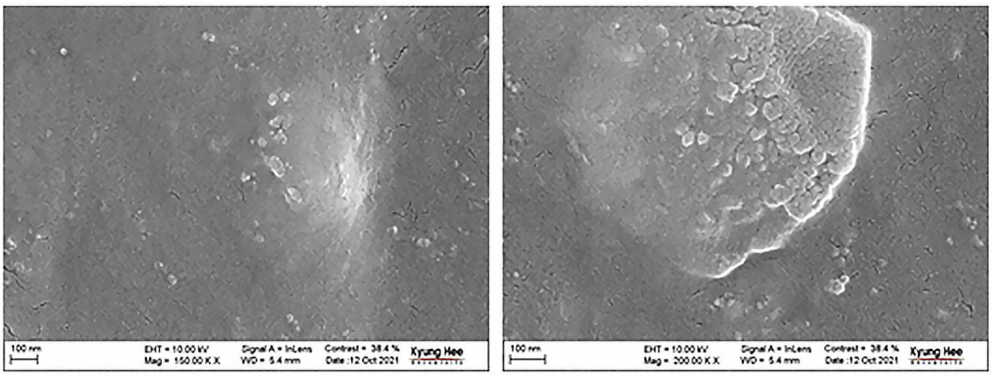


도면6

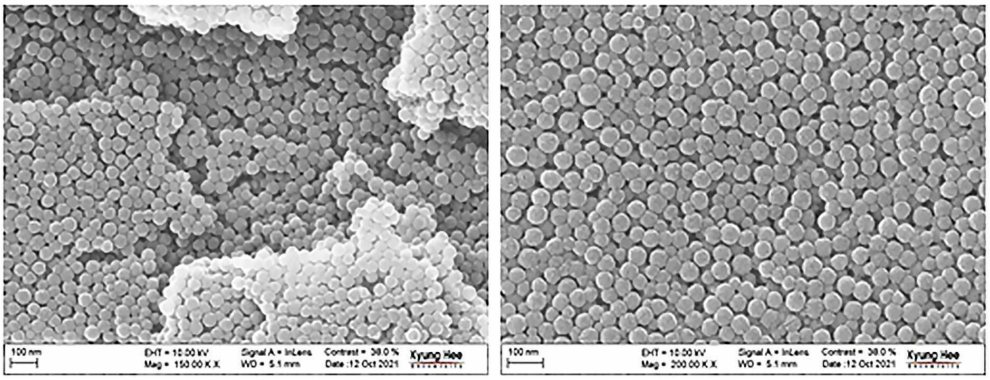
	Intensity	최종농도 (mg/L)	결합능 (%)
30min	7110.911000	0.143299	92.83504196
1hr	9115.935500	0.191927	90.40364826
2hr	9971.348000	0.212673	89.36633198
4hr	8299.106500	0.172116	91.39417625
8hr	7079.544500	0.142538	92.87307856



도면7a



도면7b



도면7c

