



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년07월14일  
(11) 등록번호 10-2420703  
(24) 등록일자 2022년07월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01N 1/40 (2006.01) B01D 35/02 (2006.01)  
G01N 1/34 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G01N 1/4077 (2013.01)  
B01D 35/02 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2021-0124872  
(22) 출원일자 2021년09월17일  
심사청구일자 2021년09월17일  
(56) 선행기술조사문헌  
CN111426545 A\*  
KR1020000059317 A  
KR100838481 B1  
Choi, Hyung-Jun, Jinsung An, and Suk Soon Choi. "Research Trend on the Accumulation Routes of Microplastics in Soil and Their Analytical Methodologies." Applied Chemistry for Engineering 31.4 (2020):\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
인하대학교 산학협력단  
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)  
연세대학교 원주산학협력단  
강원도 원주시 흥업면 연세대길 1  
(72) 발명자  
한창석  
인천광역시 미추홀구 용정공원로 33 (용현동) 10 1동 2201호 (인천 SK 스카이뷰)  
김창균  
서울특별시 서초구 명달로1길 51 (방배동, 방배어울림) 102동 401호  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
이원희

전체 청구항 수 : 총 12 항

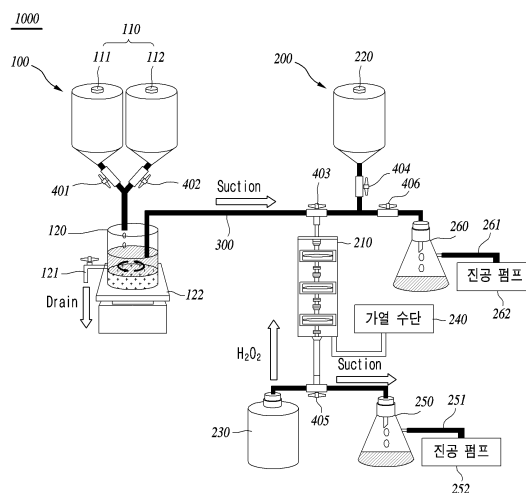
심사관 : 김민석

(54) 발명의 명칭 미세플라스틱 분석을 위한 토양 및 퇴적물 시료 전처리 장치

(57) 요약

밀도분리 용액을 이용하여 시료의 밀도차 분리를 진행하는 밀도차 분리 선별부(100) 및 상기 밀도차 분리 선별부(100)와 연결되어 밀도차 분리 선별부(100)에서 밀도차 분리 처리된 상등액의 유기물 제거 및 2단 이상의 필터 여과를 수행하는 여과부(200)를 포함하고, 상기 여과부(200)는, 밀도차 분리 처리된 상등액의 유기물 제거 및 2단 이상의 필터 여과가 수행되는 다단 여과장치(210); 상기 다단 여과장치로 증류수를 공급하는 증류수 저장용기(220); 상기 다단 여과장치로 과산화수소를 공급하는 과산화수소 저장용기(230); 상기 다단 여과장치 내부를 가열하기 위한 가열수단(240) 및 상기 다단 여과장치 하단으로 연결되어 진공여과된 용액을 수집하는 수집용기(250)를 포함하는 미세플라스틱 분석을 위한 토양 및 퇴적물 시료 전처리 장치(1000)가 개시된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**G01N 1/34** (2013.01)

**G01N 1/4022** (2013.01)

**G01N 2001/4088** (2013.01)

(72) 발명자

**이해성**

인천광역시 미추홀구 염전로168번길 28 (도화동)  
A동 527호

**박선영**

충청남도 금산군 인삼약초로 29-3 (금산읍, 방원한  
방타운아파트) 101동 1404호

**김상현**

인천광역시 미추홀구 용정공원로83번길 49 (용현동) 1033호

**남희연**

경기도 남양주시 도농로 24 904동 1704호

**박예지**

인천광역시 남동구 구월로 65 (간석동, 현대홈타운  
아파트) 109동 502호

**윤여준**

강원도 원주시 무실로 455, 107동 1202호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1485017814

과제번호 ARQ202004056002

부처명 환경부

과제관리(전문)기관명 한국환경산업기술원

연구사업명 환경기술개발사업

연구과제명 환경 내 미세플라스틱 축정을 위한 매체별 시료채취/전처리 통합 표준 기술개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 연세대학교 원주산학협력단

연구기간 2021.01.01 ~ 2021.12.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

밀도분리 용액을 이용하여 시료의 밀도차 분리를 진행하는 밀도차 분리 선별부(100) 및  
 상기 밀도차 분리 선별부(100)와 연결되어 밀도차 분리 선별부(100)에서 밀도차 분리 처리된 상등액의 유기물  
 제거 및 2단 이상의 필터 여과를 수행하는 여과부(200)를 포함하고,  
 상기 여과부(200)는,  
 밀도차 분리 처리된 상등액의 유기물 제거 및 2단 이상의 필터 여과가 수행되는 다단 여과장치(210);  
 상기 다단 여과장치로 증류수를 공급하는 증류수 저장용기(220);  
 상기 다단 여과장치로 과산화수소를 공급하는 과산화수소 저장용기(230);  
 상기 다단 여과장치 내부를 가열하기 위한 가열수단(240) 및  
 상기 다단 여과장치 하단으로 연결되어 진공여과된 용액을 수집하는 수집용기(250)를 포함하고,  
 상기 다단 여과장치(210)는,  
 하우징(215);  
 상기 하우징(215) 내부에 위치하는 적어도 2개 이상의 필터 홀더(211);  
 상기 필터 홀더(211) 내부에 위치하는 여과 필터(212);  
 상기 여과 필터(212)를 고정시키기 위해 여과 필터(212) 상부 및 하부에 형성된 필터 고정부재(213) 및  
 상기 필터 홀더(211)를 관통하고, 여과 필터(212)와 수직으로 위치하는 밀도차 분리 처리된 상등액이 이동하는  
 관(214)을 포함하는 미세플라스틱 분석을 위한 토양 및 퇴적물 시료 전처리 장치(1000).

#### 청구항 2

제1항에 있어서,  
 상기 밀도차 분리 선별부(100)는,  
 적어도 1종 이상의 밀도분리 용액이 저장되는 밀도분리 용액 저장용기(110) 및  
 상기 밀도분리 용액 저장용기(110)로부터 밀도분리 용액이 주입되어 시료의 밀도차 분리가 수행되는 밀도차 분  
 리 장치(120)를 포함하는 미세플라스틱 분석을 위한 토양 및 퇴적물 시료 전처리 장치(1000).

#### 청구항 3

제2항에 있어서,  
 상기 밀도차 분리 장치(120)는 잔여 밀도분리 용액을 배출하기 위한 배출구(121) 및 밀도분리 용액이 주입되어  
 시료의 밀도차 분리를 수행하기 위한 교반을 수행하는 교반기(122)를 포함하는 미세플라스틱 분석을 위한 토양  
 및 퇴적물 시료 전처리 장치(1000).

#### 청구항 4

제2항에 있어서,

상기 밀도분리 용액 저장용기(110)는 적어도 2종 이상의 밀도분리 용액이 각각 저장되는 제1 밀도분리 용액 저장용기(111) 및 제2 밀도분리 용액 저장용기(112)를 포함하는 미세플라스틱 분석을 위한 토양 및 퇴적물 시료 전처리 장치(1000).

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 밀도차 분리 선별부(100) 및 여과부(200)는 흡입관(300)으로 연결되는 것을 특징으로 하는 미세플라스틱 분석을 위한 토양 및 퇴적물 시료 전처리 장치(1000).

#### 청구항 6

삭제

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 관(214)은 상기 적어도 2개 이상의 필터 홀더(211) 중 상부에 위치한 필터 홀더(211)의 상부에 연결된 상부 연결관(214a); 상기 적어도 2개 이상의 필터 홀더(211)를 연결하는 중간 연결관(214b) 및 상기 적어도 2개 이상의 필터 홀더(211) 중 하부에 위치한 필터 홀더(211)의 하부에 연결된 하부 연결관(214c)을 포함하는 미세플라스틱 분석을 위한 토양 및 퇴적물 시료 전처리 장치(1000).

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 필터 홀더(211)는 필터 홀더 덮개(211a) 및 필터 홀더 받침대(211b)로 분리되는 것인 미세플라스틱 분석을 위한 토양 및 퇴적물 시료 전처리 장치(1000).

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 하우징(215)은,

금속 재질의 본체(215a);

상기 본체(215a) 외주면에 형성된 가열 라인(215b) 및

상기 가열 라인(215b) 외주면에 형성된 단열재(215c)를 포함하는 미세플라스틱 분석을 위한 토양 및 퇴적물 시료 전처리 장치(1000).

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 가열 수단(240)은,

본체(215a)와 연결된 열전대(241); 가열 라인(215b)과 연결된 솔리드 스테이트 릴레이(SSR, 242) 및 상기 솔리드 스테이트 릴레이(242)와 연결된 온도 컨트롤러(243)를 포함하는 미세플라스틱 분석을 위한 토양 및 퇴적물 시료 전처리 장치(1000).

## 청구항 11

제1항의 미세플라스틱 분석을 위한 토양 및 퇴적물 시료 전처리 장치를 이용한 전처리 방법으로,  
밀도분리 용액 및 밀도차 분리 선별부를 이용하여 시료의 밀도분리를 수행하는 단계 및  
밀도분리를 수행하고난 후, 상등액을 여과부로 이동시켜 유기물 제거 및 2단 이상의 필터 여과를 수행하는 단계를 포함하는 전처리 방법.

## 청구항 12

제11항에 있어서,  
상기 전처리 방법은,  
밀도분리를 수행하고난 후, 상등액을 여과부로 이동시켜 여과시키고, 여과부에 과산화수소를 공급하고, 여과부를 가열하는 것을 통해 유기물 제거 및 2단 이상의 필터 여과를 수행하는 것인 전처리 방법.

## 청구항 13

제11항에 있어서,  
상기 유기물 제거 및 2단 이상의 필터 여과를 수행하는 단계를 수행하고난 후, 증류수를 이용하여 여과부 내 시료를 세척하는 단계를 포함하는 전처리 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 미세플라스틱 분석을 위한 토양 및 퇴적물 시료 전처리 장치에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0003] 플라스틱(plastics)은 오일 또는 가스로부터 추출된 단량체(monomer)의 중합(polymerization)으로부터 유도된 합성 유기 중합체이다. 가공이 쉽고 생산비용이 저렴하며 다양한 환경조건에 노출되어도 변형이나 손상이 적어 실생활에 광범위하게 사용되어 왔다. 이에 따라, 플라스틱 생산량은 급격히 증가해왔으며 전 세계 연간 생산량은 2017년 기준 4억 톤을 상회하고 2050년 기준 누적 생산량은 330억 톤에 이를 것이라 예측되고 있다. 플라스틱의 생산량이 급증함에 따라 플라스틱 폐기물의 양도 기하급수적으로 증가하였으며, 1950년부터 2015년까지 약 50억 톤의 플라스틱이 매립 및 유실로 인해 환경매질(environmental media)로 유입되어 축적된 것으로 보고되고 있으며, 2050년 기준 플라스틱 폐기물의 누적량은 약 120억 톤에 이를 것으로 추산되고 있다. 이에 플라스틱의 사용 및 처리에 대한 다양한 규제가 세계적으로 진행되고 있다.

[0004] 미세플라스틱(microplastics)은 직경 5 mm 이하의 작은 플라스틱 입자를 가리키며, 다양한 산업공정으로부터 직접 생산된 1차 미세플라스틱(primary microplastics)과 생분해(bio-degradation), 광분해(photo-degradation), 열분해(thermal-degradation), 가수분해(hydrolysis) 등 물리화학적 및 생물학적 분해를 통해 생성된 2차 미세플라스틱(secondary microplastics)으로 구분할 수 있다. 1차 미세플라스틱은 개인위생용품(personal care products)에 함유되어있는 구형(sphere)의 미세비드(microbead) 및 세탁과정 중 발생할 수 있는 미세섬유(microfiber)를 포함한다. 또한 2차 미세플라스틱의 경우, 물리화학적 분해과정을 통해 생성되므로, 파편(fragments) 및 판상(microfilm) 형태가 많이 발견된다.

[0005] 이러한 미세플라스틱은 토양환경에서 해양환경에 비해 분포현황 파악, 분석기법과 관련된 연구가 부족하며, 또한 극히 제한적이고, 미세플라스틱 분석을 위해 다양한 전처리 실험방법 및 전처리 기술에 대한 연구가 진행중에 있지만, 이를 간편하고, 효과적, 효율적으로 수행할 수 있는 장치의 개발이 아직 이루어 지지 않아 시간, 노력, 및 인력의 소모가 많은 것이 현실이다. 이를 극복하고, 관련 업무 수행을 더욱 쉽게, 빠르게, 정확하게 하

기 위한 전처리 장치 개발이 매우 절실한 시점에 있다. 또한, 이를 활용한 표준 전처리법 개발 및 확립도 매우 중요하다.

[0006] 토양 및 퇴적물 내 미세플라스틱 전처리의 중요점은 토양 및 퇴적물 입자와 그 밖의 물질로부터 미세플라스틱을 효과적으로 분리하고, 분리된 미세플라스틱의 표면에 존재하는 다양한 유기물질을 효과적으로 제거하여, 미세플라스틱 분석 시 분석의 정확도를 높이는 데 있으나, 현재 표준화된 방법으로 수립되어 있는 것이 없고, 시료에 대한 전처리 방법만 개발되고 있으나, 전처리를 보다 용이하고 정확하게 수행하기 위한 장치는 없는 실정이다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 일 측면에서의 목적은 토양 및 퇴적물 내 미세플라스틱을 효과적으로 분석하기 위해 토양 및 퇴적물 시료로부터 미세플라스틱을 효과적으로 분리하고 전처리할 수 있는 장치를 개발하여, 시료 전처리의 편리성과 정확성을 제공하는 데 있다.

[0009] 본 발명의 다른 측면에서의 목적은 토양 및 퇴적물로부터 미세플라스틱을 밀도차 특성을 이용하여 분리하는 밀도분리 과정, 과산화수소와 열처리를 이용한 미세플라스틱 표면의 유기물 제거 과정, 필터 여과를 이용한 다양한 미세플라스틱을 크기별로 분리하는 과정을 연속적으로 또는 동시에 수행할 수 있는 전처리 장치 및 전처리 방법을 제공하는 데 있다.

### 과제의 해결 수단

[0011] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 측면에서

[0012] 밀도분리 용액을 이용하여 시료의 밀도차 분리를 진행하는 밀도차 분리 선별부(100) 및

[0013] 상기 밀도차 분리 선별부(100)와 연결되어 밀도차 분리 선별부(100)에서 밀도차 분리 처리된 상등액의 유기물 제거 및 2단 이상의 필터 여과를 수행하는 여과부(200)를 포함하고,

[0014] 상기 여과부(200)는,

[0015] 밀도차 분리 처리된 상등액의 유기물 제거 및 2단 이상의 필터 여과가 수행되는 다단 여과장치(210);

[0016] 상기 다단 여과장치로 증류수를 공급하는 증류수 저장용기(220);

[0017] 상기 다단 여과장치로 과산화수소를 공급하는 과산화수소 저장용기(230);

[0018] 상기 다단 여과장치 내부를 가열하기 위한 가열수단(240) 및

[0019] 상기 다단 여과장치 하단으로 연결되어 진공여과된 용액을 수집하는 수집용기(250)를 포함하는 미세플라스틱 분석을 위한 토양 및 퇴적물 시료 전처리 장치(1000)가 제공된다.

[0021] 또한, 본 발명의 다른 측면에서

[0022] 상기의 미세플라스틱 분석을 위한 토양 및 퇴적물 시료 전처리 장치를 이용한 전처리 방법으로,

[0023] 밀도분리 용액 및 밀도차 분리 선별부를 이용하여 시료의 밀도분리를 수행하는 단계 및

[0024] 밀도분리를 수행하고난 후, 상등액을 여과부로 이동시켜 유기물 제거 및 2단 이상의 필터 여과를 수행하는 단계를 포함하는 전처리 방법이 제공된다.

### 발명의 효과

[0026] 본 발명의 일 측면에서 제공되는 전처리 장치는 모듈화를 통해 실험기구 사용량과 시간을 단축시킬 수 있고, 균일화된 시약 및 시료량을 정량 주입할 수 있으며, 다단 여과장치로 필터 여과와 유기물 산화가 연속적으로 이루어져 시료의 손실을 줄일 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 일 측면에서 제공되는 전처리 장치의 일례를 모식도로 나타낸 것이고;

도 2는 본 발명의 일 측면에서 제공되는 전처리 장치에서 다단 여과장치의 필터 홀더, 여과 필터, 판을 모식도로 나타낸 것이고;

도 3은 본 발명의 일 측면에서 제공되는 전처리 장치에서 다단 여과장치의 하나의 필터 홀더를 모식도로 나타낸 것이고;

도 4는 본 발명의 일 측면에서 제공되는 전처리 장치에서 다단 여과장치의 하우징을 모식도로 나타낸 것이고;

도 5는 본 발명의 일 측면에서 제공되는 전처리 장치에서 다단 여과장치의 하우징과 연결된 가열 수단을 모식도로 나타낸 것이고;

도 6은 본 발명의 일 측면에서 제공되는 전처리 장치의 여과부를 상부에서 관찰한 형태의 일례를 모식도로 나타낸 것이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예는 도면을 참조하여 상세하게 설명하도록 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0030] 본 발명에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 발명에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0031] 본 발명에서 토양 및 퇴적물 시료라고 명시하는 용어는 토양 환경에서 발생하는 채취물로, 특정 토양 또는 퇴적물을 제시하는 것이 아닌 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0032] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0033] 명세서 및 청구범위 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 포함한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0035] 본 발명의 일 측면에서
- [0036] 밀도분리 용액을 이용하여 시료의 밀도차 분리를 진행하는 밀도차 분리 선별부(100) 및
- [0037] 상기 밀도차 분리 선별부(100)와 연결되어 밀도차 분리 선별부(100)에서 밀도차 분리 처리된 상등액의 유기물 제거 및 2단 이상의 필터 여과를 수행하는 여과부(200)를 포함하고,
- [0038] 상기 여과부(200)는,
- [0039] 밀도차 분리 처리된 상등액의 유기물 제거 및 2단 이상의 필터 여과가 수행되는 다단 여과장치(210);
- [0040] 상기 다단 여과장치로 증류수를 공급하는 증류수 저장용기(220);
- [0041] 상기 다단 여과장치로 과산화수소를 공급하는 과산화수소 저장용기(230);
- [0042] 상기 다단 여과장치 내부를 가열하기 위한 가열수단(240) 및
- [0043] 상기 다단 여과장치 하단으로 연결되어 진공여과된 용액을 수집하는 수집용기(250)를 포함하는 미세플라스틱 분석을 위한 토양 및 퇴적물 시료 전처리 장치(1000)가 제공된다.
- [0045] 도 1 내지 도 6에 본 발명의 일 측면에서 제공되는 토양 및 퇴적물 시료 전처리 장치(1000)의 일례를 나타내었으며,

- [0046] 이하, 도 1 내지 도 6을 참조하여 본 발명의 일 측면에서 제공되는 토양 및 퇴적물 시료 전처리 장치(1000)에 대하여 상세히 설명한다.
- [0048] 본 발명의 일 측면에서 제공되는 전처리 장치(1000)는 밀도분리 용액을 이용하여 시료의 밀도차 분리를 진행하는 밀도차 분리 선별부(100)를 포함한다.
- [0049] 상기 밀도차 분리 선별부(100)는 밀도분리 과정을 수행하는 처리부로 밀도분리 용액을 이용하여 토양 및 퇴적물 시료의 밀도차 분리가 수행된다. 밀도분리 과정은 밀도분리 용액을 이용하여 미세플라스틱을 분리하는 과정으로, 일례로, 제1 밀도분리 용액을 주입하여 제1 밀도분리 과정이 수행되고, 제2 밀도분리 용액을 주입하기 전에 제1 밀도분리 용액을 배출시키고, 제2 밀도분리 용액을 주입하여 제2 밀도분리 과정을 수행하는 것일 수 있고, 제1 밀도분리 용액을 이용한 밀도분리 과정 및 제2 밀도분리 용액을 이용한 밀도분리 과정이 수행된 후 남은 상등액은 여과부(200)로 이동하여 여과시킬 수 있다.
- [0050] 도 1을 참조하면, 상기 밀도차 분리 선별부(100)는 적어도 1종 이상의 밀도분리 용액이 저장되는 밀도분리 용액 저장용기(110) 및 상기 밀도분리 용액 저장용기(110)로부터 밀도분리 용액이 주입되어 시료의 밀도차 분리가 수행되는 밀도차 분리 장치(120)를 포함한다. 상기 밀도차 분리 선별부(100)는 밀도분리 용액 저장용기(110)와 연결되어 밀도차 분리 장치(120)로 밀도분리 용액을 주입하기 위한 연결 밸브(401, 402)를 더 포함할 수 있다.
- [0051] 상기 밀도차 분리 장치(120)는 잔여 밀도분리 용액을 배출하기 위한 배출구(121) 및 밀도분리 용액이 주입되어 시료의 밀도차 분리를 수행하기 위한 교반을 수행하는 교반기(122)를 포함한다. 상기 교반기(122)를 통해 주입된 밀도분리 용액을 이용하여 내부 시료를 교반할 수 있다. 이는 밀도분리 용액을 주입하는 과정마다 반복해서 수행될 수 있다. 또한, 상기 배출구(121)를 통해 잔여 밀도분리 용액을 배출시킬 수 있다.
- [0052] 상기 밀도분리 용액 저장용기(110)는 적어도 2종 이상의 밀도분리 용액이 각각 저장되는 제1 밀도분리 용액 저장용기(111) 및 제2 밀도분리 용액 저장용기(112)를 포함할 수 있다. 적어도 2개 이상의 밀도분리 용액 저장용기를 구성하여 제1 밀도분리 용액을 이용한 제1 밀도분리 과정 및 제2 밀도분리 용액을 이용한 제2 밀도분리 과정을 수행할 수 있다.
- [0053] 상기 밀도차 분리 선별부(100) 및 여과부(200)는 흡입관(300)으로 연결될 수 있다. 상기 밀도차 분리 선별부(100)에서 밀도차 분리가 수행된 후 상등액을 흡입관(300)으로 흡입(suction)하여 여과부(200)로 이동시킬 수 있다.
- [0054] 상기 밀도차 분리 선별부(100) 및 여과부(200)를 연결하는 흡입관(300)은 여과부(200)와 연결 밸브(403)를 통해 연결될 수 있다. 연결 밸브를 구성함으로써 밀도분리 처리 과정, 여과 과정의 연속적인 수행을 용이하게 수행할 수 있다.
- [0056] 본 발명의 일 측면에서 제공되는 전처리 장치(1000)는 상기 밀도차 분리 선별부(100)와 연결되어 밀도차 분리 선별부(100)에서 밀도차 분리 처리된 상등액의 유기물 제거 및 2단 이상의 필터 여과를 수행하는 여과부(200)를 포함한다.
- [0057] 상기 여과부(200)는 유기물 제거 및 여과 과정이 동시에 수행되며, 밀도분리 과정이 수행된 후 분리된 상등액을 다단 여과하는 동시에 과산화수소를 공급하고, 가열하여 일정 온도로 일정한 처리 시간 동안 유지시켜 여과되어 걸러진 시료의 유기물 제거가 이루어질 수 있다.
- [0058] 상기 여과부(200)는 밀도차 분리 처리된 상등액의 유기물 제거 및 2단 이상의 필터 여과가 수행되는 다단 여과 장치(210); 상기 다단 여과장치로 증류수를 공급하는 증류수 저장용기(220); 상기 다단 여과장치로 과산화수소를 공급하는 과산화수소 저장용기(230); 상기 다단 여과장치 내부를 가열하기 위한 가열수단(240) 및 상기 다단 여과장치 하단으로 연결되어 진공여과된 용액을 수집하는 수집용기(250)를 포함한다.
- [0059] 상기 증류수 저장용기(220)는 상기 다단 여과장치(210) 상부로 연결될 수 있고, 연결 밸브(404)를 통해 다단 여과장치(210)에 증류수를 공급할 수 있다. 상기 수집용기(250)는 다단 여과장치(210)에서 여과된 물질을 수집하는 것으로 배출라인(251) 및 배출라인(251)과 연결된 진공펌프(252)를 포함할 수 있다.
- [0060] 상기 다단 여과장치(210)는 도 1 내지 도 6을 참조하면, 하우징(215); 상기 하우징(215) 내부에 위치하는 적어도 2개 이상의 필터 홀더(211); 상기 필터 홀더(211) 내부에 위치하는 여과 필터(212); 상기 여과 필터(212)를 고정시키기 위해 여과 필터(212) 상부 및 하부에 형성된 필터 고정부재(213) 및 상기 필터 홀더(211)를 관통하고, 여과 필터(212)와 수직으로 위치하는 밀도차 분리 처리된 상등액이 이동하는 관(214)을 포함한다.

- [0061] 도 2를 참조하면, 상기 관(214)은 상기 적어도 2개 이상의 필터 홀더(211) 중 상부에 위치한 필터 홀더(211)의 상부에 연결된 상부 연결관(214a); 상기 적어도 2개 이상의 필터 홀더(211)를 연결하는 중간 연결관(214b) 및 상기 적어도 2개 이상의 필터 홀더(211) 중 하부에 위치한 필터 홀더(211)의 하부에 연결된 하부 연결관(214c)을 포함한다. 또한, 상기 상부 연결관(214a) 및 하부 연결관(214c)은 필터 홀더(211)와 연결하기 위한 피팅 부재(214d)를 포함할 수 있고, 상기 피팅 부재(214d)를 통해 분리와 결합이 더욱 용이하다. 나아가, 상기 중간 연결관(214b)은 복수 개의 필터 홀더(211) 각각을 연결시켜 다단 여과장치를 구현할 수 있다.
- [0062] 도 3을 참조하면, 상기 필터 홀더(211)는 필터 홀더 덮개(211a) 및 필터 홀더 받침대(211b)로 분리되는 것일 수 있다.
- [0063] 도 4를 참조하면, 상기 하우징(215)은 금속 재질의 본체(215a); 상기 본체(215a) 외주면에 형성된 가열 라인(215b) 및 상기 가열 라인(215b) 외주면에 형성된 단열재(215c)를 포함한다. 상기 하우징(215)은 시료가 필터 홀더(211)와 여과 필터(212)를 통해 여과되는 도중에 다단 여과장치(210)를 가열시키기 위해 구성될 수 있다.
- [0064] 도 5를 참조하면, 상기 가열 수단(240)은 본체(215a)와 연결된 열전대(241); 가열 라인(215b)과 연결된 솔리드 스테이트 릴레이(SSR, 242) 및 상기 솔리드 스테이트 릴레이(242)와 연결된 온도 컨트롤러(243)를 포함한다.
- [0065] 상기 여과 필터(211)는 일반적으로 여과에 사용하는 필터이면 제한되지 않고 사용할 수 있으며, 구체적인 일례로 SUS 필터를 사용할 수 있다. 상기 금속 재질의 본체(215a)는 알루미늄 재질의 파이프 형태일 수 있고, 상기 가열 라인(215b)은 실리콘 밴드로 구성될 수 있다.
- [0066] 도 6을 참조하면, 상기 다단 여과장치(210)는 최외각부터 단열재(215c), 가열 라인(215b) 및 금속 파이프(215a)로 구성된 하우징(215)이 위치하고, 필터 홀더(211)를 확인할 수 있고, 필터 홀더(211) 내부에 위치하는 필터 고정부재(213)로 고정된 여과 필터(212)를 확인할 수 있다.
- [0068] 또한, 도 1을 참조하면, 상기 여과부(200)에서 상기 과산화수소 저장용기(230)는 다단 여과장치(210) 하부에 위치하는 것이 바람직하며, 다단 여과장치(210) 하부에 3방향 연결 밸브(405)를 통해 과산화수소 저장용기(230)와 수집용기(250)가 연결 형성될 수 있다.
- [0069] 상기 다단 여과장치(210) 하부에 연결된 과산화수소 저장용기(230)로부터 다단 여과장치(210) 내부로 과산화수소를 공급하기 위해 상기 다단 여과장치(210) 상부로 연결 밸브(406)를 통해 연결된 과산화수소 수집용기(260)를 포함할 수 있다. 상기 과산화수소 수집용기(260)는 배출라인(261) 및 배출라인(261)과 연결된 진공펌프(262)를 포함하고, 다단 여과장치(210) 내부로 과산화수소를 공급할 수 있다.
- [0070] 또한, 도시하지는 않았으나, 상기 여과부(200)에서 상기 과산화수소 저장용기(230)는 다단 여과장치(210) 상부에 위치할 수 있다. 상기 증류수 저장용기(220)와 같이 상부에 위치시킴으로써 상부에서 하부로 과산화수소를 다단 여과장치(210)로 공급할 수 있다.
- [0072] 또한, 본 발명의 다른 측면에서
- [0073] 상기의 미세플라스틱 분석을 위한 토양 및 퇴적물 시료 전처리 장치를 이용한 전처리 방법으로,
- [0074] 밀도분리 용액 및 밀도차 분리 선별부를 이용하여 시료의 밀도분리를 수행하는 단계 및
- [0075] 밀도분리를 수행하고난 후, 상등액을 여과부로 이동시켜 유기물 제거 및 2단 이상의 필터 여과를 수행하는 단계를 포함하는 전처리 방법이 제공된다.
- [0077] 이하, 본 발명의 다른 측면에서 제공되는 전처리 방법에 대하여 각 단계별로 상세히 설명한다.
- [0079] 먼저, 본 발명의 다른 측면에서 제공되는 전처리 방법은 밀도분리 용액 및 밀도차 분리 선별부를 이용하여 시료의 밀도분리를 수행하는 단계를 포함한다.
- [0080] 밀도분리 과정은 밀도차 분리 선별부를 통해 수행되고, 밀도분리 용액을 시료가 위치한 밀도차 분리 선별부로 이동시켜 밀도분리를 수행한다.
- [0081] 상기 밀도분리는 2종 이상의 밀도분리 용액을 이용하여 2차 밀도분리 과정을 수행하는 것일 수 있으며, 구체적인 일례로, 제1 밀도분리 용액 및 제2 밀도분리 용액을 각각 준비하여, 제1 밀도분리 용액을 주입하여 1차 밀도분리 과정을 수행한 후, 제1 밀도분리 용액을 배출시키고, 제2 밀도분리 용액을 주입하여 2차 밀도분리 과정을 수행할 수 있다.

- [0083] 다음으로, 본 발명의 다른 측면에서 제공되는 전처리 방법은 밀도분리를 수행하고난 후, 상등액을 여과부로 이동시켜 유기물 제거 및 2단 이상의 필터 여과를 수행하는 단계를 포함한다.
- [0084] 상기 단계는 유기물 제거 및 여과 과정이 동시에 또는 연속적으로 수행되는 단계로, 밀도분리 과정이 수행된 상등액을 여과부에서 처리한다.
- [0085] 상기 전처리 방법은 밀도분리를 수행하고난 후, 상등액을 여과부로 이동시켜 여과시키고, 여과부에 과산화수소를 공급하고, 여과부를 가열하는 것을 통해 유기물 제거 및 2단 이상의 필터 여과를 수행하는 것일 수 있다.
- [0086] 구체적인 일례로, 상기 여과부에 공급되는 과산화수소는 다단 여과장치 하부에서 상부 또는 상부에서 하부로 주입되고, 가열 수단을 통해 여과부의 여과 필터가 가열되어 유기물 산화를 통한 시료의 유기물 제거가 이루어질 수 있다. 상기 가열은 다양한 온도 범위에서 수행가능하고, 40℃ 내지 100℃의 온도로 수행될 수 있고, 50℃ 내지 90℃의 온도로 수행될 수 있으며, 60℃ 내지 80℃의 온도로 수행될 수 있고, 70℃의 온도로 수행될 수 있다.
- [0087] 상기 유기물 제거 및 2단 이상의 필터 여과를 수행하는 단계를 수행하고난 후, 증류수를 이용하여 여과부 내 시료를 세척하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 과산화수소 및 가열을 통해 유기물 제거된 시료에 남은 과산화수소를 세척할 수 있다.
- [0088] 또한, 상기 가열을 통해 여과 필터를 건조시킬 수 있다.
- [0090] 토양 및 퇴적물 내 미세플라스틱 분석을 위한 전처리는 현재까지 정립되지 않고 있으며, 전처리에 있어서 각 과정들이 분리되어 많은 시간과 실험 장치들이 사용되고, 시료의 소실과 동일 수준의 측정의 정확도와 재현성을 저하시킨다. 본 발명의 일 측면에서 제공되는 전처리 장치는 모듈화를 통해 실험 장치의 사용량과 시간을 단축시킬 수 있고, 균일화된 시약 및 시료량을 정립할 수 있다. 나아가서는, 다단 여과장치로 필터 여과와 유기물 산화가 연속적으로 이루어져 시료의 손실을 더욱 줄일 수 있다.
- [0091] 산업적으로 토양 및 퇴적물 내에 있는 미세플라스틱 분석 수요가 매우 증가할 것으로 보이며, 이에 대한 토양 및 퇴적물 전처리 및 장치에 대한 수요가 폭발적으로 증가할 것으로 예상된다.
- [0092] 이에 본 발명의 일 측면에서 제공되는 전처리 장치 및 전처리 방법은 미세플라스틱 분석의 효율 및 정확도 측면에서 최소한의 시료 소실, 실험시간 단축 등의 효과를 낼 수 있을 것으로 기대되며, 향후 미세플라스틱에 관한 법적 기준 강화 시 플라스틱 생산 및 배출 기업, 각 지자체의 정수 및 하수처리장, 보건환경연구원, 다양한 분석업체 등에서 다양하게 활용될 것으로 기대된다.

## 부호의 설명

- [0093] 1000 : 토양 및 퇴적물 시료 전처리 장치    100 : 밀도차 분리 선별부
- 110 : 밀도분리 용액 저장용기    111 : 제1 밀도분리 용액 저장용기
- 112 : 제2 밀도분리 용액 저장 용기    120 : 밀도차 분리 장치
- 121 : 배출구    122 : 교반기
- 200: 여과부    210 : 다단 여과장치
- 211 : 필터 홀더    211a : 필터 홀더 덮개
- 211b : 필터 홀더 받침대    212 : 여과 필터
- 213 : 필터 고정부재    214 : 관
- 214a : 상부 연결관    214b : 중간 연결관
- 214c : 하부 연결관    214d : 피팅 부재
- 215 : 하우징    215a : 본체
- 215b : 가열 라인    215c : 단열재
- 220 : 증류수 저장용기    230 : 과산화수소 저장용기
- 240 : 가열수단    241 : 열전대

- 242 : 솔리드 스테이트 릴레이(SSR)

243 : 온도 컨트롤러

250 : 수집용기

251 : 배출라인

252 : 진공펌프

260 : 과산화수소 수집용기

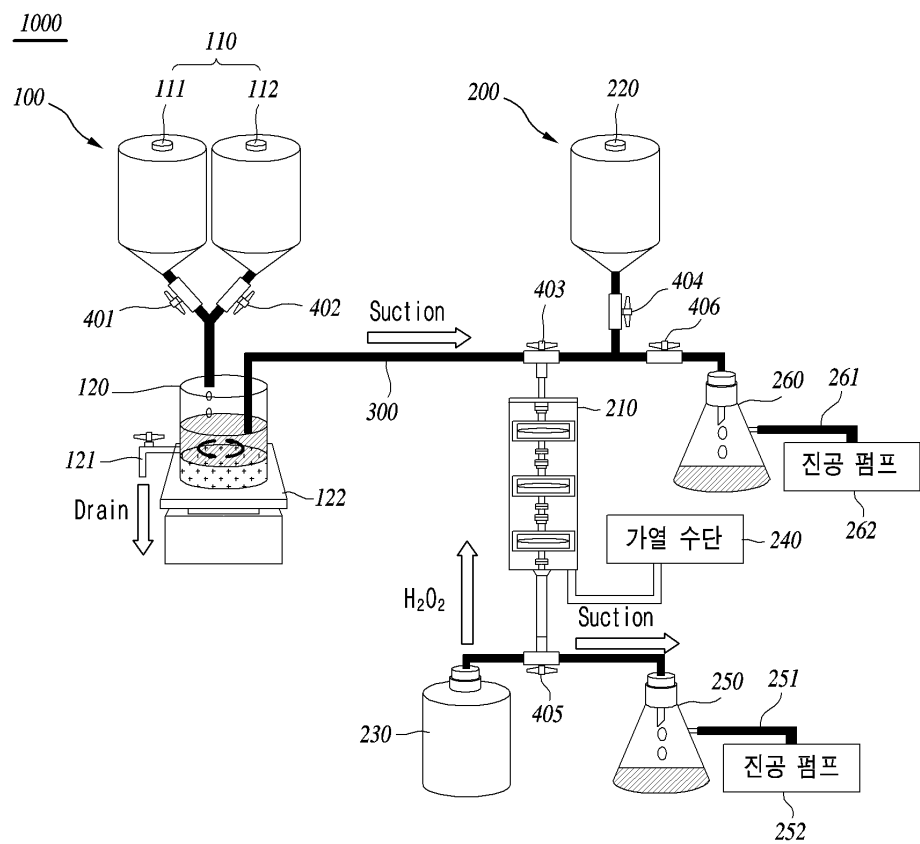
261 : 배출라인

262 : 진공펌프
- 300 : 흡입관

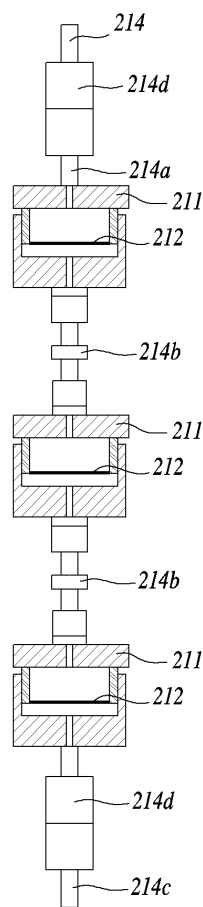
401, 402, 403, 404, 405, 406 : 연결 밸브

도면

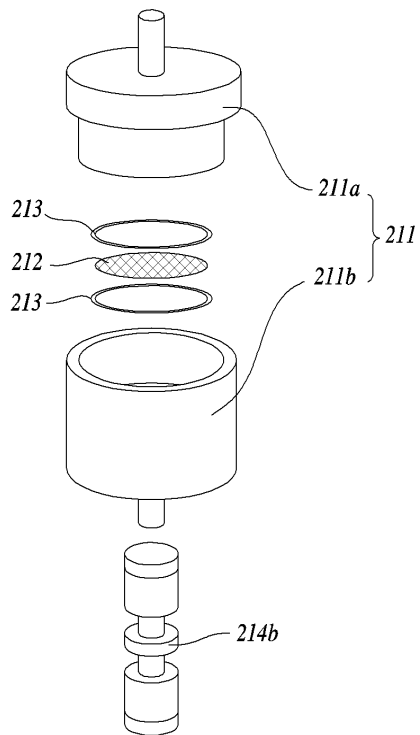
도면1



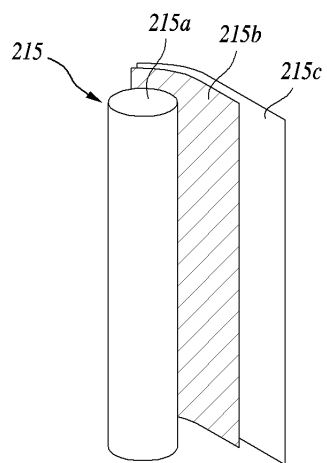
도면2



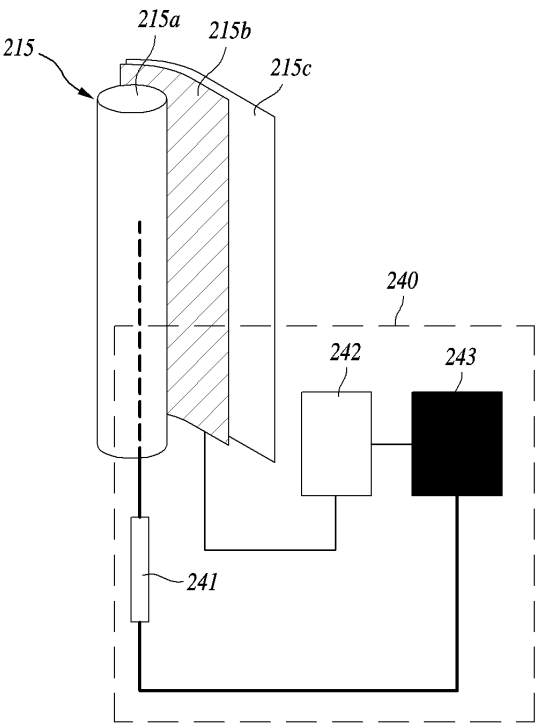
도면3



도면4



도면5



도면6

