



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년07월21일  
(11) 등록번호 10-1051093  
(24) 등록일자 2011년07월15일

(51) Int. Cl.

C02F 11/12 (2006.01) F26B 3/06 (2006.01)

F26B 11/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0082432

(22) 출원일자 2009년09월02일

심사청구일자 2009년09월02일

(65) 공개번호 10-2011-0024437

(43) 공개일자 2011년03월09일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020090029385 A

KR1020010002137 A

전체 청구항 수 : 총 12 항

(73) 특허권자

한밭대학교 산학협력단

대전 유성구 덕명동 산16-1

(72) 발명자

엄태인

대전시 유성구 전민동 청구나래 아파트 109-1102호

(74) 대리인

특허법인다울

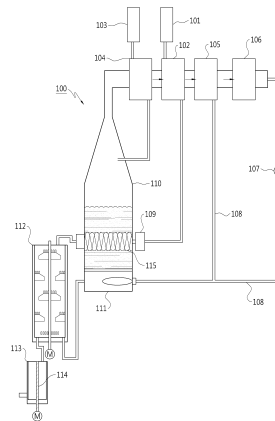
심사관 : 이강욱

(54) 상압에서 유중증발기술을 이용한 고풍수 유기성 슬러지 건조장치

(57) 요약

본 발명은 유기성 슬러지를 공급하는 슬러지 공급 호퍼; 상기 슬러지 공급 호퍼로부터 공급된 유기성 슬러지를 예열하는 슬러지 예열기; 열매체유를 저장하는 열매체유 저장탱크; 상기 열매체유 저장탱크로부터 배출된 열매체유를 예열하기 위한 열매체유 예열기; 상기 슬러지 예열기 및 열매체유 예열기와 연결되어 예열된 유기성 슬러지와 열매체유가 투입된 후, 상기 유기성 슬러지 및 열매체유를 가열하는 가열조; 상기 가열조 내에 배치되어 유기성 슬러지 내의 수분을 유중증발 건조시키는 유중증발건조장치; 상기 유중증발건조장치를 통해 건조된 유기성 슬러지로부터 유분을 분리하기 위한 가열탈유장치; 및 상기 가열탈유장치를 통과한 유기성 슬러지로부터 열매체유를 최종 분리하기 위한 원심분리장치를 포함하는 유중증발기술을 이용한 고풍수 유기성 슬러지 건조장치를 제공한다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

유기성 슬러지를 공급하는 슬러지 공급 호퍼;

상기 슬러지 공급 호퍼로부터 공급된 유기성 슬러지를 예열하는 슬러지 예열기;

열매체유를 저장하는 열매체유 저장탱크;

상기 열매체유 저장탱크로부터 배출된 열매체유를 예열하기 위한 열매체유 예열기;

상기 슬러지 예열기 및 열매체유 예열기와 연결되어 예열된 유기성 슬러지와 열매체유가 투입된 후, 상기 유기성 슬러지 및 열매체유를 가열하는 가열조;

상기 가열조 내에 배치되어 유기성 슬러지 내의 수분을 유증증발 건조시키는 유증증발건조장치;

상기 유증증발건조장치를 통해 건조된 유기성 슬러지로부터 유분을 분리하기 위한 가열탈유장치; 및

상기 가열탈유장치를 통과한 유기성 슬러지로부터 열매체유를 최종 분리하기 위한 원심분리장치를 포함하는 유증증발기술을 이용한 고효율 유기성 슬러지 건조장치.

### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 슬러지 예열기로부터 배출되는 수증기 및 상기 가열조로부터 발생된 악취가스를 포집하는 밀폐부와 상기 밀폐부에 포집된 수증기를 응축시키는 응축기를 더 포함하며, 상기 응축기에 의해 냉각된 악취가스를 상기 가열조에 투입하기 위한 악취가스 순환장치를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유증증발기술을 이용한 고효율 유기성 슬러지 건조장치.

### 청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 응축기와 순환장치 사이에는 악취가스를 가열조로 투입하기 위한 유인송풍기가 설치되는 것을 특징으로 하는 유증증발기술을 이용한 고효율 유기성 슬러지 건조장치.

### 청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 슬러지 예열기는 슬러지 공급 호퍼에서 배출되는 유기성 슬러지를 예열하며 상기 가열조에서 발생된 악취가스로부터 잠열을 회수하는 것을 특징으로 하는 유증증발기술을 이용한 고효율 유기성 슬러지 건조장치.

### 청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 열매체유 예열기는 열매체유 저장탱크에서 배출되는 열매체유를 예열하며 상기 가열조에서 발생된 악취가스로부터 잠열을 회수하는 것을 특징으로 하는 유증증발기술을 이용한 고효율 유기성 슬러지 건조장치.

### 청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 열매체유 저장탱크에 저장되는 열매체유는 비중 1.0 이하의 경유, 중유, 재생연료유, 저급 글리세롤, 에탄올 생산 부산물, 동식물성 지방기름 또는 이들의 혼합물인 것을 특징으로 하는 유중증발기술을 이용한 고함수 유기성 슬러지 건조장치.

#### 청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 원심분리장치의 중앙에는 전기 가열봉이 장착되어 건조된 유기성 슬러지를 가열하면서 탈유시킬 수 있는 것을 특징으로 하는 유중증발기술을 이용한 고함수 유기성 슬러지 건조장치.

#### 청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 원심분리장치의 하부에는 탈유 슬러지 배출구가 구비되며, 원심분리장치의 상부에는 건조된 유기성 슬러지를 투입할 수 있는 투입구가 구비되며, 상기 배출구와 투입구는 캠으로 연동되어 투입구 및 배출구가 일정시간 간격으로 작동하여 연속운전이 가능한 것을 특징으로 하는 유중증발기술을 이용한 고함수 유기성 슬러지 건조장치.

#### 청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 유중증발건조장치는 실린더 벽에 지름 1~5mm인 다수의 구멍이 형성된 구조를 가지며, 상기 유중증발건조장치 실린더 내부에는 유기성 슬러지를 가열탈유장치로 이송하기 위한 스크류 피더가 부착되어 있는 것을 특징으로 하는 유중증발기술을 이용한 고함수 유기성 슬러지 건조장치.

#### 청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 가열탈유장치는 상기 유중증발건조장치로부터 유입된 유기성 슬러지를 상단로부터 하단으로 이동시키는 과정에서, 투입된 고열의 연소가스에 의해 각 단의 상부에 존재하는 건조 슬러지를 가열하면서 하단으로 이송시켜 열매체유가 잘 분리될 수 있게 하는 다단 가열장치인 것을 특징으로 하는 고함수 유기성 슬러지 건조장치.

#### 청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 유기성 슬러지 건조장치를 사용하여 최종 탈유 및 건조한 유기성 슬러지의 함수율은 1~10%이며, 함유율은 1~20%인 것을 특징으로 하는 유중증발기술을 이용한 고함수 유기성 슬러지 건조장치.

#### 청구항 12

청구항 1에 있어서,

상기 유기성 슬러지 건조장치를 사용하여 유기성 슬러지를 건조 및 탈유하는데 소요되는 시간은 10~30분인 것을 특징으로 하는 유중증발기술을 이용한 고함수 유기성 슬러지 건조장치.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 기술 분야

- [0001] 본 발명은 상압에서 유증증발기술을 이용한 고효율 유기성 슬러지 건조장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 최종 건조된 유기성 슬러지에 열매체유가 1~20% 잔류되어 최종 건조된 유기성 슬러지의 발열량이 증가될 수 있으며, 유기성 슬러지 건조과정에서 유기성 슬러지 내부에 모세관 형태의 기공이 잘 발달되어 연소성이 향상되며, 가열탈유장치 및 연속식 원심분리장치를 사용하여 유기성 슬러지를 빠른 시간 내에 탈유 및 건조할 수 있는, 유증증발기술을 이용한 고효율 유기성 슬러지 건조장치에 관한 것이다.

#### 배경 기술

- [0002] 일반적으로 유기성 슬러지인 하수슬러지, 폐수슬러지, 음식폐기물, 축산분뇨 등은 함수율이 40~90% 정도로 매우 높으며 특히 하수슬러지, 폐수슬러지는 하수나 폐수 처리과정에서 고분자 응집제를 다량 사용하므로 현행 건조 방법으로 널리 이용되고 있는 가열기체에 의한 직접접촉 건조방식이나 스크류 내부에 스팀이나 고온기체를 통과시키고 외부에서 슬러지를 이송시켜 건조하는 간접접촉 건조방식으로 함수율을 10% 이하로 건조시키기 위해서는 에너지 비용문제가 있으며, 함수율이 40~60% 범위에서 점도가 갑자기 증가하는 글루 존(glue zone)에 의하여 많은 문제점을 겪고 있는 실정이다.
- [0003] 또한 유기성 슬러지를 간접접촉 건조방식을 이용하여 건조한 유기성 슬러지는 표면 탄화, 고화 응결 등의 문제로 인하여 연소할 경우 건조된 유기성 슬러지의 표면은 물론 내부가 단단하며 기공발달이 미미하여 연소시간이 길 뿐만 아니라 불완전연소로 인한 화재발생이 증가될 수 있다.
- [0004] 한편, 바이오디젤유 생산 공정에서 부산물로 배출되는 저급 글리세롤은 바이오 디젤유 생산량의 10~15% 정도로 그동안 고순도로 정제하여 화장품, 약품의 원료로 사용하였으나 현재 발생량이 전 세계적으로 급증하여 정제 글리세롤의 단가가 급락하였고 보관량이 상당하고 향후 저급 글리세롤이 폐기물로 처리하여야 할 실정이다. 또한 에탄올 생산 공정에서 부산물로 발생하는 식물성 지방성분도 발생량이 급증하고 있다.
- [0005] 또한 가축 도축장에서 발생하는 동물성 지방기름과 식당에서 발생하는 동식물성 지방기름 폐기물은 현재 하수관 내 퇴적 문제뿐만 아니라 하수처리장의 처리비용을 상승시키는 주원인이다.
- [0006] 하수슬러지, 폐수슬러지, 음식폐기물, 축산분뇨 등의 유기성 슬러지의 국내에서 발생하는 양은 500만 톤 이상이며, 이들 유기성 슬러지는 현재 사료화, 퇴비, 복토제 등으로 재활용되고 있으나 수요처 감소, 토양 오염으로 인하여 많은 어려움을 겪고 있으며, 또한 메탄을 생산하기 위한 혐기성 소화방법 역시 미생물 관리의 어려움과 항생제 등의 영향으로 대규모 시설에서는 처리효율이 50% 이하이며 중온 소화를 적용하더라도 소화조 내부 온도를 연간 평균 35℃를 유지하여야 하므로 투입하는 열량이 메탄생산량을 거의 육박하므로 에너지 이용 측면에서는 경제적인 방법이라 하기 어렵다.
- [0007] 따라서 현재 유기성 슬러지의 친환경적 처리 및 바이오디젤유/에탄올 폐기물의 무단방류로 인한 하수의 오염원을 저감시키고 대체연료를 제공하여 경제성을 향상시킬 수 있는 유기성 슬러지를 이용한 고체연료제조장치의 개발이 요구되고 있다.
- [0008] 유기성 슬러지를 친환경적으로 처리하고 재활용하는 종래의 기술은 하기와 같다.
- [0009] 한국등록실용신안 제20-0221544호에서는 유기성 폐기물을 발효 건조시켜 비료 또는 사료화하는 처리장치에 있어서, 투입된 유기성 폐기물에 염분을 제거하기 위하여 물을 투입하여 이를 함께 섞는 저장수단과, 상기 저장수단으로부터 이송수단에 의하여 이송된 상기 유기성 폐기물을 일정한 크기로 파쇄하는 파쇄수단과, 상기 파쇄수단에서 파쇄된 폐기물 중에서 비유기성 폐기물을 선별하는 1차 선별수단과, 상기 1차 선별수단으로부터 이송수단에 의하여 이송된 유기성 폐기물을 이송수단에 의하여 이송된 유기성 폐기물 중에 함유되어 있는 수분을 제거하기 위하여 탈수하는 탈수 수단과, 상기 탈수 수단으로부터 이송된 유기성 폐기물을 열풍에 의하여 건조하는 열풍 건조 수단과, 상기 열풍 건조 수단으로부터 이송수단에 의하여 이송된 유기성 폐기물을 순차적으로 적층하여 발효시키는 발효 수단과, 상기 발효 수단으로부터 이송된 유기성 폐기물 중 이물질을 선별하기 위한 2차 선별수

단을 포함하는 유기성 폐기물 처리장치에 대해 개시하고 있다.

- [0010] 한국등록특허 제10-0851948호에서는 유기성 슬러지를 공급하는 슬러지 공급부; 상기 유기성 슬러지와 건조 슬러지를 혼합하여 혼합 슬러지를 형성하는 혼합기; 상기 혼합 슬러지를 건조시키는 회전형 건조기; 상기 건조된 혼합 슬러지에서 건조 슬러지와 배가스로 분리하는 집진기; 상기 분리된 건조 슬러지를 입경별로 선별하는 선별기; 및 상기 선별된 건조 슬러지를 저장하는 제품저장조를 포함하고, 상기 집진기에서 분리된 배가스가 유입되어 배가스의 불순물을 처리하고, 처리된 배가스를 상기 회전형 건조기의 열원설비에서 재사용하도록 하는 배가스 처리기를 더 포함하고, 상기 집진기와 상기 배가스 처리기 사이에는 배가스를 강제배송하기 위한 순환팬이 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 유기성 슬러지 건조장치에 대해 개시하고 있다.
- [0011] 본 발명자는 유기성 슬러지를 이용한 고체연료제조장치에 관한 것으로, 본 발명에 의한 유기성 슬러지를 이용한 고체연료제조장치는 유기성 슬러지를 공급하는 슬러지 공급 호퍼; 공급된 유기성 슬러지를 가열하는 슬러지 가열조; 상기 슬러지 가열조에 폐식용유를 투입되도록 하는 폐식용유탱크; 상기 슬러지 가열조에 투입되는 유기성 슬러지 및 폐식용유를 가열하는 연소기; 건조된 유기성 슬러지를 압착 성형하여 고체연료를 제조하는 압착성형기를 포함하는 유기성 슬러지를 이용한 고체연료제조장치에 대해 출원하여 등록받은 바 있다(한국등록특허 제 10-0653957호).
- [0012] 상기 한국등록실용신안 제20-0221544호와 한국등록특허 제10-0851948호에서 개시하고 있는 유기성 슬러지의 건조방식은 열풍직접가열 건조방식과 회전형 건조기를 사용한 방식으로 건조시간이 오래 걸리면서도 유기성 슬러지의 함수율 또한 높다는 문제점을 나타낸다.
- [0013] 상술한 문제점을 해결하기 위해, 본 발명자들은 고함수 유기성 슬러지를 빠르게 건조하면서도 낮은 함수율을 나타낼 수 있으며, 상기 유기성 슬러지를 이용하여 연소성 및 발열량이 높은 고체연료를 생산할 수 있는 유기성 슬러지 건조방법 및 장치에 대해 예의 연구를 거듭한 결과, 유기성 슬러지 건조과정에서 유기성 슬러지 내부에 모세관 형태의 기공이 잘 발달되어 연소성이 향상되며, 가열탈유장치 및 연속식 원심분리기를 사용하여 유기성 슬러지를 빠른 시간 내에 탈유 및 건조할 수 있는 고함수 유기성 슬러지 건조장치를 개발하게 되어 본 발명을 완성하기에 이르렀다.

## 발명의 내용

### 해결 하고자하는 과제

- [0014] 본 발명의 목적은 고함수 유기성 슬러지를 빠르게 건조하면서도 낮은 함수율을 나타내고, 연소성이 향상되며, 가열탈유장치 및 연속식 원심분리기를 사용하여 유기성 슬러지를 빠른 시간 내에 탈유 및 건조할 수 있는 고함수 유기성 슬러지 건조장치를 제공하는데 있다.

### 과제 해결수단

- [0015] 상기의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은,
- [0016] 유기성 슬러지를 공급하는 슬러지 공급 호퍼;
- [0017] 상기 슬러지 공급 호퍼로부터 공급된 유기성 슬러지를 예열하는 슬러지 예열기;
- [0018] 열매체유를 저장하는 열매체유 저장탱크; 상기 열매체유 저장탱크로부터 배출된 열매체유를 예열하기 위한 열매체유 예열기;
- [0019] 상기 슬러지 예열기 및 열매체유 예열기와 연결되어 예열된 유기성 슬러지와 열매체유가 투입된 후, 상기 유기성 슬러지 및 열매체유를 가열하는 가열조;
- [0020] 상기 가열조 내에 배치되어 유기성 슬러지 내의 수분을 유증증발 건조시키는 유증증발건조장치;
- [0021] 상기 유증증발건조장치를 통해 건조된 유기성 슬러지로부터 유분을 분리하기 위한 가열탈유장치; 및
- [0022] 상기 가열탈유장치를 통과한 유기성 슬러지로부터 열매체유를 최종 분리하기 위한 원심분리장치를 포함하는 유증증발기술을 이용한 고함수 유기성 슬러지 건조장치를 제공한다.

- [0023] 본 발명의 한 실시형태에 있어서, 본 발명의 고함수 유기성 슬러지 건조장치는 상기 슬러지 가열조로부터 배출되는 수증기 및 가열조에서 발생된 악취가스를 포집하는 밀폐부와 상기 밀폐부에 포집된 수증기를 응축시키는 응축기가 구비되며, 상기 응축기에 의해 냉각된 악취가스를 상기 가열조에 투입하기 위한 악취가스 순환장치를 더 포함한다.
- [0024] 본 발명의 고함수 유기성 슬러지 건조장치는 유기성 슬러지로부터 유분을 분리하기 위한 가열탈유장치 및 상기 가열탈유장치를 통과한 유기성 슬러지로부터 열매체유를 최종 분리하기 위한 원심분리장치를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 상기 원심분리장치의 중앙에는 전기 가열봉이 장착되어 건조된 유기성 슬러지를 가열하면서 탈유시킬 수 있으며, 상기 원심분리장치의 하부에는 유기성 슬러지 배출구가 구비되고, 원심분리장치의 상부에는 건조된 유기성 슬러지를 투입할 수 있는 투입구가 구비되며, 상기 배출구와 투입구는 캡으로 연동되어 투입구 및 배출구가 일정시간 간격으로 작동하여 연속운전이 가능하다.

## 효 과

- [0026] 본 발명은 고함수 유기성 슬러지를 빠르게 건조하면서도 낮은 함수율을 나타내고 연소성이 향상되며, 가열탈유장치 및 연속식 원심분리장치를 사용하여 유기성 슬러지를 빠른 시간 내에 탈유 및 건조할 수 있는 고함수 유기성 슬러지 건조장치를 제공함으로써, 본 발명의 유기성 슬러지 건조장치를 사용하여 탈유 및 건조된 유기성 슬러지는 석탄 등과 혼합연소가 가능하여 온실가스를 획기적으로 저감할 수 있으므로 유엔에서 검증 후 탄소배출권을 확보할 수 있는 청정개발체제(Clean Development Mechanism: CDM) 사업에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

## 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하, 본 발명에 따른 고함수 유기성 슬러지 건조장치의 바람직한 실시예를, 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0028] 도 1은 본 발명의 유증증발기술을 이용한 고함수 유기성 슬러지의 건조장치의 개략적인 구조를 나타낸 도면이다.
- [0029] 도 1에 나타난 바와 같이, 고함수 유기성 슬러지 건조장치(100)는 유기성 슬러지를 공급하는 슬러지 공급 호퍼(101); 상기 슬러지 공급 호퍼(101)로부터 공급된 유기성 슬러지를 예열하는 슬러지 예열기(102); 열매체유를 저장하는 열매체유 저장탱크(103); 상기 열매체유 저장탱크로부터 배출된 열매체유를 예열하기 위한 열매체유 예열기(104); 상기 슬러지 예열기(102) 및 열매체유 예열기(104)와 연결되어 예열된 유기성 슬러지와 열매체유가 투입된 후, 상기 유기성 슬러지 및 열매체유를 가열하는 가열조(110); 상기 가열조(110) 내에 배치되어 유기성 슬러지 내의 수분을 유증증발 건조시키는 유증증발건조장치(115); 상기 유증증발건조장치(115)를 통해 건조된 유기성 슬러지로부터 유분을 분리하기 위한 가열탈유장치(112); 및 상기 가열탈유장치(112)를 통과한 유기성 슬러지로부터 열매체유를 최종 분리하기 위한 원심분리장치(113)를 포함한다.
- [0030] 유기성 슬러지는 슬러지 공급 호퍼(101)에 저장된 후 슬러지 예열기(102)에서 예열되어 유기성 슬러지 공급장치(109)를 통해 가열조(110)로 투입된다.
- [0031] 본 실시예에서 사용되는 유기성 슬러지는 함수율이 40~90%인 유기성 폐기물로서, 예를 들면, 하수 슬러지, 폐수 슬러지, 음식폐기물, 축산분뇨 등을 포함한다.
- [0032] 열매체유 저장탱크(103)는 열매체유를 저장하는 역할을 하며, 열매체유 저장탱크(103)에 저장된 열매체유는 열매체유 예열기(104)를 통해 예열된 후 가열조(110)에 투입된다.
- [0033] 본 실시예에서 사용하는 열매체유로는 비중 1.0 이하의 경유, 중유, 재생연료유, 저급 글리세롤, 에탄올 생산 부산물, 동식물성 지방기름 또는 이들의 혼합물을 사용할 수 있다.
- [0034] 열매체유 저장탱크(103)에 저장된 열매체유는 열매체유 예열기(104)를 통해 가열조(110)에 투입된 후 가열조(110)의 연소장치(111)에 의해 120~170℃로 가열된다. 이후 슬러지 공급 호퍼(101)에 저장된 유기성 슬러지를 슬러지 예열기(102)에서 예열한 후 슬러지 공급장치(109)를 통해 가열조(110)에 투입된다. 이때 가열조(110)에



투입되는 유기성 슬러지는 가열조(110)에 투입된 열매체유 중량대비 20~100% 함량으로 투입되는 것이 바람직하다.

[0035] 이와 같이 가열조(110) 내에서 유기성 슬러지를 열매체유에 침적시키는 경우 유기성 슬러지 중의 수분이 가열된 열매체유에 의한 열전달계수가  $500 \sim 2,500 \text{ W/m}^2\text{℃}$ 인 비등열전달과 강력한 난류 물질전달에 의해 급속히 증발 배출되어 함수율이 1~15% 정도가 된다. 이 과정에서 열매체유가 유기성 슬러지에서 증발된 수분 자리에 대체되어, 최종 건조된 유기성 슬러지에는 열매체유가 1~20% 잔류되어 최종 건조 유기성 슬러지의 발열량은 100~2000 kcal/kg 정도 증가한다. 따라서 본 발명에 따른 고함수 유기성 슬러지 건조장치를 사용하여 최종 건조된 유기성 슬러지는 자체 연료로 활용될 수 있을 뿐만 아니라 석탄 등의 고체연료와 혼합연소시 연소특성과 대기오염물질 발생에도 큰 영향을 미치지 않는 재생연료로 사용될 수 있다.

[0036] 유증증발건조장치(115)는 봉형으로 압출된 유기성 슬러지를 열매체유와 원활히 접촉하면서 슬러지에 포함된 수분을 용이하게 증발할 수 있게 하기 위하여 실린더 벽에 지름 1~5mm인 다수의 구멍이 형성된 구조를 가지며, 상기 유증증발건조장치(115) 실린더 내부에는 스크류 피더가 부착되어 유기성 슬러지가 가열탈유장치(112)로 이송될 수 있다.

[0037] 슬러지 공급장치(109)를 통해 가열조(110)에 투입된 유기성 슬러지는 이와 같은 구조의 유증증발건조장치(115)의 스크류 피더에 의해 가열탈유장치(112)로 이송되며, 이송되는 과정에서 유증증발건조장치(115) 실린더에 타공된 구멍을 통해 열매체유와 접촉하면서 수분이 증발하게 된다.

[0038] 고함수 유기성 슬러지 건조장치는 유증증발건조장치(115)를 통해 건조된 유기성 슬러지로부터 유분을 분리하기 위한 가열탈유장치(112); 및 상기 가열탈유장치(112)를 통과한 유기성 슬러지로부터 열매체유를 최종 분리하기 위한 원심분리장치(113)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0039] 가열탈유장치(112)는 가열조(110)의 유증증발장치(115)를 통해 건조된 유기성 슬러지로부터 유분을 간접가열 방법으로 분리하는 장치이다.

[0040] 가열탈유장치(112)는 상부로 투입된 건조 슬러지가 첫단에서는 내부에서 외부로 이동하고 다음 단계에서는 외부에서 내부로 이동하는 동안 각 단 내부에는 고열의 연소가스가 투입되어 각 단의 상부에 존재하는 건조 슬러지를 가열하면서 하단으로 이송시켜 원심탈유 장치에서 열매체유가 잘 분리될 수 있는 다단 가열장치의 구조를 갖는다.

[0041] 상기 가열탈유장치(112)를 사용하여 유분이 분리된 유기성 슬러지는 원심분리장치(113)로 투입되어 최종적으로 열매체유가 분리된다.

[0042] 원심분리장치(113)는 중앙에는 전기 가열봉(114)이 장착되어 가열탈유장치(112)에서 건조된 유기성 슬러지를 가열하면서 탈유시킬 수 있다. 또한 원심분리장치(113)의 하부에는 유기성 슬러지 배출구가 구비되며, 원심분리장치의 상부에는 건조된 유기성 슬러지를 투입할 수 있는 투입구가 구비되며, 상기 배출구와 투입구는 캠으로 연동되어 투입구 및 배출구가 일정시간 간격으로 작동함으로써 연속운전이 가능하여 유기성 슬러지를 건조하는 시간을 감소시킬 수 있다.

[0043] 고함수 유기성 슬러지 건조장치에서는 이와 같이 연속운전이 가능한 원심분리장치(113)를 사용하여 최종적으로 열매체유를 분리함으로써 유기성 슬러지 내부에는 모세관 형태의 작은 기공이 잘 발달되게 된다. 이와 같이 유기성 슬러지 내부에 모세관 형태의 작은 기공이 잘 발달되는 경우 석탄과 유사한 상태로 되어 연소성이 향상될 수 있다.

[0044] 고함수 유기성 슬러지 건조장치에는 상기 슬러지 가열조(102)로부터 배출되는 수증기 및 가열조(110)에서 발생되는 악취가스를 포집하는 밀폐부(105)와 상기 밀폐부(105)에 포집된 수증기를 응축시키는 응축기(106)가 구비될 수 있다. 또한 본 발명에 따른 고함수 유기성 슬러지 건조장치에는 응축기(106)에 의해 냉각된 악취가스를 상기 가열조의 연소장치(111)에 투입하기 위한 악취가스 순환장치(108)가 구비될 수 있다.

[0045] 상기 슬러지 예열기(102) 및 열매체유 예열기(104)는 각각 유기성 슬러지 및 열매체유를 예열하며 가열조(110)에서 발생된 악취가스로부터 잠열을 회수할 수 있다. 회수된 악취가스는 응축기(106)에서 응축된 후 유인송풍기(107)에 의해 가열조의 연소장치(111)로 유입되어 연소에 재활용될 수 있다.

[0046] 본 실시예의 고함수 유기성 슬러지 건조장치를 사용하여 탈유 및 건조한 유기성 슬러지의 함수율은 1~10%이며, 함유율은 1~20%일 수 있으면, 유기성 슬러지를 건조 및 탈유하는 시간은 10~30분 소요될 수 있다.

[0047] 이하, 본 실시예의 장치를 이용한 공정을 설명한다.

[0048] **실시예 1**

[0049] 초기 함수율 평균 80% 정도인 하수 슬러지를 본 발명의 고탍수 유기성 슬러지 건조장치를 이용하여 건조실험을 수행하였다. 이때 사용된 열매체유는 저급 글리세롤 20 중량%와 중유 80 중량%의 혼합 열매체유를 사용하였으며, 본 발명의 고탍수 유기성 슬러지 건조장치의 가열조에 하수 슬러지를 열매체유 중량대비 80%를 투입한 후 150℃로 10분 동안 가열하였다. 이후 건조된 하수 슬러지를 가열탈유장치와 원심분리장치를 통해 탈유 및 건조함으로써 최종 건조된 하수 슬러지를 얻었다. 하수 슬러지의 건조시 건조시간에 따른 하수 슬러지의 함수율을 측정하였고, 이를 표 1에 나타내었으며, 건조된 하수 슬러지의 표면을 주사전자현미경(SEM)으로 촬영하여 도 2에 나타내었다.

[0050] **비교예 1**

[0051] 상기 실시예 1에서 사용한 초기 함수율 평균 80% 정도인 하수 슬러지에 대해 유기성 슬러지 건조에 일반적으로 사용되는 열풍 직접가열 건조 방식으로 건조하였다. 열풍 직접가열 건조 방식은 400~600℃로 가열된 연소가스나 가열기체를 사용하여 수행되었다. 하수 슬러지의 건조시 건조시간에 따른 하수 슬러지의 함수율을 측정하였고, 이를 표 1에 나타내었다.

[0052] [표 1]

슬러지 건조 방법 건조시간(분)	슬러지 함수율 (%)	
	실시예 1	비교예 2
3	40	75
5	17	73
10	8	67
20	<1	58
30	0	49
40	0	41
50	0	34
60	0	28
120 이상	0	10 내외

[0054] 표 1에 나타난 바와 같이 종래의 열풍 직접가열 건조 방식으로 하수 슬러지를 건조하는 경우 본 발명의 고탍수 유기성 슬러지 건조장치를 사용하여 하수 슬러지를 건조하는 것에 비해 건조시간이 많이 소요되며 건조된 하수 슬러지의 함수율 또한 높은 것을 알 수 있다.

[0055] 도 2는 본 발명의 실시예 1에 따라 건조된 하수 슬러지의 표면을 주사전자현미경(SEM)으로 촬영한 사진이고, 도 3은 본 발명의 실시예 1에 따라 건조공정을 수행하기 이전에 하수 슬러지 표면을 주사전자현미경(SEM)으로 촬영한 사진이다.

[0056] 또한, 도 2와 도 3을 비교하면, 도 2에 나타난 바와 같이 본 발명의 실시예 1에 따라 건조된 하수 슬러지의 표면에는 작은 기공이 고르게 분포되어 있으나, 도 3에 나타난 바와 같이, 건조하기 이전의 하수 슬러지의 표면에는 기공이 일부에만 형성되어 있는 것을 알 수 있다. 이와 같이 본 발명의 고탍수 유기성 슬러지 건조장치를 사용하여 하수 슬러지를 건조하는 경우 최종 건조된 하수 슬러지 표면에는 작은 기공이 고르게 형성되어 연소성이 향상될 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0057] 도 1은 본 발명의 유증증발기술을 이용한 고탍수 유기성 슬러지의 건조장치의 개략적인 구조를 나타낸 도면이다.



[0058] 도 2는 본 발명의 실시예 1에 따라 건조된 하수 슬러지의 표면을 주사전자현미경(SEM)으로 촬영한 사진이다.

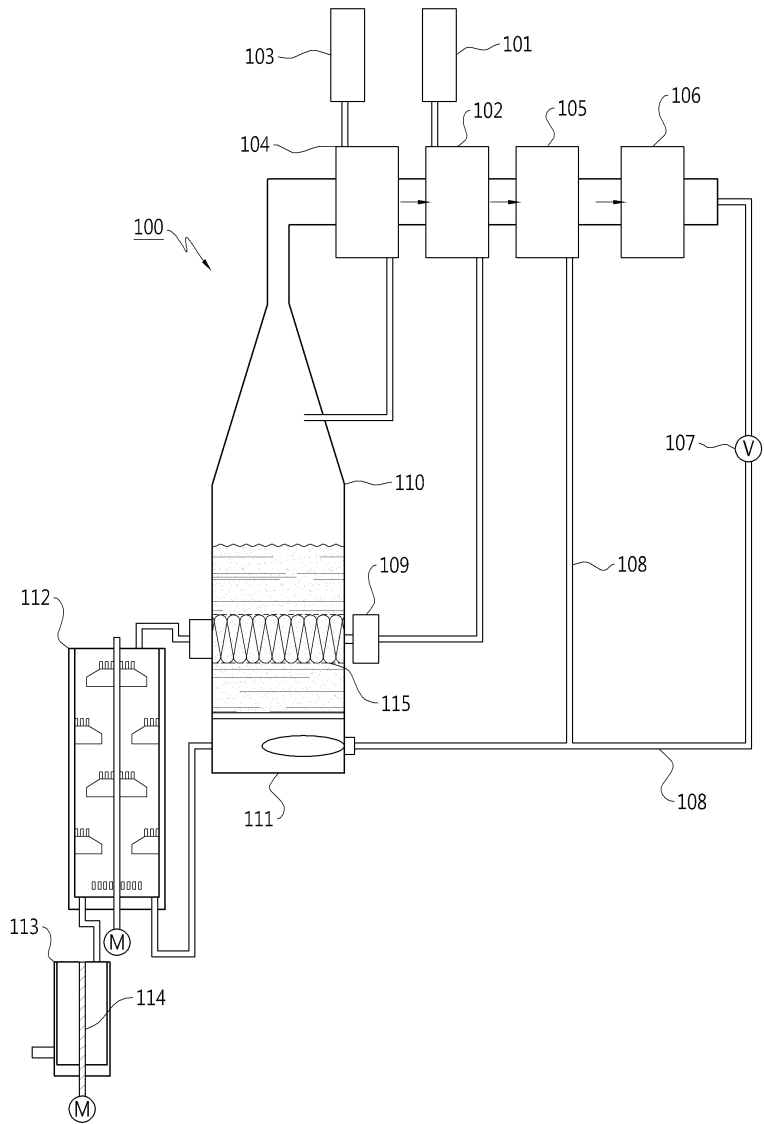
[0059] 도 3은 본 발명의 실시예 1에 따라 건조공정을 수행하기 이전에 하수 슬러지 표면을 주사전자현미경(SEM)으로 촬영한 사진이다.

[0060] \* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 \*

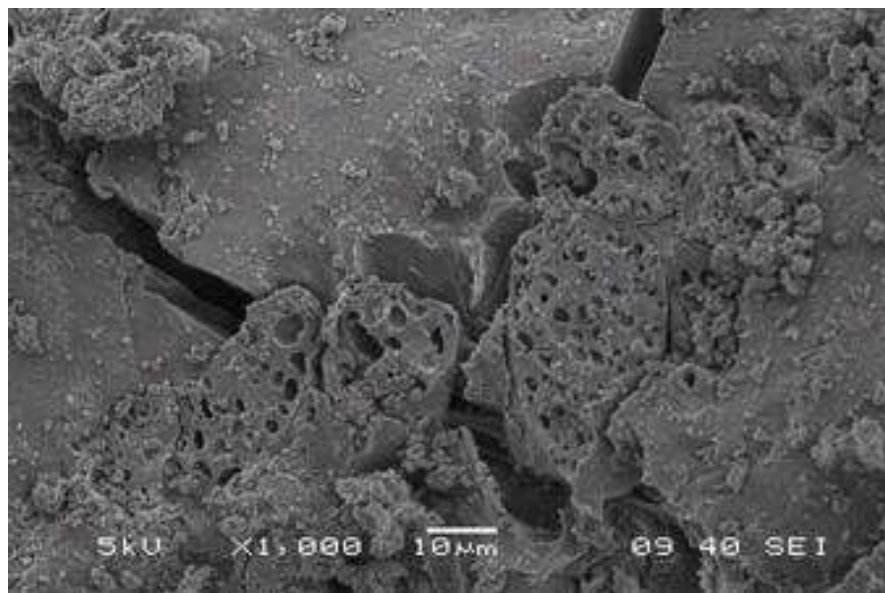
[0061]	100: 유기성 슬러지 건조장치	101: 슬러지 공급호퍼
[0062]	102: 슬러지 예열기	103: 열매체유 저장탱크
[0063]	104: 열매체유 예열기	105: 밀폐부
[0064]	106: 응축기	107: 유인송풍기
[0065]	108: 악취가스 순환장치	109: 유기성 슬러지 공급장치
[0066]	110: 가열조	111: 가열조 연소장치
[0067]	112: 가열탈유장치	113: 원심분리장치
[0068]	114: 전기 가열봉	115: 유증증발장치

도면

도면1



도면2



도면3

