



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년01월05일
(11) 등록번호 10-2198416
(24) 등록일자 2020년12월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C10B 53/00 (2006.01) B01F 15/00 (2006.01)
B01F 7/00 (2006.01) C10B 27/00 (2006.01)
C10B 43/04 (2006.01) C10B 43/08 (2006.01)
C10B 47/34 (2006.01) C10B 57/10 (2006.01)

(52) CPC특허분류
C10B 53/00 (2013.01)
B01F 15/00058 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0106200

(22) 출원일자 2020년08월24일

심사청구일자 2020년08월24일

(56) 선행기술조사문헌

- JP3110018 B2*
- KR101539652 B1*
- KR101561110 B1*
- KR102095746 B1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

주식회사 이피에스

인천광역시 서구 정서진로 410 (오류동) 파일럿테스트동 디 01호, 환경산업연구단지

(72) 발명자

김민석

인천광역시 남동구 담방로 105, 805동 606호(만수동, 주공아파트)

(74) 대리인

권용태, 이상열

전체 청구항 수 : 총 13 항

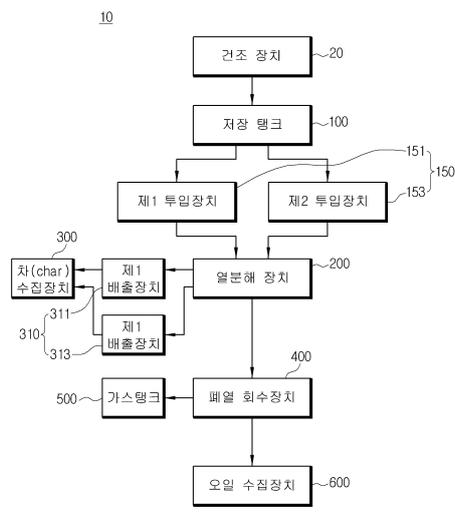
심사관 : 오혜연

(54) 발명의 명칭 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치

(57) 요약

본 발명에 따른 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치는, 직렬로 연결된 복수개의 열분해로들을 가지며 열분해로에서 폐기물을 열분해하여 바이오차(Bio-Char)를 생산하는 열분해장치, 및 폐기물의 열분해 과정에서 발생하는 가스, 유증기, 및 수증기의 혼합물로부터 재생 가능한 에너지원을 분리하고 폐열 에너지를 회수하는 폐열 회수장치로 구성된다. 이 때, 폐열 회수장치는, 혼합물을 냉각시켜 유증기와 수증기를 응축시키는 열교환부, 열교환부 하부에 위치하여 열교환부에서 응축되어 낙하하는 오일과 물을 수용하는 저장부, 혼합물 중 응축되지 않은 가스를 외부로 배출하는 가스 배출구, 및 저장부의 오일 또는 물을 열교환부로 분사하는 가스 세정부를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B01F 7/00091 (2013.01)
B01F 7/00391 (2013.01)
C10B 27/00 (2013.01)
C10B 43/04 (2013.01)
C10B 43/08 (2013.01)
C10B 47/34 (2013.01)
C10B 57/10 (2013.01)
B01F 2215/0042 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

직렬로 연결된 복수개의 열분해로들을 가지며, 상기 열분해로에서 폐기물을 열분해하여 바이오차(Bio-Char)를 생산하는 열분해장치; 및

폐기물의 열분해 과정에서 발생하는 가스, 유증기, 및 수증기의 혼합물로부터 재생 가능한 에너지를 분리하고 폐열 에너지를 회수하는 폐열 회수장치;를 포함하되,

상기 폐열 회수장치는,

상기 혼합물을 냉각시켜 유증기와 수증기를 응축시키는 열교환부;

상기 열교환부 하부에 위치하여 상기 열교환부에서 응축되어 낙하하는 오일과 물을 수용하는 저장부;

상기 혼합물 중 응축되지 않은 가스를 외부로 배출하는 가스 배출구; 및

상기 저장부의 오일 또는 물을 상기 열교환부로 분사하는 가스 세정부를 포함하고,

상기 복수개의 열분해로들은,

파이프 형상을 가지며, 일 방향으로 연장하여 폐기물의 이동 통로를 제공하는 하우징;

상기 하우징의 연장방을 따라 상기 하우징을 관통하는 회전축;

상기 회전축에 회전력을 제공하는 모터;

스프링 형상으로 상기 회전축에 나선형으로 감겨져 상기 회전축의 회전에 따라 폐기물을 일방향으로 이동시키는 스크루, 및 상기 스크루에서 상기 하우징의 연장 방향으로 돌출되는 판(plate) 형상의 교반패들을 가지는 슬러지 이송부; 및

상기 하우징을 감싸 상기 하우징 내부로 열 에너지를 공급하는 가열부를 각각 포함하며,

상기 스크루 외측에는 복수개의 홀들이 관통 형성되는 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 가스 세정부는,

상기 저장부에 연결되어 오일 또는 물의 이동 경로가 되는 세정 유로;

상기 세정 유로를 통해 오일 또는 물을 상기 열교환부로 이송하는 세정펌프; 및

상기 이송된 오일 또는 물을 상기 열교환부로 분사하는 노즐;

을 포함하는 것을 특징으로 하는 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 노즐은 상기 열교환부의 상부에 위치하여 상기 열교환부를 향해 하방으로 오일 또는 물을 분사하는 것을 특징으로 하는 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 폐열 회수장치는 상기 열분해장치에서 배출된 혼합물을 상기 열교환부로 이송하는 혼합물 이송부를 더 포함하되,

상기 혼합물 이송부는,

상기 열분해장치에서 제1 방향으로 연장되는 제1 혼합물 이송부; 및

상기 제1 혼합물 이송부에 수직한 방향으로 연장되어 상기 열교환부에 연결되는 제2 혼합물 이송부를 포함하는 것을 특징으로 하는 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제1 혼합물 이송부는,

파이프 형상을 가지며, 상기 제1 방향으로 연장되어 상기 혼합물의 이동 통로를 제공하는 덕트;

상기 제1 방향으로 연장하여 상기 덕트를 관통하는 회전축;

상기 회전축에 회전력을 제공하는 모터;

복수개의 바(bar)를 매개로 상기 회전축에 스프링 형상으로 나선형으로 결합되어 상기 회전축과 함께 회전하는 스크래퍼; 및

상기 스크래퍼에서 상기 제1 방향으로 돌출되어 상기 덕트의 내주면에 부착된 이물질들을 제거하는 세척패들을 포함하는 것을 특징으로 하는 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 복수개의 열분해로들 각각은 상기 모터의 회전수를 제어하기 위한 인버터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 열분해장치로 폐기물을 공급하는 투입장치; 및

상기 열분해장치에서 생성된 바이오차를 외부로 배출하는 배출장치를 더 포함하고,

상기 투입장치 및 상기 배출장치는 각각 복수개가 구비되는 것을 특징으로 하는 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 투입장치는 폐기물을 기 설정된 함수율로 건조시키는 건조장치에 연결되는 것을 특징으로 하는 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 폐기물은 하수 슬러지인 것을 특징으로 하는 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치.

청구항 12

직렬로 연결된 복수개의 열분해로들을 가지며, 상기 열분해로에서 폐기물을 열분해하여 바이오차(Bio-Char)를 생산하는 열분해장치; 및

폐기물의 열분해 과정에서 발생하는 가스, 유증기, 및 수증기의 혼합물로부터 재생 가능한 에너지원을 분리하고 폐열 에너지를 회수하는 폐열 회수장치를 포함하되,

상기 복수개의 열분해로들은,

파이프 형상을 가지며, 일 방향으로 연장하여 폐기물의 이동 통로를 제공하는 하우징;

상기 하우징의 연장방을 따라 상기 하우징을 관통하는 회전축;

상기 회전축에 회전력을 제공하는 모터;

상기 모터의 회전을 제어하기 위한 인버터;

스프링 형상으로 상기 회전축에 나선형으로 감겨져 상기 회전축의 회전에 따라 폐기물을 일방향으로 이동시키는 스크루, 및 상기 스크루에서 상기 하우징의 연장 방향으로 돌출되는 판(plate) 형상의 교반패들을 가지는 슬러지 이송부; 및

상기 하우징을 감싸 상기 하우징 내부로 열 에너지를 공급하는 가열부를 각각 포함하며,

상기 스크루 외측에는 복수개의 홀들이 관통 형성되는 것을 특징으로 하는 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 폐열 회수장치는,

상기 혼합물을 냉각시켜 유증기와 수증기를 응축시키는 열교환부;

상기 열교환부 하부에 위치하여 상기 열교환부에서 응축되어 낙하하는 오일과 물을 수용하는 저장부;

상기 혼합물 중 응축되지 않은 가스를 외부로 배출하는 가스 배출구;

상기 저장부의 오일 또는 물을 상기 열교환부의 상부로 분사하는 가스 세정부; 및

상기 열분해장치에서 배출된 혼합물을 상기 열교환부로 이송하는 혼합물 이송부를 포함하는 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 혼합물 이송부는,

파이프 형상을 가지며, 일 방향으로 연장되어 상기 혼합물의 이동 통로를 제공하는 덕트;

상기 덕트의 연장방향을 따라 상기 덕트를 관통하는 회전축;

상기 회전축에 회전력을 제공하는 모터;

복수개의 바(bar)를 매개로 상기 회전축에 스프링 형상으로 나선형으로 결합되어 상기 회전축과 함께 회전하는 스크래퍼; 및

상기 스크래퍼에서 상기 덕트의 연장 방향으로 돌출되어 상기 덕트의 내주면에 부착된 이물질 제거를 위한 세척 패들을 포함하는 것을 특징으로 하는 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 열분해장치로 폐기물을 공급하는 복수개의 투입장치들; 및

상기 열분해장치에서 생성된 바이오차를 외부로 배출하는 복수개의 배출장치들을 더 포함하고,

상기 복수개의 투입장치들은 폐기물을 기 설정된 함수율로 건조시키는 건조장치에 연결되는 것을 특징으로 하는 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치에 관한 것이다. 보다

상세하게 본 발명은, 하수 슬러지나 폐비닐 등의 폐기물을 열분해하여 바이오차(Bio-Char) 등의 친환경 자원을 생산하고, 이 과정에서 가스 연료, 오일 연료, 폐열 에너지 등의 재생 에너지를 생산하는 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 폐기물은 인간의 생활이나 사업활동에 필요 없게 된 물질을 의미하며, 그 종류에 따라 생활 폐기물과 산업용 폐기물로 구분되고, 특성에 따라서는 유기성 폐기물, 무기성 폐기물, 가연성 폐기물, 부패성 폐기물 등으로 구분된다. 유기성 폐기물에는 하수 슬러지, 음식물 쓰레기, 축산 분뇨, 커피박 등이 포함되고, 가연성 폐기물에는 폐비닐, 폐플라스틱, 폐타이어 등이 포함된다.
- [0003] 과거에는 이러한 폐기물을 매립, 해양 투기, 소각 등의 방법으로 처리하였으나 환경 오염이나 자원 낭비의 문제가 있어 폐기물을 이용해 재생 에너지를 획득하는 다양한 방법들이 개발되었다. 예를 들면, 폐기물을 건조하여 함수율을 떨어뜨리고, 건조된 폐기물을 고형 폐기물 연료(Solid Refuse Fuel, SRF)로 가공하여 화력 발전의 연료로 사용하는 방식이 있다. 이 방식은 폐기물을 처리하면서 재생 에너지를 생산할 수 있어 널리 사용되어 왔다.
- [0004] 그러나, 화력 발전은 미세 먼지나 온실 가스를 발생시키는 등 환경에 심각한 영향을 줄 수 있어 조만간 퇴출될 예정인 발전 방식이다. 따라서, 폐기물을 처리하면서 재생 에너지를 생산할 수 있는 보다 친환경적인 처리 방식이 요구되는 실정이다. 이러한 요구 속에서 개발된 기술이 연속식 열분해 방식을 이용한 폐기물 처리 기술이다.
- [0005] 열분해를 이용한 폐기물처리 기술은 산소 공급이 제한된 조건에서 폐기물을 열분해함으로써, 폐기물을 바이오차(Bio-Char), 활성탄, 온실가스 흡착제 등의 친환경 자원으로 전환하는 기술이다. 바이오차는 유기물의 탄화시에 생성되는 탄소질(숯, Char) 물질로서, 토양 미생물의 성장을 촉진하고 작물의 생산을 향상시키는 효과가 있다. 또한, 폐기물을 열분해하는 과정에서 가스나 오일과 같은 재생 에너지를 획득할 수 있는 장점이 있다.
- [0006] 한편, 폐기물을 바이오차로 전환하기 위해서는 산소 공급이 차단된 밀폐 환경에서 열분해를 진행하여야 한다. 그런데 한 번에 정해진 양의 폐기물만을 분해하는 회분식 열분해(Batch Pyrolysis) 방식은 잦은 가열과 냉각으로 인해 효율이 낮고, 열분해가 진행되는 동안에는 열분해로에 연속적으로 폐기물을 투입할 방법이 없기 때문에 교차 운전 시설이 요구되며, 이를 관리하기 위한 인건비도 상승하는 문제가 있다. 따라서, 멈춤 없이 지속적으로 폐기물을 열분해 하는 연속식 열분해(Continuous Pyrolysis) 방식이 선호되고 있다.
- [0007] 그런데, 연속식 열분해 방식의 경우 폐기물의 투입에서 분해, 배출까지 모든 과정이 연속적으로 장기간 수행되기 때문에, 타르와 분진에 의한 열분해로와 폐열 회수장치의 관로가 막히는 것을 방지하는 기술이 필수적이다. 또한, 경우에 따라서는 열분해 속도를 자유롭게 조절할 필요가 있으며, 열분해를 통한 자원화 효율을 보다 향상시킬 수 있는 방법의 개발이 지속적으로 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 과제는 폐기물을 고형 폐기물 연료(SRF)의 기존 화력방식(석탄/SRF발전, 소각 등)을 대체할 수 있는 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치를 제공하는 데 있다. 특히, 종래의 고형 폐기물 연료(SRF) 시설에 그대로 적용 가능함으로써 화력방식의 대체방안을 확보에 따른 폐기물 처리 악화와 비용 발생을 최소화할 수 있는 폐기물 처리 장치를 제공하는 것이 본 발명의 목적이다.
- [0009] 또한, 상기 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치는 다단의 열분해로를 가지는 데, 타르와 분진에 의한 열분해로와 폐열 회수장치의 관로가 막히는 것을 방지할 수 있는 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치를 제공하는 데 목적이 있다.
- [0010] 본 발명의 다른 과제는 다단의 열분해로 각각의 처리 속도를 독립적으로 조절할 수 있는 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치를 제공하는 데 있다.
- [0011] 본 발명의 또 다른 과제는 폐기물로부터 자원화되는 가스의 순도를 증가시켜 에너지 재생량을 증가시킬 수 있는 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치를 제공하는 데 있다.
- [0012] 다만, 본 발명이 해결하고자 하는 과제가 상술한 과제에 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 확장될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상술한 본 발명의 과제를 달성하기 위하여, 예시적인 실시예들에 따른 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치는, 직렬로 연결된 복수개의 열분해로들을 가지며, 상기 열분해로에서 폐기물을 열분해하여 바이오차(Bio-Char)를 생산하는 열분해장치; 및 폐기물의 열분해 과정에서 발생하는 가스, 유증기, 및 수증기의 혼합물로부터 재생 가능한 에너지를 분리하고 폐열 에너지를 회수하는 폐열 회수장치;를 포함한다.
- [0014] 이 때, 상기 폐열 회수장치는, 상기 혼합물을 냉각시켜 유증기와 수증기를 응축시키는 열교환부; 상기 열교환부 하부에 위치하여 상기 열교환부에서 응축되어 낙하하는 오일과 물을 수용하는 저장부; 상기 혼합물 중 응축되지 않은 가스를 외부로 배출하는 가스 배출구; 및 상기 저장부의 오일 또는 물을 상기 열교환부로 분사하는 가스 세정부를 포함할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 가스 세정부는, 상기 저장부에 연결되어 오일 또는 물의 이동 경로가 되는 세정 유로; 상기 세정 유로를 통해 오일 또는 물을 상기 열교환부로 이송하는 세정펌프; 및 상기 이송된 오일 또는 물을 상기 열교환부로 분사하는 노즐을 포함할 수 있다.
- [0016] 특히, 상기 노즐은 상기 열교환부의 상부에 위치하여 상기 열교환부를 향해 하방으로 오일 또는 물을 분사할 수 있다.
- [0017] 일 실시예에 있어서, 상기 폐열 회수장치는 상기 열분해장치에서 배출된 혼합물을 상기 열교환부로 이송하는 혼합물 이송부를 더 포함할 수 있다. 이 경우에 있어서, 상기 혼합물 이송부는, 상기 열분해장치에서 제1 방향으로 연장되는 제1 혼합물 이송부; 및 상기 제1 혼합물 이송부에 수직된 방향으로 연장되어 상기 열교환부에 연결되는 제2 혼합물 이송부를 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 제1 혼합물 이송부는, 파이프 형상을 가지며, 상기 제1 방향으로 연장되어 상기 혼합물의 이동 통로를 제공하는 덕트; 상기 제1 방향으로 연장하여 상기 덕트를 관통하는 회전축; 상기 회전축에 회전력을 제공하는 모터; 복수개의 바(bar)를 매개로 상기 회전축에 스프링 형상으로 나선형으로 결합되어 상기 회전축과 함께 회전하는 스크래퍼; 및 상기 스크래퍼에서 상기 제1 방향으로 돌출되어 상기 덕트의 내주면에 부착된 이물질 제거 세척패들을 포함할 수 있다.
- [0019] 한편, 상기 복수개의 열분해로들은, 파이프 형상을 가지며, 일 방향으로 연장하여 폐기물의 이동 통로를 제공하는 하우징; 상기 하우징의 연장방을 따라 상기 하우징을 관통하는 회전축; 상기 회전축에 회전력을 제공하는 모터; 스프링 형상으로 상기 회전축에 나선형으로 감겨져 상기 회전축의 회전에 따라 폐기물을 일방향으로 이동시키는 스크루, 및 상기 스크루에서 상기 하우징의 연장 방향으로 돌출되는 판(plate) 형상의 교반패들을 가지는 슬러지 이송부; 및 상기 하우징을 감싸 상기 하우징 내부로 열 에너지를 공급하는 가열부를 각각 포함할 수 있다.
- [0020] 일 실시예에 있어서, 상기 스크루 외측에는 복수개의 홀들이 관통 형성될 수 있다.
- [0021] 다른 실시예에 있어서, 상기 복수개의 열분해로들 각각은 상기 모터의 회전수를 제어하기 위한 인버터를 더 포함할 수 있다.
- [0022] 한편, 상기 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치는 상기 열분해장치로 폐기물을 공급하는 투입장치; 및 상기 열분해장치에서 생성된 바이오차를 외부로 배출하는 배출장치를 더 포함할 수 있다. 이 때, 상기 투입장치 및 상기 배출장치는 각각 복수개가 구비될 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 투입장치는 폐기물을 기 설정된 함수율로 건조시키는 건조장치에 연결될 수 있다.
- [0024] 일 실시예에 있어서, 상기 폐기물은 하수 슬러지일 수 있다.
- [0025] 상술한 본 발명의 또 다른 과제를 달성하기 위하여, 또 다른 예시적인 실시예들에 따른 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치는, 직렬로 연결된 복수개의 열분해로들을 가지며, 상기 열분해로에서 폐기물을 열분해하여 바이오차(Bio-Char)를 생산하는 열분해장치; 및 폐기물의 열분해 과정에서 발생하는 가스, 유증기, 및 수증기의 혼합물로부터 재생 가능한 에너지를 분리하고 폐열 에너지를 회수하는 폐열 회수장치를 포함한다.
- [0026] 이 때, 상기 복수개의 열분해로들은, 파이프 형상을 가지며, 일 방향으로 연장하여 유기성 슬러지의 이동 통로를 제공하는 하우징; 상기 하우징의 연장방을 따라 상기 하우징을 관통하는 회전축; 상기 회전축에 회전력을 제공하는 모터; 상기 모터의 회전수를 제어하기 위한 인버터; 스프링 형상으로 상기 회전축에 나선형으로 감겨져

상기 회전축의 회전에 따라 폐기물을 일방향으로 이동시키는 스크루, 및 상기 스크루에서 상기 하우징의 연장 방향으로 돌출되는 판(plate) 형상의 교반패들을 가지는 슬러지 이송부; 및 상기 하우징을 감싸 상기 하우징 내부로 열 에너지를 공급하는 가열부를 포함할 수 있다.

[0027] 일 실시예에 있어서, 상기 폐열 회수장치는, 상기 혼합물을 냉각시켜 유증기와 수증기를 응축시키는 열교환부; 상기 열교환부 하부에 위치하여 상기 열교환부에서 응축되어 낙하하는 오일과 물을 수용하는 저장부; 상기 혼합물 중 응축되지 않은 가스를 외부로 배출하는 가스 배출구; 상기 저장부의 오일 또는 물을 상기 열교환부의 상부로 분사하는 가스 세정부; 및 상기 열분해장치에서 배출된 혼합물을 상기 열교환부로 이송하는 혼합물 이송부를 포함할 수 있다.

[0028] 특히, 상기 혼합물 이송부는, 파이프 형상을 가지며, 일 방향으로 연장되어 상기 혼합물의 이동 통로를 제공하는 덕트; 상기 덕트의 연장방향을 따라 상기 덕트를 관통하는 회전축; 상기 회전축에 회전력을 제공하는 모터; 복수개의 바(bar)를 매개로 상기 회전축에 스프링 형상으로 나선형으로 결합되어 상기 회전축과 함께 회전하는 스크래퍼; 및 상기 스크래퍼에서 상기 덕트의 연장 방향으로 돌출되어 상기 덕트의 내주면에 부착된 이물질들을 제거하는 세척패들을 포함할 수 있다.

[0029] 일 실시예에 있어서, 상기 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치는 상기 열분해장치로 폐기물을 공급하는 복수개의 투입장치들; 및 상기 열분해장치에서 생성된 바이오차를 외부로 배출하는 복수개의 배출장치들을 더 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 복수개의 투입장치들은 폐기물을 기 설정된 함수율로 건조시키는 건조장치에 연결될 수 있다.

발명의 효과

[0030] 본 발명의 예시적인 실시예들에 따른 연속식 열분해 시스템은 버려지는 폐기물을 열분해하여 바이오차와 같은 친환경 자원뿐만 아니라 가스, 오일 등의 분리를 통한 재생 에너지를 생산할 수 있다. 이 때, 폐기물의 투입에서 바이오차 생산까지의 모든 과정이 연속적으로 그리고 지속적으로 수행되기 때문에 24시간 연속 작동이 가능하며, 폐기물을 화력 발전의 연료로 사용하던 종래의 처리 방식을 대체할 수 있다는 장점이 있다.

[0031] 또한, 본 발명에 따른 연속식 열분해 시스템은 열분해장치 내부에 가스 이동 통로를 마련하고 유기성 슬러지를 지속적으로 섞어 주며, 다단의 열분해로 각각의 처리 속도를 개별적으로 제어할 수 있다. 이에 따라, 열분해로가 막히는 것을 방지하면서 열분해 성능을 극대화할 수 있다.

[0032] 또한, 본 발명에 따른 연속식 열분해 시스템은, 폐열 회수장치 내부에 덕트 내벽면을 긁어주는 스크래퍼를 구비하여 고형화된 이물질을 제거할 수 있다. 뿐만 아니라, 응축된 오일이나 물을 열교환부에 분사해 줌으로써 열교환부가 막히는 것을 방지할 수 있고, 가스 중에 포함된 이물질을 제거하여 보다 순도 높은 고품질의 가스 연료를 획득할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치를 나타내는 블록도이다.

도 2는 도 1의 열분해장치를 나타내는 단면도이다.

도 3은 도 2의 열분해로를 A-A' 라인을 따라 절단한 단면도이다.

도 4는 슬러지 이송부의 다른 실시예를 나타내는 단면도이다.

도 5는 도 4의 슬러지 이송부에 부착된 혼합패들과 파쇄패들을 나타내는 도면이다.

도 6은 도 1의 폐열 회수장치를 나타내는 단면도이다.

도 7은 도 6의 혼합물 이송부를 B-B' 라인을 따라 절단한 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 본문에 개시되어 있는 본 발명의 실시예들에 대해서, 특정한 구조적 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본문에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 된다.

- [0035] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0036] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0037] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0038] 본 출원에서 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 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0039] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미이다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미인 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0040] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.
- [0041] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치를 나타내는 블록도이다. 도 2는 도 1의 열분해장치를 나타내는 단면도이고, 도 3은 도 2의 열분해로를 A-A' 라인을 따라 절단한 단면도이다. 도 4는 슬러지 이송부의 다른 실시예를 나타내는 단면도이고, 도 5는 도 4의 슬러지 이송부에 부착된 혼합패들과 파쇄패들을 나타내는 도면이다. 도 6은 도 1의 폐열 회수장치를 나타내는 단면도이고, 도 7은 도 6의 혼합물 이송부를 B-B' 라인을 따라 절단한 단면도이다.
- [0042] 먼저 도 1을 참조하면, 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치(10)는 건조장치(20)에서 건조된 폐기물을 열분해하여 바이오차(Bio-Char)를 생성하는 열분해장치(200), 생성된 바이오차를 저장하는 바이오차 수집장치(300), 열분해된 폐기물에서 바이오차를 분리하고 남은 혼합물로부터 재활용 가능한 자원들을 회수하는 폐열 회수장치(400), 및 자원화된 가스와 오일을 저장하는 가스탱크(500)와 오일 수집장치(600)를 포함한다.
- [0043] 여기서 폐기물은 인간의 생활이나 사업활동에 필요 없게 된 물질을 의미하며, 그 특성에 따라 유기성 폐기물, 무기성 폐기물, 가연성 폐기물, 부패성 폐기물 등으로 구분된다. 유기성 폐기물에는 하수 슬러지, 음식물 쓰레기, 축산 분뇨, 커피박 등이 포함되고, 가연성 폐기물에는 폐비닐, 폐플라스틱, 폐타이어 등이 포함된다. 설명의 편의를 위하여, 이하에서는 유기성 폐기물인 하수 슬러지를 예로 들어 설명하기로 한다. 다만, 이로 인하여 본 발명이 하수 슬러지에만 적용 가능한 것으로 제한되는 것은 아니며, 앞서 설명한 다양한 폐기물에도 동일 또는 유사한 방식으로 적용될 수 있다.
- [0044] 한편, 바이오차(Bio-Char)는 바이오매스인 하수 슬러지를 산소 공급이 제한된 조건에서 열분해함으로써 생산된 탄소 고형물을 의미한다.
- [0045] 열분해장치(200)는 건조장치(20)에서 기 설정된 함수율로 건조된 하수 슬러지를 공급받을 수 있다. 상기 건조장치(20)는 하수 슬러지를 열분해하기에 앞서 전처리를 실시하는 구성으로서, 열을 가하여 하수 슬러지의 함수율을 기 설정된 함수율까지 떨어뜨릴 수 있다. 이때 필요한 열 에너지는 별도의 열공급장치(도시되지 않음)로부터

공급될 수 있다. 또한, 상기 기 설정된 함수율은 국가 정책적 관점에서 설정되거나 또는 열분해의 효율을 고려하여 설정될 수 있다. 즉, 본 발명에 따른 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치(10)는 종래에 지자체 등에서 보유하고 있는 건조장치(20) 후단에 그대로 적용할 수 있는 것이다.

[0046] 건조된 하수 슬러지는 저장 탱크(100)에 보관되며, 투입장치(150)를 통해 열분해장치(200)로 공급될 수 있다. 투입장치(150)는, 예를 들면, 하수 슬러지를 저장 탱크(100)에서 열분해장치(200)까지 이송하는 컨베이어(Conveyor), 및 이송된 유기성 슬러지를 열분해장치(200)의 투입구(210)로 공급하는 호퍼(Hopper) 등으로 구성될 수 있다.

[0047] 일 실시예에 있어서, 투입장치(150)는 서로 번갈아 작동하는 복수개의 투입장치들을 포함할 수 있다.

[0048] 구체적으로, 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치(10)는 장시간 연속적으로 작동하는 것이 일반적이고, 경우에 따라서는 24시간 내내 작동할 수도 있다. 그런데 하나의 투입장치만을 이용하여 하수 슬러지를 열분해장치(200)로 공급하는 경우, 투입장치가 고장 나면 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치(10) 전체의 작동이 중단될 수밖에 없다. 이를 방지하기 위하여 본 발명에서는 복수개의 투입장치들(151, 153)을 배치하고 이들을 서로 번갈아 작동시킴으로써, 장시간 연속적으로 작동하는 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치(10)의 안정성을 보다 향상시킬 수 있다. 제1 투입장치(151)와 제2 투입장치(153)는 실질적으로 동일한 구성을 가질 수 있으며, 그 작동 순서나 작동 시간 등은 필요에 따라 적절히 선택될 수 있다. 또한, 필요에 따라서 투입장치(150)는 서로 번갈아 작동하는 3개 이상의 투입장치들로 구성될 수도 있다.

[0049] 열분해장치(200)는 건조된 하수 슬러지를 공급받아 열분해함으로써 하수 슬러지를 친환경 소재인 바이오차, 활성탄, 온실가스 흡착제 등으로 전환하고, 가스나 오일 등 나머지 성분을 분리하는 구성이다. 이하에서는, 설명의 편의를 위하여 하수 슬러지가 열분해되어 바이오차로 전환되는 경우에 대해서만 설명하기로 한다. 본 발명에 따른 열분해장치(200)의 일 예가 도 2에 도시되어 있다.

[0050] 도 2에 도시된 바와 같이, 열분해장치(200)는 건조된 하수 슬러지를 공급받는 투입구(210), 직렬로 연결된 복수개의 열분해로들(220, 230, 240, 250), 열분해를 통해 생성된 바이오차를 배출하는 바이오차 배출구(270), 및 열분해 과정에서 발생하는 오일이나 가스 등의 혼합물을 배출하는 혼합물 배출구(260)를 포함한다. 여기서 상기 혼합물은 하수 슬러지를 열분해하였을 때 생성되는 물질 중에서 바이오차를 제외한 나머지 물질들을 모두 포함하는 의미이며, 가스, 오일, 수분 등이 포함될 수 있다.

[0051] 투입구(210)는 제1 열분해로(220)의 일단 상측에 구비되며, 투입장치(150)와 연결될 수 있다. 한편, 투입장치(150)가 복수개로 구성되는 경우에는 투입구(210)도 복수개가 구비될 수 있으며, 각각의 투입구는 하나의 투입장치와 서로 연결될 수 있다. 이와 다르게, 하나의 투입구(210)가 복수개의 투입장치들(150)에 연결될 수도 있다.

[0052] 투입구(210)를 통해 공급된 하수 슬러지는 다단으로 연결된 열분해로들(220, 230, 240, 250)을 순차적으로 통과하게 된다. 이 과정에서 하수 슬러지는 건조됨과 동시에 알갱이 또는 칩의 형태로 작게 절개될 수 있다. 이처럼 복수개의 열분해로들(220, 230, 240, 250)을 이용하는 것은 하수 슬러지의 열분해 효율을 보다 향상시키기 위함이다. 또한, 도 2에 도시된 바와 같이 복수개의 열분해로들(220, 230, 240, 250)을 지그재그 형태로 배치하면, 열분해장치(200)의 공간 점유율을 줄일 수 있는 효과가 있다. 한편, 도 2에는 총 4개의 열분해로들(220, 230, 240, 250)을 가진 열분해장치(200)가 도시되어 있으나 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니며, 열분해로의 개수는 필요에 따라 적절히 변경될 수 있다.

[0053] 제1 열분해로(220)의 일단 상부에는 투입구(210)가 구비되고, 제1 열분해로의 타측은 제2 열분해로(230)와 연결될 수 있다. 제2 열분해로(230)의 일측은 제1 열분해로(220)와 연결되고 타측은 제3 열분해로(240)와 연결될 수 있다. 제3 열분해로(240)의 일측은 제2 열분해로(230)와 연결되고 타측은 제4 열분해로(250)와 연결될 수 있다. 제4 열분해로(250)의 일측은 제3 열분해로(240)와 연결되고 타측 하부에는 바이오차 배출구(270)가 구비될 수 있다. 도 2에 도시된 것처럼 혼합물 배출구(260)는 제1 열분해로(220)의 타측 상부에 구비될 수 있으나, 이와 다르게 제2 내지 제4 열분해로(230, 240, 250) 중 어느 하나에 구비될 수도 있다. 다만, 도 2와 같이 복수개의 열분해로들이 상하로 배열되는 경우, 혼합물 배출구(260)를 최상부에 위치한 열분해로에 배치하여야 가스나 유증기와 같은 기체들의 배출이 보다 원활해질 수 있을 것이다. 한편, 제1 내지 제4 열분해로들(220, 230, 240, 250)은 그 내부구조나 역할이 실질적으로 동일하므로, 이하에서는 제1 열분해로(220)에 대해서만 상세하게 설명하고 제2 내지 제4 열분해로(230, 240, 250)에 대한 중복 설명은 생략하기로 한다.

- [0054] 제1 열분해로(220)는 일정한 길이로 연장되는 파이프 형상의 제1 하우징(221), 제1 하우징(221) 내부를 길이 방향으로 관통하는 제1 회전축(222), 제1 회전축(222)의 일단에 연결되어 제1 회전축(222)을 회전시키는 제1 모터(223), 제1 회전축(222)의 연장 방향을 따라 제1 회전축(222)에 나선형으로 형성되어 하수 슬러지를 제1 하우징(221)의 길이 방향을 따라 이동시키는 제1 슬러지 이송부(224), 및 제1 하우징(221)을 감싸 제1 하우징(221) 내부의 하수 슬러지에 열을 공급하는 제1 가열부(229)를 포함한다.
- [0055] 제1 하우징(221)은 일정한 길이로 연장되는 파이프 형상일 수 있다. 하수 슬러지는 제1 하우징(221) 내부에서 제1 하우징(221)의 길이 방향을 따라 이동하게 되는데, 이 과정에서 유기성 슬러지는 제1 가열부(229)로부터 열을 공급받아 열분해될 수 있다.
- [0056] 구체적으로, 제1 모터(223)의 동력을 전달받아 제1 회전축(222)이 회전하면 제1 회전축(222)에 결합된 제1 슬러지 이송부(224)도 함께 회전하며, 이에 따라 하수 슬러지는 제1 하우징(221)의 길이 방향을 따라 이동하게 된다. 이때, 제1 하우징(221)을 감싸고 있는 제1 가열부(229)의 열이 제1 하우징(221) 내부를 이동하는 하수 슬러지로 전달될 수 있다. 이 때, 제1 열분해로(210) 내부로의 산소 공급이 없기 때문에, 하수 슬러지는 열분해되어 바이오차로 전환될 수 있다.
- [0057] 일 실시예에 있어서, 제1 모터(223)는 회전 속도를 제어하기 위한 제1 인버터(도시되지 않음)를 더 포함할 수 있다. 상기 제1 인버터는 주파수 가변 제어를 통해 제1 모터(223)의 회전 속도를 조절할 수 있으며, 이를 통해 제1 열분해로(220)를 통과하는 하수 슬러지의 이동 속도가 조절될 수 있다.
- [0058] 한편, 제1 모터(223)에 제1 인버터가 구비되는 것과 마찬가지로, 제2 모터(233)에는 제2 인버터가 구비되고, 제3 모터(243)에는 제3 인버터가 구비되고, 제4 모터(253)에는 제4 인버터가 각각 구비될 수 있다. 이 경우, 제1 내지 제4 모터들(223, 233, 243, 253)의 회전 속도를 개별적으로 제어할 수 있기 때문에, 하수 슬러지의 이동 및 열분해 속도를 각 열분해로마다 가변적으로 제어할 수 있다는 장점이 있다.
- [0059] 제1 슬러지 이송부(224)는 제1 회전축(222)에 나선형으로 감겨 있는 스프링과 유사한 형태이며, 회전을 통해 하수 슬러지를 일방향으로 이동시킬 수 있다. 이 때, 제1 슬러지 이송부(224)의 예시적인 단면 형상들이 도 3 내지 도 5에 도시되어 있다.
- [0060] 먼저 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 슬러지 이송부(224)는 하수 슬러지를 이송하는 스크루(225), 및 이송 중인 하수 슬러지를 교반하는 교반패들(227)을 포함할 수 있다.
- [0061] 스크루(225)는 제1 회전축(222)에 나선형으로 감겨 있는 형태로서 제1 하우징(221) 내의 하수 슬러지를 일 방향으로 이송할 수 있다. 즉, 스크루(225)는 마치 스프링과 유사한 형태로 제1 회전축(222)에 나선형으로 감겨 있는 것이다. 따라서, 스크루(225)를 제1 하우징(221)의 연장 방향에 수직한 방향(A-A' 라인)으로 절단하면, 절단선(C)이 보이게 된다. 이것이 도 3에 도시되어 있다.
- [0062] 스크루(225)의 외측에는 복수개의 홀들(226)이 구비될 수 있는데, 상기 홀들(226)은 스크루(225)의 외측 일부가 제거됨으로써 형성될 수 있다. 하수 슬러지는 제1 슬러지 이송부(224)에 의해 이동하는 과정에서 열분해되는데, 이 때 수증기, 유증기, 가스, 미세 분진 등이 발생할 수 있다. 본 발명에서는 이들을 통칭하여 혼합물이라 지칭하기로 한다. 홀들(226)은 하수 슬러지의 열분해 과정에서 발생하는 상기 혼합물의 이동 통로로 기능할 수 있다.
- [0063] 한편, 홀(226)은 스크루(225)의 외주면을 따라 복수개가 구비될 수 있으며, 그 개수, 크기 및 형상 등은 필요에 따라 적절히 변경될 수 있다. 예를 들면, 열분해를 통해 가스가 많이 발생하는 경우에는 홀(226)의 개수를 늘리거나 또는 크기를 증가시킬 수 있을 것이다. 또한, 상기 홀(226)은 스크루(225)를 레이저 가공함으로써 형성될 수 있다. 이 경우, 가공 단면의 품질이 향상되므로 슬러지가 보다 원활하게 이동할 수 있게 된다.
- [0064] 교반패들(227)은 스크루(225)에서 제1 회전축(222)에 평행한 방향으로 돌출되며, 판(plate) 형상일 수 있다. 하수 슬러지가 제1 열분해로(220) 내부를 이동하는 동안, 중력으로 인해 하수 슬러지가 제1 하우징(221)의 하부에 집중될 수 있고, 이 경우 열분해 효율이 나빠질 수 있다. 교반패들(227)은 하부에 집중된 하수 슬러지를 상부로 퍼 올림과 동시에 섞어 줌으로써, 하수 슬러지의 열분해를 촉진시킬 수 있다. 이 때, 교반패들(227)의 형상, 개수 및 크기는 필요에 따라 적절히 변경될 수 있다.
- [0065] 상기와 같이 제1 슬러지 이송부(224)에 교반패들(227)을 구비함으로써 하수슬러지가 어느 한쪽에 몰리는 것을 방지할 수 있고, 스크루(225)에 홀(226)을 구비하여 가스 등의 원활한 이동을 보장할 수 있다. 이에 따라, 제1 열분해로(220) 내부에서 하수 슬러지가 적체되거나 고형화 되는 것을 방지하여 관로 막힘을 예방할 수 있다.

- [0066] 다음으로 도 4 및 도 5를 참조하면, 또 다른 실시예에 따른 제1 슬러지 이송부(284)는 제1 회전축(222)에 나선형으로 감겨 있는 스크루(285), 및 교반패들(287)과 분쇄패들(288)을 포함할 수 있다. 이 경우, 스크루(285)는 부채꼴 형상을 갖는 복수개의 디스크들(285a, 285b, 285c, 285d)로 구성될 수 있다. 즉, 스크루(285)가 일체로 형성되는 것이 아니라, 부채꼴 형상의 디스크들이 연결됨으로써 형성되는 것이다.
- [0067] 한편, 제1 디스크(285a)와 제2 디스크(285b)에는 제1 하우징(221) 하부에 집중된 하수 슬러지를 상부로 퍼 올리는 교반패들(287)이 장착될 수 있고, 제3 디스크(285c)와 제4 디스크(285d)에는 하수슬러지를 작게 절개하기 위한 분쇄패들(288)이 장착될 수 있다. 즉, 교반패들(287)은 제1 하우징(221) 내의 하수 슬러지를 상하부로 섞어 줄 수 있고, 분쇄패들(288)은 하수슬러지를 작게 분쇄할 수 있다. 이와 같이, 하수 슬러지를 섞어 주고 작게 분쇄함으로써 제1 열분해로(220)의 열분해 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0068] 한편, 도 4 및 도 5에는 제1 디스크(285a)에 하나의 교반패들(287)이 구비되고 제3 디스크(285c)에는 5개의 분쇄패들(288)이 구비된 것이 도시되어 있으나, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니며 교반패들과 분쇄패들의 형상, 크기, 개수는 필요에 따라 적절히 변경될 수 있다. 예를 들면, 제1 내지 제3 디스크(285a, 285b, 285c)에 각각 2개씩 교반패들(287)이 구비되고, 제4 디스크(285d)에는 3개의 분쇄패들(288)이 구비될 수도 있다.
- [0069] 다시 도 2를 참조하면, 제1 가열부(229)는 제1 열분해로(220) 내부로 열을 공급할 수 있다. 예를 들면, 상기 제1 가열부(229)는 전기 히터, 온수 히터, 열전 히터 등일 수 있다. 또한, 제1 하우징(221)과 맞닿은 제1 가열부(229)의 내주면은 열 전달이 용이한 소재로 제작되고, 외부에 접하는 제1 가열부(229)의 외주면은 열 전달을 차단할 수 있는 소재로 제작되는 것이 바람직하다.
- [0070] 투입구(210)로 공급된 하수 슬러지는 다단으로 구성된 제1 내지 제4 열분해로들(220, 230, 240, 250)을 순차적으로 거치는 과정에서 열분해되어 바이오차로 전환될 수 있다. 상기 바이오차는 제4 열분해로(250) 말단에 설치된 바이오차 배출구(270)를 통해 배출장치(310)로 전달되며, 종국에는 바이오차 수집장치(300)에 저장될 수 있다.
- [0071] 한편, 본 발명에 따른 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치(10)를 이용하면 건조된 하수 슬러지를 이용하여 친환경 자원인 바이오차를 생산할 수 있다. 구체적으로, 농업진흥청에서 지정한 연구기관에 분석을 의뢰한 결과, 약 1톤의 건조된 하수 슬러지를 투입하였을 때 약 300kg 이상의 바이오차가 생산된다는 것을 실험을 통해 확인할 수 있었다. 상기 바이오차는 식물의 성장을 촉진하는 기능을 가지므로, 농가에서 저렴한 비료로서 활용될 수 있다.
- [0072] 또한, 상기 바이오차는 토지개량제 및 매립시설 복토 용도로 사용될 수도 있다. 구체적으로, 환경부 고시 제 2016-259호에서는 토지개량제 및 매립시설 복토로 사용 가능한 부숙토의 기준을 제시하고 있다. 예를 들면, 비소는 50mg/kg 이하, 카드뮴은 5mg/kg 이하, 유기물은 25% 이상 등의 기준을 제시하고 있는데, 본 발명에 따른 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치(10)를 이용해 생산한 바이오차는 유기물이 38% 이상이고 비소는 불검출 되는 등 상기 환경부 고시 기준을 모두 만족한다는 것을 실험을 통해 확인할 수 있었다.
- [0073] 일 실시예에 있어서, 배출장치(310)는 서로 번갈아 작동하는 복수개의 투입장치들을 포함할 수 있다. 구체적으로, 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치(10)는 장시간 연속적으로 작동하며 경우에 따라서는 24시간 내내 작동할 수도 있다. 그런데 바이오차 수집장치(300)의 용량은 일정하기 때문에, 하나의 바이오차 수집장치(300)가 가득차면 이를 교환하는 동안 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치(10) 전체를 정지시켜야 할 수도 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명에서는 복수개의 배출장치(311, 313)를 구비하고, 각각의 배출장치(311, 313)를 별개의 바이오차 수집장치(300)에 연결한다. 이후 제1 배출장치(311) 또는 제2 배출장치(313)를 선택적으로 또는 동시에 작동시킬 수 있다. 이에 따라, 바이오차 수집장치(300)가 가득 차 교체가 필요한 경우라도 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치(10)를 정지시키지 않고 연속 작동을 구현할 수 있다.
- [0074] 혼합물 배출구(260)의 일측은 열분해장치(200)와 연결되고 타측은 폐열 회수장치(400)에 연결될 수 있다. 앞서 정의한 것처럼, 혼합물은 하수 슬러지에 포함된 수증기, 유증기, 가스, 미세 분진 등 열분해로 생성된 물질 중에서 바이오차를 제외한 물질을 의미한다. 즉, 하수 슬러지가 열분해되어 바이오차가 생성되고, 그 이외의 가벼운 물질들은 혼합물 배출구(260)를 통해 폐열 회수장치(400)로 전달될 수 있다.
- [0075] 도 6 및 도 7을 참조하면, 폐열 회수장치(400)는 열분해장치(200)로부터 혼합물을 전달받는 혼합물 이송부(410, 420), 혼합물을 냉각시켜 혼합물 중에 포함된 수증기와 유증기를 응축시키는 열교환부(430), 열교환부(430)에서

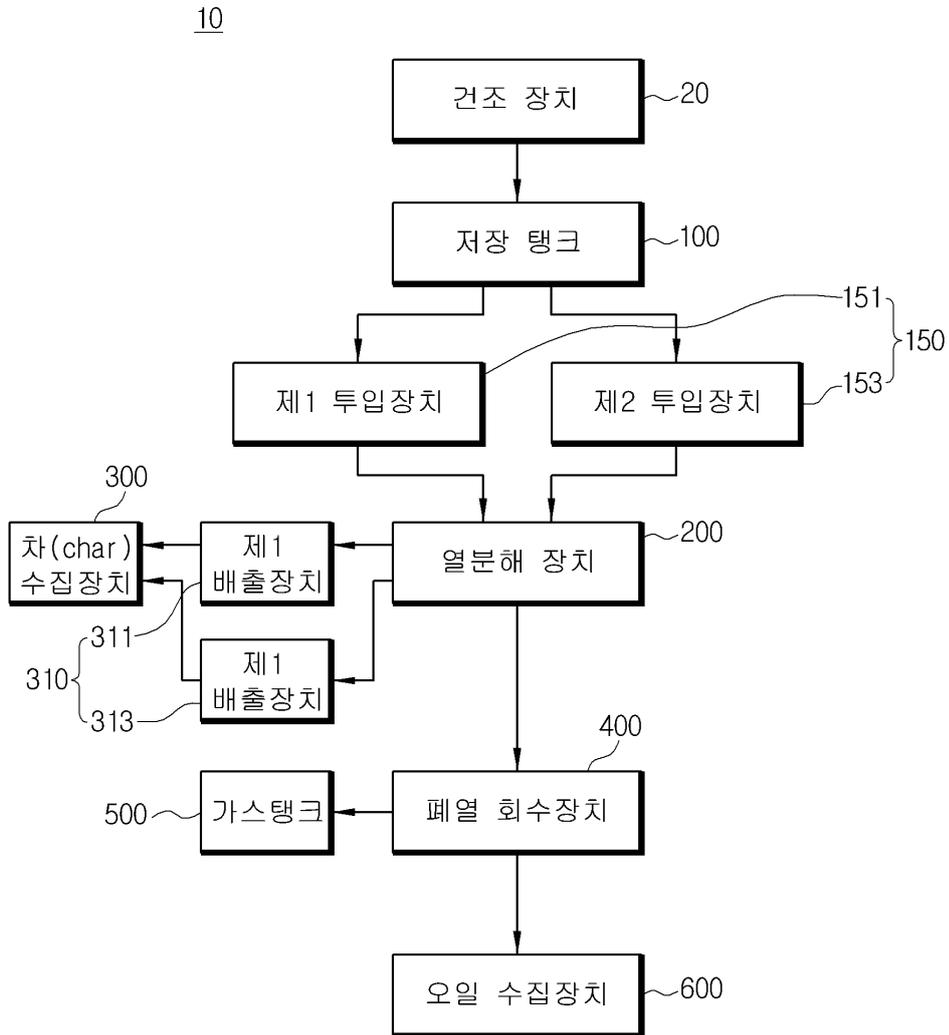
응축되어 낙하하는 물과 오일을 수용하는 저장부(440), 저장부(440)에 저장된 물이나 오일을 열교환부(430)로 분사하는 가스 세정부(450), 및 열교환부(430)에서 미처 응축되지 못한 가스를 배출하는 가스 배출구(460)를 포함한다.

- [0076] 혼합물 이송부(410, 420)는 열분해장치(200)와 연결되며, 하수 슬러지가 바이오차로 열분해되는 과정에서 발생하는 가스, 수증기, 유증기, 미세 분진 등이 열교환부(430)까지 이동하는 통로이다.
- [0077] 한편, 도 6에 도시된 바와 같이 혼합물 이송부(410, 420)는 열분해장치(200)의 혼합물 배출구(260)에 수직 상방으로 연결된 제1 이송부(410), 및 제1 혼합물 이송부(410)에서 수평한 방향으로 연장되어 열교환부(430)에 연결되는 제2 혼합물 이송부(420)를 포함할 수 있다.
- [0078] 한편, 배출되는 혼합물 속에 포함된 미세 분진은 재활용 가능한 자원이 아니며, 자원화 되는 가스나 오일의 순도를 떨어뜨리는 마이너스 요인으로 작용할 수 있다. 따라서, 혼합물 이송부의 상류에 위치한 제1 혼합물 이송부(410)를 수직 방향으로 배치함으로써 미세 분진을 보다 효과적으로 제거할 수 있게 된다.
- [0079] 다만, 전체 시스템의 레이아웃 최적 설계를 위해서 제1 혼합물 이송부(410)와 제2 혼합물 이송부(420)의 방향을 변경할 수도 있다. 예를 들면, 제1 혼합물 이송부(410)는 수평한 방향으로 배치하고 제2 혼합물 이송부(420)는 수직 방향으로 배치할 수 있다.
- [0080] 제1 혼합물 이송부(410)는 파이프 형상의 제1 덕트(411), 제1 덕트(411) 내부를 길이 방향으로 관통하는 제5 회전축(412), 제5 회전축(412)의 일단에 연결되어 제5 회전축(412)을 회전시키는 제5 모터(413), 제1 덕트(411)의 내주면에 안착된 이물질 제거를 위한 스크래퍼(415)와 세척패들(417)을 포함할 수 있다.
- [0081] 제1 덕트(411)는 일정한 길이로 연장된 파이프 형상이며, 혼합물은 제1 덕트(411)의 길이 방향을 따라 이동하게 된다. 그런데 상기 혼합물은 열분해장치(200)를 거치면서 가열된 상태인 반면, 외기와 접촉하는 제1 덕트(411)는 상대적으로 온도가 낮을 수 있다. 따라서, 혼합물은 제1 덕트(411)를 지나는 동안 냉각될 수 있고, 혼합물 내에 포함된 미세 분진들이 응집되어 제1 덕트(411) 내주면에 안착될 수 있다. 이렇게 제1 덕트(411) 내주면에 쌓인 미세 분진들은 혼합물의 흐름을 방해하게 되며, 결과적으로 폐열 회수장치(400)의 자원화 효율을 떨어뜨리게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명에서는 제1 덕트(411) 내부에 제1 스크래퍼(415)와 제1 세척패들(417)을 구비하여 제1 덕트(411) 내주면에 쌓인 미세 먼지를 제거할 수 있다.
- [0082] 제2 혼합물 이송부(420)는 설치 방향을 제외하고는 제1 혼합물 이송부(410)와 실질적으로 동일한 구조를 가질 수 있다. 즉, 제2 혼합물 이송부(420)는 파이프 형상의 제2 덕트(421), 제2 덕트(421) 내부를 길이 방향으로 관통하는 제6 회전축(422), 제6 회전축(422)의 일단에 연결되어 제6 회전축(422)을 회전시키는 제6 모터(423), 제2 덕트(421)의 내주면에 안착된 이물질 제거를 위한 제2 스크래퍼(425)와 제2 세척패들(427)을 포함할 수 있다. 중복되는 설명을 배제하기 위하여, 이하에서는 제2 덕트(421) 내부의 제2 스크래퍼(425)에 대해서만 설명하기로 한다.
- [0083] 제2 스크래퍼(425)는 제6 회전축(422)을 중심으로 나선형으로 연장되며, 스프링 형상을 가질 수 있다. 즉, 제2 스크래퍼(425)는 마치 스프링과 유사한 형태로 제6 회전축(422)에 나선형으로 감겨 있기 때문에, 제2 스크래퍼(425)를 제2 덕트(421)의 연장 방향에 수직인 방향(B-B' 라인)으로 절단하면, 절단선(C)이 보이게 된다. 이것도 도 7에 도시되어 있다.
- [0084] 제2 스크래퍼(425)는 바(bar) 형상의 가이드(426)를 매개로 제6 회전축(422)에 연결될 수 있다. 즉, 제2 스크래퍼(425)는 그 중심부가 개방되어 있기 때문에, 혼합물은 방해 없이 혼합물 이송부(410, 420)를 통과할 수 있는 것이다. 제2 스크래퍼(425)의 외측면은 제2 덕트(421)의 내주면을 향할 수 있다. 제6 회전축(422)의 회전력은 가이드(426)를 통해 제2 스크래퍼(425)로 전달될 수 있고, 제2 스크래퍼(425)는 회전하면서 제2 덕트(421)의 내주면에 고형화된 이물질을 제거할 수 있다. 이 때, 제2 스크래퍼(425)와 제2 덕트(421)의 내주면 사이의 간격(D, 도 7 참조)은 설계 사양에 따라 적절히 변경될 수 있다.
- [0085] 제2 세척패들(427)은 제6 회전축(422)에 평행한 방향으로 제2 스크래퍼(425)로부터 돌출되며, 제2 스크래퍼(425)가 커버하지 못하는 영역을 커버함으로써 확실한 이물질 제거 효과를 담보할 수 있다. 다만, 제2 세척패들(427)은 필요에 따라 제거될 수도 있다.
- [0086] 혼합물 이송부(410, 420)를 지난 혼합물은 열교환부(430)로 공급된다. 열교환부(430)에서는 고온의 혼합물이 냉각부(431)를 통과하면서 냉각되고, 혼합물 중에 포함된 수분과 오일은 응축될 수 있다. 응축된 수분과 오일은 낙하하여 하단의 저장부(440)에 저장되고, 미처 응축되지 못한 가스는 가스 배출구(460)로 배출될 수 있다.

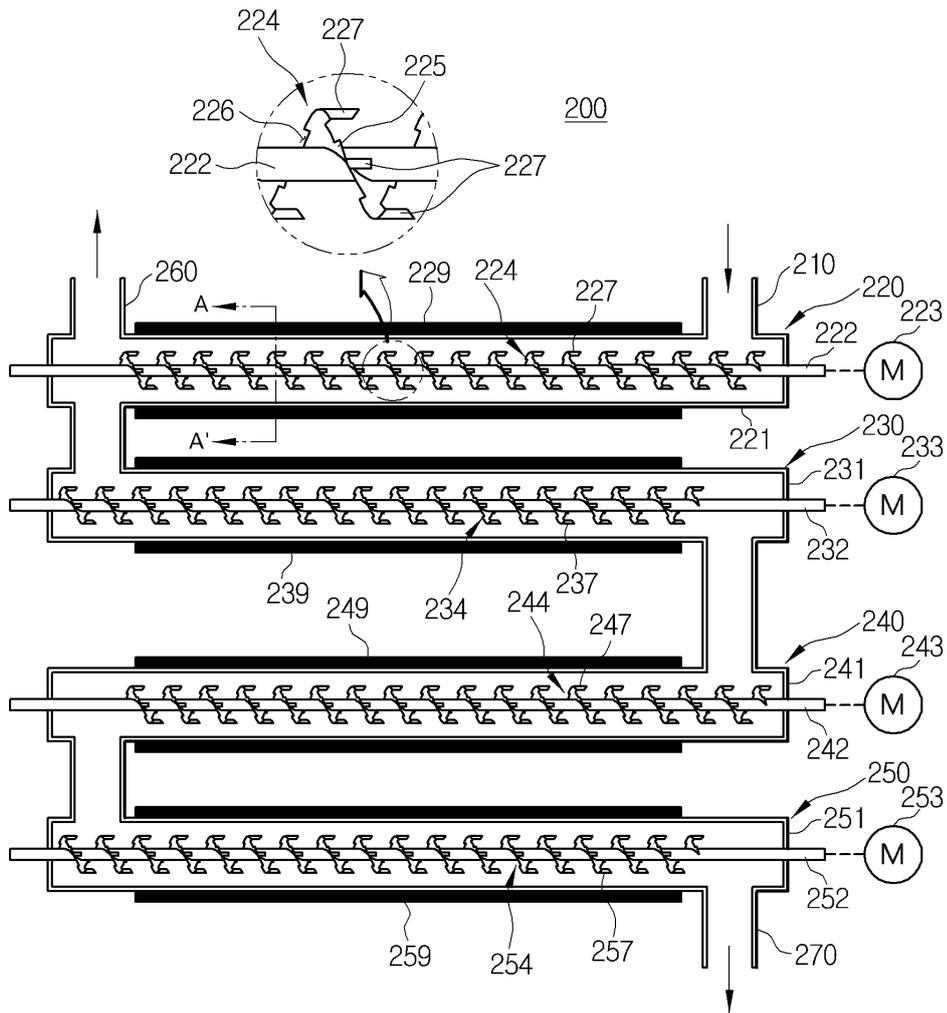
- [0087] 이 때, 냉각부(431)에는 혼합물 통로(432)가 복수개 관통 형성되는데, 혼합물은 상기 혼합물 통로(432)를 지나는 과정에서 냉각부(431)와의 열교환을 통해 냉각될 수 있다.
- [0088] 본 발명에 따른 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치(10)의 경우, 하수 슬러지 열분해 과정에서 발생하는 혼합물을 이용하여 재생 에너지를 생산할 수 있다. 구체적으로, 한국가스안전공사와 한국석유관리원에서 시행한 시험을 통해, 1톤의 하수 슬러지가 투입되면 폐열 회수장치(400)에서 약 330,000Kcal에 해당하는 재생 에너지를 회수할 수 있음을 확인하였다. 이렇게 회수된 에너지는 가정이나 산업 시설 등 필요한 곳에서 활용될 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치(10)는 저렴한 비용으로 운용이 가능하며 종래의 화력 발전을 통한 폐기물 처리 기술을 대체할 수 있다.
- [0089] 한편, 열교환부(430) 내부에는 다수개의 혼합물 통로들(432)이 배치되어 있으며, 혼합물이 혼합물 통로(432)를 지나는 과정에서 냉각된다. 그런데, 혼합물 내에는 미처 걸러지지 못한 미세 분진 등이 포함되어 있을 수 있으며, 냉각과정에서 응축된 오일 또는 수분이 미세 분진과 엉겨 붙어 혼합물 통로(432)를 막을 염려가 있다. 이러한 경우 열교환부(430)에서의 응축이 원활하지 못하게 되며 폐열 회수장치(400) 및 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치(10)의 효율을 떨어뜨릴 수 있다.
- [0090] 이러한 문제점을 방지하기 위하여, 본 발명에서는 응축된 오일이나 물을 열교환부(430)로 분사한다. 구체적으로, 가스 세정부(450)는 저장부(440)에 저장된 액체 상태의 오일이나 물을 순환시켜 열교환부(430)로 분사할 수 있다. 이 경우, 열교환부(430) 내부에 고화된 찌꺼기들을 제거할 수 있어 폐열 회수장치(400)의 관로 막힘 현상을 방지할 수 있으며, 가스에 포함된 이물질을 씻어주어 보다 순도 높은 가스를 획득할 수 있다. 또한, 응축 이전의 혼합물보다 상대적으로 온도가 낮은 응축수(오일 및 물)를 분사하여 혼합물을 냉각시킬 수 있기 때문에, 혼합물 중 유증기와 수증기의 응축을 촉진시킬 수 있다.
- [0091] 예를 들면, 상기 가스 세정부(450)는 저장부(440)의 오일이나 물을 순환시키기 위한 세정펌프(451), 오일이나 물을 열교환부(430)까지 이동시키기 위한 세정 유로(453), 및 열교환부(430)로 오일이나 물을 분사하기 위한 노즐(455)을 포함할 수 있다.
- [0092] 저장부(440)에는 열교환부(430)에서 응축된 오일이나 물(441)이 저장되며, 배출펌프(443)를 통해 외부로 배출될 수 있다. 예를 들어, 수위 센서(도시되지 않음)를 이용하여 저장부(440)에 저장된 액체의 용량을 파악하고, 기 설정된 수위에 도달하면 배출펌프(443)를 동작시킬 수 있다.
- [0093] 배출펌프(443)를 통해 외부로 배출되는 오일과 물 중에서, 물은 폐수 처리장치(도시되지 않음)로 이송되고 오일은 오일 수집장치(600)로 이송될 수 있다. 오일 수집장치(600)는 필터를 이용하여 이물질을 제거함으로써 재사용 가능한(자원화 된) 오일을 수집할 수 있다. 또한 열교환부(430)에서 응축되지 않은 가스는 가스 배출구(460)를 통해 가스 탱크(500)로 이송될 수 있다. 가스 탱크(500)는 가스를 기 설정된 압력으로 유지할 수 있다.
- [0094] 본 발명에 따른 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치(10)의 경우, 1톤의 하수 슬러지를 투입하면 약 95m^3 의 가스를 획득할 수 있음을 한국가스안전공사의 성능시험을 통해 확인하였다. 상기 가스는 메탄, 에탄, 프로판 등이 포함된 합성 탄화수소로서, 발열량은 약 $9200\text{kcal}/\text{m}^3$ 이다. 따라서, 본 발명에 따른 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치(10)를 이용하면 건조된 하수 슬러지 1톤에서 약 $874,000\text{kcal}$ 의 열에너지를 가진 가스 연료를 확보할 수 있다.
- [0095] 또한, 본 발명에 따른 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치(10)의 경우, 1톤의 하수 슬러지를 투입하면 약 150kg의 오일을 획득할 수 있으며, 상기 오일은 발열량이 약 $9400\text{kcal}/\text{kg}$ 임을 한국석유관리원의 성능시험을 통해 확인하였다. 따라서, 본 발명에 따른 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치(10)를 이용하면 하수 슬러지 1톤에서 약 $1,410,000\text{kcal}$ 의 열에너지를 가진 오일 연료를 확보할 수 있다.
- [0096] 정리하면, 건조된 하수 슬러지 1톤을 본 발명에 따른 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치(10)에 투입할 경우, 하수 슬러지로부터 약 $874,000\text{kcal}$ 의 열에너지를 가진 가스 연료와 약 $1,410,000\text{kcal}$ 의 열에너지를 가진 오일 연료를 1해낼 수 있고, 이 과정에서 버려지는 열 에너지 중 약 $330,000\text{kcal}$ 를 회수할 수 있다. 즉, 건조된 하수 슬러지 1톤에서 약 $2,614,000\text{kcal}$ 의 열에너지를 생산하는 것이며, 이러한 자원화를 통하여 하수 슬러지와 같은 폐기물 처리의 경제성을 향상시킬 수 있다.
- [0097] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장

도면

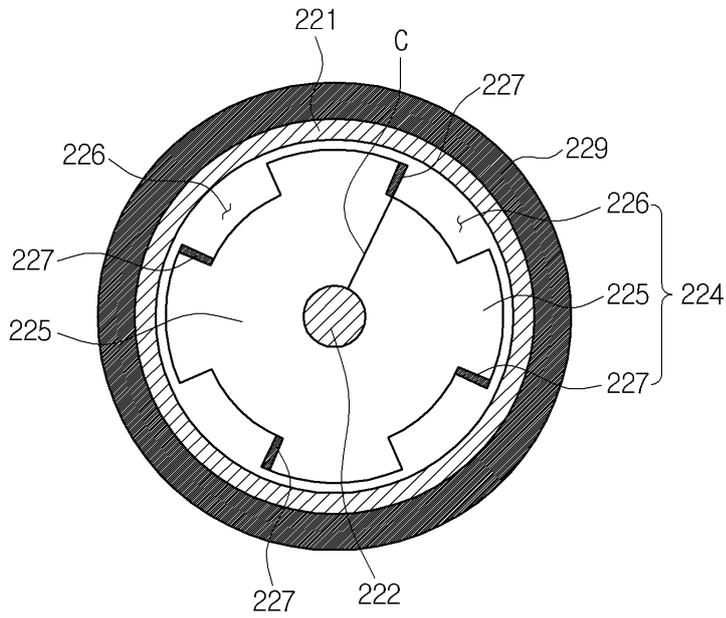
도면1



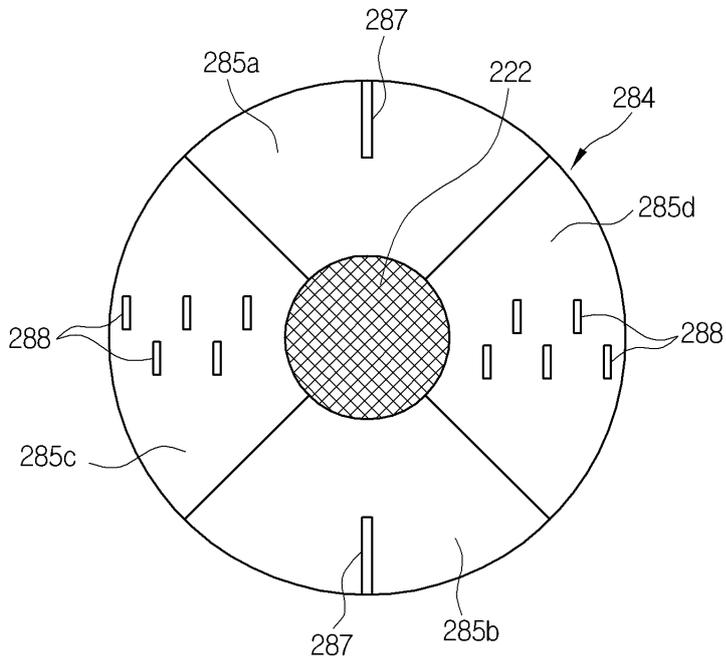
도면2



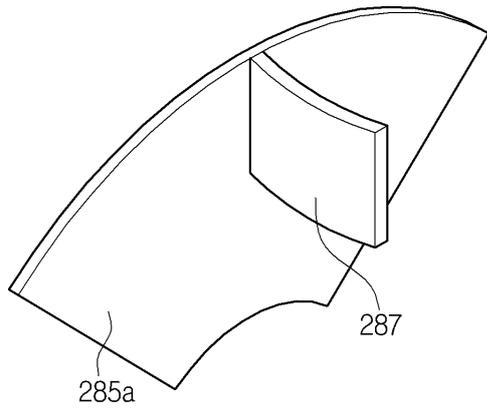
도면3



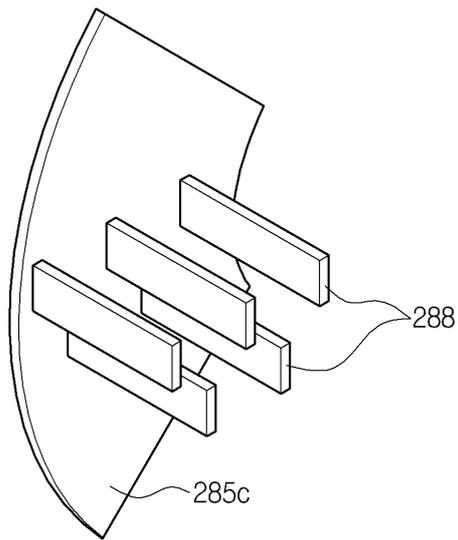
도면4



도면5

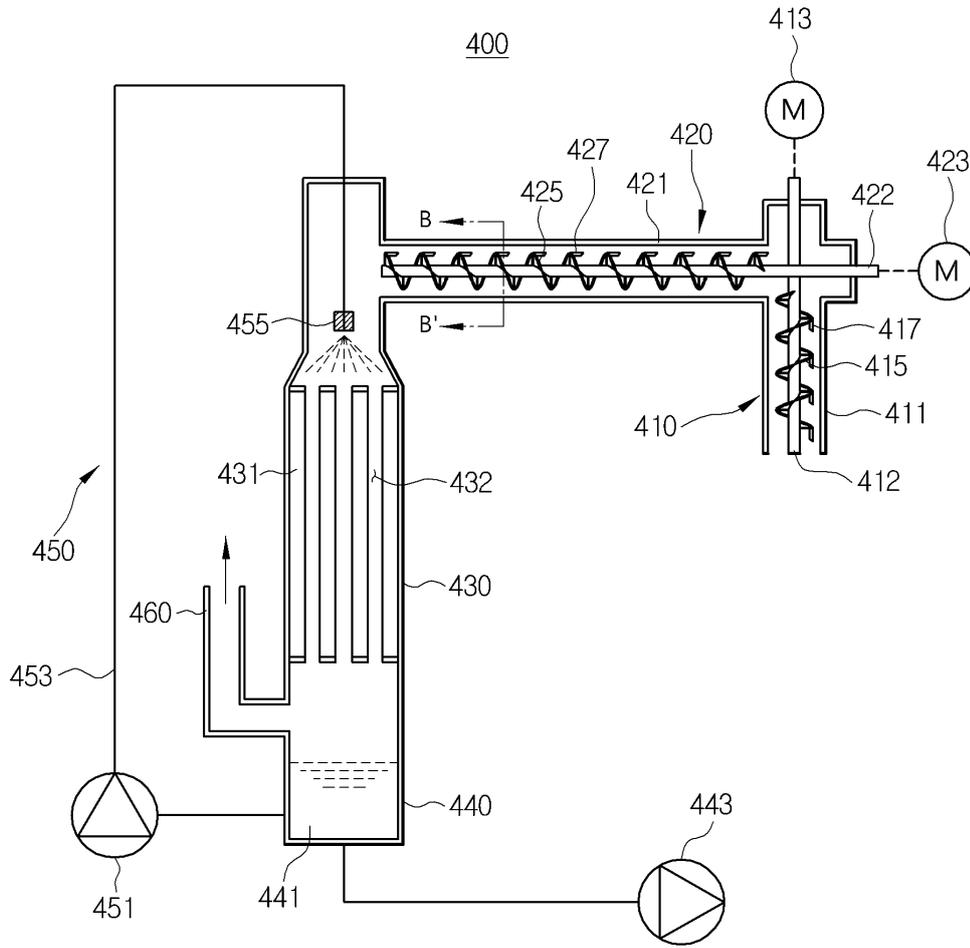


(a)

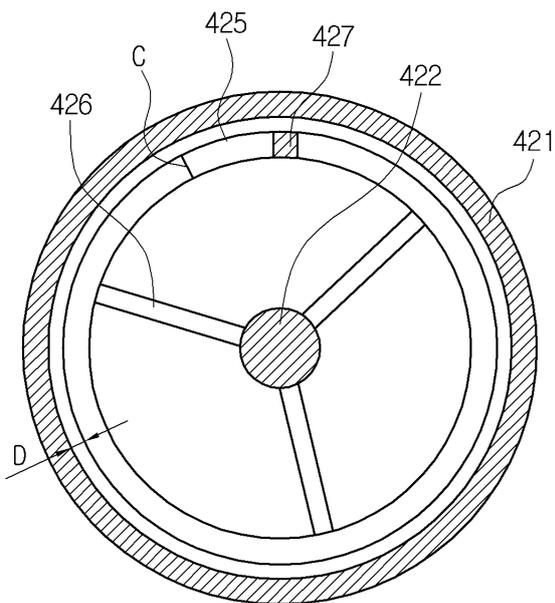


(b)

도면6



도면7



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 9

【변경전】

제1항에 있어서,

상기 열분해장치로 폐기물을 공급하는 투입장치; 및

상기 열분해장치에서 생성된 바이오차를 외부로 배출하는 배출장치를 더 포함하고,

상기 투입장치 및 상기 배출장치는 각각 복수개가 구비되는 것을 특징으로 하는 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치.

【변경후】

제1항에 있어서,

상기 열분해장치로 폐기물을 공급하는 투입장치; 및

상기 열분해장치에서 생성된 바이오차를 외부로 배출하는 배출장치를 더 포함하고,

상기 투입장치 및 상기 배출장치는 각각 복수개가 구비되는 것을 특징으로 하는 폐기물의 연속식 열분해 기술을 이용한 재생 에너지 및 친환경 자원 생산 장치.