



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0014399
(43) 공개일자 2021년02월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C10J 3/34 (2006.01) C10J 3/30 (2006.01)
C10K 1/02 (2006.01) G01N 1/24 (2006.01)
G01N 15/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C10J 3/34 (2013.01)
C10J 3/30 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0092431

(22) 출원일자 2019년07월30일

심사청구일자 2019년07월30일

(71) 출원인

아주대학교산학협력단

경기도 수원시 영통구 월드컵로 206 (원천동)

(72) 발명자

김형택

경기도 용인시 수지구 법조로 252, 광고스타클래스 4622동 1901호

허려화

경기도 화성시 동탄공원로 21-11, 941동 901호 (능동, 푸른마을모아미래도아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이준성

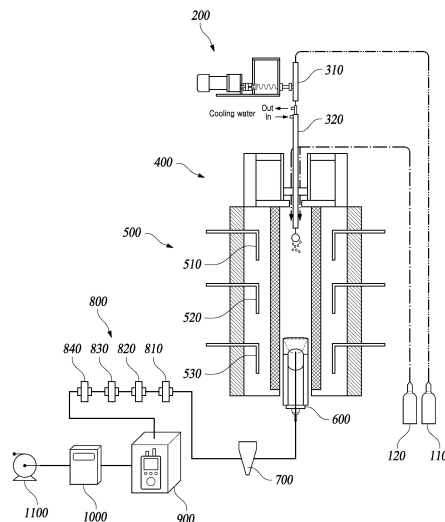
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 바이오매스 연소시 발생하는, 미세먼지의 원인이 되는 비산재 분석 장치

(57) 요약

본 발명의 실시예에 따른 비산재 분석 장치는, 바이오매스가 투입되는 투입부; 수직 방향으로 연장되며, 상기 투입부와 연결되는 상측 개구부와, 하측 개구부를 갖는 통 형상으로 이루어지며, 상기 투입부에 의해 투입된 바이오매스를 가열하여 산화시키는 반응로; 상기 하측 개구부를 통해 배출되는 산화된 바이오매스의 비산재를 수용하기 위한 포집부; 상기 포집부를 통과한 비산재를 포집하는 사이클론; 각각이 일정한 크기의 개구부를 가지며, 상기 사이클론으로부터 멀어짐에 따라 개구부의 크기가 작도록 배열되어, 상기 사이클론을 통과한 비산재를 크기에 따라 구분하는 복수의 필터; 상기 복수의 필터 중 개구부의 크기가 가장 작은 필터에 연결되며, 상기 반응로에서 생성된 가스를 흡입하여 외부로 배출하는 진공펌프; 및 상기 복수의 필터의 각각에 걸러진 비산재를 분석하는 입자 분석기를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C10K 1/026 (2013.01)

G01N 1/24 (2013.01)

G01N 15/02 (2020.05)

C10J 2200/15 (2013.01)

C10J 2300/0916 (2013.01)

C10J 2300/1628 (2013.01)

(72) 발명자

남궁현

경기도 화성시 동탄공원로 21-11, 941동 901호 (능동, 푸른마을모아미래도아파트)

박주창

인천광역시 서구 원적로 95번길 5, 301동 912호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2018K1A3A1A61025892

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 국제화기반조성사업 (한-중 산학연 대형 공동연구)

연구과제명 미세조류 유래 바이오디젤 연료 물성 개선 및 개발된 통합 바이오디젤 전환 공정 경

제성 분석

기 여 율 1/1

과제수행기관명 한국에너지기술연구원

연구기간 2019.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

바이오매스가 투입되는 투입부;

수직 방향으로 연장되며, 상기 투입부와 연결되는 상측 개구부와, 하측 개구부를 갖는 통 형상으로 이루어지며, 상기 투입부에 의해 투입된 바이오매스를 가열하여 산화시키는 반응로;

상기 하측 개구부를 통해 배출되는 산화된 바이오매스의 비산재를 수용하기 위한 포집부;

상기 포집부를 통과한 비산재를 포집하는 사이클론;

각각이 일정한 크기의 개구부를 가지며, 상기 사이클론으로부터 멀어짐에 따라 개구부의 크기가 작도록 배열되어, 상기 사이클론을 통과한 비산재를 크기에 따라 구분하는 복수의 필터;

상기 복수의 필터 중 개구부의 크기가 가장 작은 필터에 연결되며, 상기 반응로에서 생성된 가스를 흡입하여 외부로 배출하는 진공펌프; 및

상기 복수의 필터에 걸러지거나 상기 복수의 필터를 통과한 비산재를 분석하는 입자 분석기를 포함하는, 미세먼지의 원인이 되는 비산재 분석 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 투입부는,

수평 방향으로 연장되며 내부가 빈 스프링 형상을 갖는 스프링축과,

상기 스프링축의 일단에 결합되어 상기 스프링축을 회전시키는 회전부

를 포함하며,

상기 회전부에 의해 상기 스프링축이 회전함에 따라, 상기 스프링축 내부의 바이오매스가 상기 스프링축의 타단 방향으로 이동되어 상기 반응로의 상측 개구부에 투입되는 것을 특징으로 하는 비산재 분석 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 투입부는,

수평 방향으로 연장되며 내부가 빈 스프링 형상을 갖고, 상기 스프링축의 직경보다 큰 직경을 갖고 상기 스프링축을 둘러싸도록 형성되며, 상기 회전부에 일측이 결합되어 상기 스프링축과 함께 회전되는 혼합부

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 비산재 분석 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 혼합부는, 상기 스프링축의 단위 길이당 권선수보다 적은 단위 길이당 권선수를 갖는 것을 특징으로 하는 비산재 분석 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 바이오매스 연소시 발생하는 비산재를 분석하는 장치에 관한 것으로, 특히 바이오매스를 연소시키고

그로부터 발생한 비산재를 분석하는 것을 한꺼번에 수행할 수 있는 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 에너지를 얻는 전통적인 방법으로서 바이오매스를 연소 또는 가스화하는 방법이 있다. 연소 또는 가스화시 발생하는 다양한 물질은 환경오염의 원인이 되고 있으며, 특히 미세먼지를 발생시키는 것으로 알려져 있다. 그러나, 어떠한 종류의 미세먼지가 어느 정도로 발생하는지에 대한 정확한 메커니즘은 알려져 있지 않다.
- [0003] 이와 관련하여, 한국특허공개공보 제10-2019-0060848호는, 바이오매스(B)를 가스화하는 공정(10)으로서, 상기 바이오매스(B)가 가스화를 위해 장치(11)에 공급되고, 제 1 공정 단계(12, 12i, 12ii)에서, 공급된 상기 바이오매스(B)로부터 미가공 가스(R) 및 탄소성 잔류물(RK)을 생성하고, 제 2 공정 단계(13)에서, 상기 탄소성 잔류물(RK)은 가스화 구역(ZV)에서 상기 미가공 가스(R)의 가스 성분들로 부분적으로 가스화되고, 그 결과 활성탄(AK) 및 고온 생성 가스(PH)가 형성되고, 제 3 공정 단계(14)에서, 무-수 및 무-재(waft)의 기준 조건에 대한 공급된 상기 바이오매스(B)의 질량 단위 당, 최소 0.02 질량 단위와 최대 0.1 질량 단위 사이의 활성탄(AK)과 공급된 바이오매스(B)가 얻어지는 고온 생성 가스(PH)가 상기 가스화 구역(ZV)에서 제거되어 냉각 구역(ZK)으로 운반되고, 상기 냉각 구역(ZK)에서 결합 냉각되어, 흡착 공정이 수행되고, 상기 활성탄(MAK2)은 냉각되는 동안 상기 고온 생성 가스(PH)로부터 타르로 농후화되는, 바이오매스(B)를 가스화하는 공정을 개시하고 있다.
- [0004] 그러나, 상기 공보는 단순히 바이오매스를 가스화함에 있어서 효율이 높은 방법을 제시하고 있을 뿐이며, 미세먼지의 발생을 최소화하는 운전 방법을 고려하고 있지는 않다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 한국특허공개공보 제10-2019-0060848호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명의 실시예는, 바이오매스의 연소와 함께, 이로부터 발생하는 미세먼지의 분석까지도 한꺼번에 실행할 수 있는 장치를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명의 실시예에 따른 비산재 분석 장치는, 바이오매스가 투입되는 투입부; 수직 방향으로 연장되며, 상기 투입부와 연결되는 상측 개구부와, 하측 개구부를 갖는 통 형상으로 이루어지며, 상기 투입부에 의해 투입된 바이오매스를 가열하여 산화시키는 반응로; 상기 하측 개구부를 통해 배출되는 산화된 바이오매스의 비산재를 수용하기 위한 포집부; 상기 포집부를 통과한 비산재를 포집하는 사이클론; 각각이 일정한 크기의 개구부를 가지며, 상기 사이클론으로부터 떨어짐에 따라 개구부의 크기가 작도록 배열되어, 상기 사이클론을 통과한 비산재를 크기에 따라 구분하는 복수의 필터; 상기 복수의 필터 중 개구부의 크기가 가장 작은 필터에 연결되며, 상기 반응로에서 생성된 가스를 흡입하여 외부로 배출하는 진공펌프; 및 상기 복수의 필터에 걸러지거나 상기 복수의 필터를 통과한 비산재를 분석하는 입자 분석기를 포함한다.
- [0008] 상기 투입부는, 수평 방향으로 연장되며 내부가 빈 스프링 형상을 갖는 스프링축과, 상기 스프링축의 일단에 결합되어 상기 스프링축을 회전시키는 회전부를 포함하며, 상기 회전부에 의해 상기 스프링축이 회전함에 따라, 상기 스프링축 내부의 바이오매스가 상기 스프링축의 타단 방향으로 이동되어 상기 반응로의 상측 개구부에 투입될 수 있다.
- [0009] 상기 투입부는, 수평 방향으로 연장되며 내부가 빈 스프링 형상을 갖고, 상기 스프링축의 직경보다 큰 직경을 갖고 상기 스프링축을 둘러싸도록 형성되며, 상기 회전부에 일측이 결합되어 상기 스프링축과 함께 회전되는 혼합부를 더 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 혼합부는, 상기 스프링축의 단위 길이당 권선수보다 적은 단위 길이당 권선수를 가질 수 있다.

발명의 효과

- [0011] 본 발명의 실시예에 의하면, 바이오매스의 연소 내지 가스화 공정을 실행하면서, 발생하는 비산재의 분석도 함께 수행 가능하다.
- [0012] 비산재의 분석 결과에 따라 미세먼지의 종류와 양을 분석하고, 이에 따라 연소 내지 가스화의 운전 조건을 설정함으로써 미세먼지의 발생을 제어할 수 있다.
- [0013] 스프링축을 구비한 투입부에 의해 바이오매스의 투입을 용이하게 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 미세먼지의 원인이 되는 비산재 분석 장치의 구성도이다.
- 도 2는 도 1의 투입부(200)의 구성도이다.
- 도 3~도 6은 본 발명의 실시예에 따른 비산재 분석 장치를 이용하여 바이오매스를 포함한 시료를 연소 내지 가스화하고 이를 분석한 결과를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 본 출원에 설명된 임의의 실시예의 방법 또는 구성이 본 출원에 설명된 임의의 다른 방법 또는 구성에 대하여 구현될 수 있다는 것이 고려되어야 할 것이다.
- [0016] 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정되어 해석되지 말아야 하며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.
- [0017] 명세서 및 청구범위에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0018] 명세서 및 청구범위에서 용어 "포함하는"과 함께 사용되는 단수 단어의 사용은 "하나"의 의미일 수도 있고, 또는 "하나 이상", "적어도 하나", 및 "하나 또는 하나보다 많은"의 의미일 수도 있다.
- [0019] 명세서 및 청구범위에 기재된 "...부", "...기", "모듈", "장치" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0020] 명세서 및 청구범위에서의 용어 "또는"의 사용은 상호 배타적이거나 단지 선택 가능한 것들을 나타내는 것으로 명백하게 표시되지 않는 한 "및/또는"을 의미하기 위해 사용된다.
- [0021] 명세서 및 청구범위에서의 "연결"된다는 표현은 두 개의 구성요소가 직접 연결되는 경우뿐만 아니라, 중간에 다른 구성요소를 개재하여 간접적으로 연결되는 경우도 포함하며, 유선 또는 무선의 경우를 모두 포함할 수 있다.
- [0022] 본 명세서에서 단순히 "연소"라고 표현한 경우에도 연소뿐만 아니라 가스화까지 포함하는, "산화"와 유사한 개념으로 이해될 것이다.
- [0023] 본 발명의 특징 및 이점들은 다음 상세한 설명으로부터 분명해질 것이다. 그러나, 본 발명의 사상 및 범위 내 다양한 변경 및 변형이 본 상세한 설명으로부터 해당 기술분야의 통상의 기술자들에게 분명해질 것이기 때문에, 상세한 설명 및 구체적인 예들은 본 발명의 구체적인 실시예들을 나타내지만, 단지 예로서 주어진다 것이 이해되어야 한다. 같은 번호들은 전체에 걸쳐 같은 요소들을 나타낸다.
- [0025] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대하여 설명한다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 미세먼지의 원인이 되는 비산재 분석 장치의 구성도이다.
- [0027] 도 1을 참조하면, 비산재 분석 장치는, 바이오매스가 투입되는 투입부(200); 수직 방향으로 연장되며, 상기 투입부(200)와 연결되는 상측 개구부와, 하측 개구부를 갖는 통 형상으로 이루어지며, 상기 투입부에 의해 투입된 바이오매스를 가열하여 산화시키는 반응로(500); 상기 하측 개구부를 통해 배출되는 산화된 바이오매스의 비산재를 수용하기 위한 포집부(600); 상기 포집부(600)를 통과한 비산재를 포집하는 사이클론(700); 각각이 일정한

크기의 개구부를 가지며, 상기 사이클론(700)으로부터 멀어짐에 따라 개구부의 크기가 작도록 배열되어 상기 사이클론(700)을 통과한 비산재를 크기에 따라 구분하는 복수의 필터(800); 상기 복수의 필터(800) 중 개구부의 크기가 가장 작은 필터(840)에 연결되며, 상기 반응로(500)에서 생성된 가스를 흡입하여 외부로 배출하는 진공 펌프(1100); 및 상기 복수의 필터에 걸리지거나 상기 복수의 필터를 통과한 비산재를 분석하는 입자 분석기(900)를 포함한다.

- [0028] 본 발명의 실시예에 따른 비산재 분석 장치는 제1 및 제2 가스 공급부(110, 120), 제1 및 제2 바이오매스 공급관(310, 320), 예열부(400) 및 MFC(Mass Flow Controller; 1000)를 더 포함할 수 있다.
- [0029] 제1가스 공급부(110)는 바이오매스의 이동을 원활하게 하기 위한 분체 이송 가스를 공급한다. 분체 이송 가스는 예를 들어 질소 가스일 수 있다. 제2 가스 공급부(120)는 바이오매스의 산화를 촉진시킬 수 있는 산화 가스를 공급한다. 산화 가스는 예를 들어 산소 가스일 수 있다. 제1 가스 공급부(110)는 제1 바이오매스 공급관(310)에 연결되고, 제2 가스 공급부(120)는 반응로(500)의 상측 개구부에 연결된다.
- [0030] 투입부(200)는 바이오매스를 제1 및 제2 바이오매스 공급관(310, 320)을 통해 반응로(500)에 투입한다. 투입부(200)는 바이오매스만을 투입할 수도 있고, 바이오매스와 다른 물질, 예를 들어 석탄과의 혼합 물질을 투입할 수도 있다. 즉, 투입부(200)는 적어도 일부에 바이오매스를 포함하는 물질을 투입한다. 투입부(200)의 구체적인 구조에 대해서는 후술한다.
- [0031] 제1 바이오매스 공급관(310)은 수직으로 연장되는 관이며, 일측이 투입부(200)에 연결되어 투입부(200)로부터 바이오매스가 공급된다. 제1 바이오매스 공급관(310)의 상측 단부로 제1 가스 공급부(110)로부터 공급된 분체 이송 가스가 공급된다. 이에 따라, 제1 바이오매스 공급관(310) 내에서 바이오매스와 분체 이송 가스가 섞여서 중력 방향을 따라 제1 바이오매스 공급관(310)의 하측 단부로 이동한다.
- [0032] 제2 바이오매스 공급관(320)은 수직으로 연장되며, 내측 공간과 외측 공간으로 분리된 3중관 구조를 갖는다. 제2 바이오매스 공급관(320)의 내측 공간으로는 제1 바이오매스 공급관(310)이 연결되어 바이오매스가 분체 이송 가스와 함께 투입된다. 제2 바이오매스 공급관(320)의 외측 공간에는 냉매가 흐르며, 제2 바이오매스 공급관(320)의 외관에는 투입구 및 배출구가 형성되어 있어, 외부로부터 투입구를 통해 외측 공간으로 공급된 냉매가 배출구를 통해 다시 외부로 흘러 나갈 수 있다. 냉매로서 냉각수가 이용될 수 있다.
- [0033] 예열부(400)는 제2 바이오매스 공급관(320)의 주위에 형성되어 제2 바이오매스 공급관(320)으로 흐르는 바이오매스 및 분체 이송 가스의 혼합물질을 가열한다. 예열부(400)의 가열 온도는 반응로(500)보다 낮게 설정되어, 반응로(500)에서 연소 반응이 원활하게 이루어지도록 한다. 전술한 바와 같이, 제2 바이오매스 공급관(320)의 외측 공간에는 냉매가 흐르기 때문에, 제2 바이오매스 공급관(320)의 파손이 방지된다.
- [0034] 반응로(500)는 수직 방향으로 연장되는 통 형상이며, 상측 개구부와 하측 개구부를 갖는다. 반응로(500)의 상측 개구부는 투입부(200)와 연결된다. 도 1에 도시된 바와 같이, 반응로(500)의 상측 개구부는 제1 바이오매스 공급관(310) 및 제2 바이오매스 공급관(320)을 통해 투입부(200)와 연결될 수 있다. 이에 따라, 반응로(500)는 투입부(200)에 의해 투입된 바이오매스를 가열하여 산화시킨다. 상측 개구부를 통해 제2 가스 공급부(120)로부터 공급된 산화 가스가 공급될 수 있으며, 이에 따라 바이오매스의 연소를 촉진시킬 수 있다.
- [0035] 반응로(500)는 수직 방향으로 배열된 제1 히터(510), 제2 히터(520), 제3 히터(530)와, 제1~제3 히터(510~530)의 온도를 독립적으로 제어 가능한 제어부(미도시)를 포함할 수 있다. 반응로(500)는 수직 방향으로 연장되는 통 형상이기 때문에, 반응로(500) 내의 수직 방향의 위치에 따라 가열 온도가 상이할 수 있다. 제어부는 제1~제3 히터(510~530)의 온도를 독립적으로 제어함으로써, 반응로(500)의 수직 방향에 따른 온도를 원하는 조건에 맞게 조절할 수 있다.
- [0036] 포집부(600)는 반응로(500)의 하측 개구부를 통해 배출되는 산화된 바이오매스의 비산재를 수용한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 포집부(600)는 반응로(500)의 하측 개구부에 위치한다. 이에 따라, 반응로(500)의 내부에서 바이오매스가 연소되어 발생한 비산재가 중력 방향으로 떨어지면 포집부(600)에 수용될 수 있다.
- [0037] 포집부(600)는 화력발전소의 연소 보일러 내부의 열교환기에 해당할 수 있다. 연료가 연소되면 고온의 가스가 생산됨과 동시에 비산재가 발생하는데 이 중 용융온도가 낮아 고온에서 끈적끈적한 상태가 되는 비산재는 포집부(600)에 달라붙어 파울링을 형성하고 용융온도가 높아 고온에서도 녹지 않는 비산재는 포집부(600)를 지나 사이클론(700)으로 이동하게 된다. 비산재의 이러한 파울링 형성은 실제 화력발전소 연소 보일러 내 열교환기에서도 발생하여 열교환기의 열교환 효율을 떨어뜨리고 심각한 경우 열교환기가 비산재로 막혀 발전소 가동을 멈추

게 하는 원인이 될 수 있다.

- [0038] 사이클론(700)은 포집부(600)를 통과한 비산재를 포집한다. 전술한 바와 같이, 반응로(500)에서 바이오매스가 연소함으로써 발생한 비산재는 1차적으로 포집부(600)에 수용되며, 포집부(600)에 수용되지 못한 비산재는 사이클론(700)에 수집될 수 있다. 너무 많은 비산재가 후단으로 이동하면 필터(800)가 쉽게 막히고 비산재가 진공 펌프(1100)로 들어가면 문제가 될 수 있기 때문에, 큰 사이즈의 비산재들을 미리 걸러주는 기능을 수행한다.
- [0039] 복수의 필터(800)는 각각이 일정한 크기의 개구부를 가지며, 사이클론(700)으로부터 멀어짐에 따라 개구부의 크기가 작도록 배열되어 사이클론(700)를 통과한 비산재를 크기에 따라 구분한다. 예를 들어, 필터(810)의 개구부의 사이즈는 10um, 필터(820)의 개구부의 사이즈는 2.5um, 필터(830)의 개구부의 사이즈는 1.2um, 필터(840)의 개구부의 사이즈는 0.45um일 수 있다. 이에 따라, 입자 사이즈가 10um보다 큰 비산재는 필터(810)에 걸러지고, 입자 사이즈가 2.5um~10um인 비산재는 필터(820)에 걸러지고, 입자 사이즈가 1.2um~2.5um인 비산재는 필터(830)에 걸러지고, 입자 사이즈가 0.45um~1.2um인 비산재는 필터(840)에 걸러질 수 있다. 다만, 필터(810~840)는 예시에 불과하며, 필터의 개수나 각 필터의 개구부의 사이즈는 다양하게 변경될 수 있다.
- [0040] 입자 분석기(900)는 복수의 필터(810~840)에 걸러지거나 복수의 필터(810~840)를 통과한 비산재를 분석한다. 이에 따라, 바이오매스의 연소시 연료의 특성에 따른 비산재의 퇴적 현상과 미세먼지의 특성을 측정할 수 있다. 예를 들어, 입자 분석기(900)는 복수의 필터(810~840)에 걸러진 비산재의 양과 복수의 필터(810~840)를 통과한 비산재의 양을 분석함으로써, 입자의 크기별 양을 알 수 있다. 또한, 입자 분석기(900)는 복수의 필터(810~840)에 걸러진 비산재의 성분과 복수의 필터(810~840)를 통과한 비산재의 성분을 분석함으로써, 입자의 크기별 성분을 알 수도 있다.
- [0041] 진공 펌프(1100)는 복수의 필터(810~840) 중 개구부의 크기가 가장 작은 필터(840)에 연결되어, 반응로(500) 내의 가스를 흡입하여 외부로 배출한다. 이에 따라, 반응로(500) 내에서 생성되는 가스들이 종류 유동장에 영향을 미치는 것이 방지된다.
- [0042] MFC(1000)는 진공 펌프(1100)와 개구부의 크기가 가장 작은 필터(840)의 사이에 연결되어, 진공 펌프(1100)가 흡입하는 가스의 양을 조절한다.
- [0044] 도 2는 도 1의 투입부(200)의 구성도이다.
- [0045] 도 2를 참조하면, 투입부(200)는, 수평 방향으로 연장되며 내부가 빈 스프링 형상을 갖는 스프링축(220)과, 스프링축(220)의 일단에 결합되어 스프링축(220)을 회전시키는 회전부(240)를 포함한다. 스프링축(220)은 탄성을 가질 수도 있고 갖지 않을 수도 있다. 투입부(200)는 바이오매스가 저장된 저장부(210)를 더 포함하며, 저장부(210)의 측벽에 회전부(240)가 위치하고, 저장부(210)를 가로질러 스프링축(220)이 위치할 수 있다.
- [0046] 회전부(240)에 의해 스프링축(220)이 회전함에 따라, 스프링축(220) 내부의 바이오매스가 스프링축(220)의 타단 방향으로 이동되어 반응로(500)의 상측 개구부에 투입된다. 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 스프링축(220)의 타단에는 제1 바이오매스 공급관(310)이 연결될 수 있으며, 이에 따라 스프링축(220) 내부의 바이오매스는 제1 바이오매스 공급관(310) 및 제1 바이오매스 공급관(310)에 연결된 제2 바이오매스 공급관(320)을 거쳐 반응로(500)의 상측 개구부에 투입될 수 있다.
- [0047] 바이오매스는 특성상 파우더 형태로 만들기 어렵고 섬유질을 포함한다. 이에 따라, 스프링축(220) 대신 단순한 막대 형상의 축을 이용하는 경우에는 축 둘레에 바이오매스의 섬유질이 엉겨붙어 바이오매스가 원활하게 공급되지 못한다. 본 실시예에서 스프링축(220)은 내부가 빈 스프링 형상이기 때문에 바이오매스의 섬유질이 엉겨붙지 않으며, 내부의 바이오매스를 타단 방향으로 밀어낼 수 있다. 이에 따라, 투입부(200)는 바이오매스를 효과적으로 공급할 수 있다. 상기 투입부를 이용하면 석탄, 하수슬러지, 초본계 및 목본계 바이오매스, 해양 바이오매스 등 다양한 물성을 갖는 연료의 투입이 가능하다.
- [0048] 투입부(200)는, 수평 방향으로 연장되며 내부가 빈 스프링 형상을 갖고, 상기 스프링축의 직경보다 큰 직경을 갖고 스프링축(220)을 둘러싸도록 형성되며, 상기 회전부에 일측이 결합되어 상기 스프링축과 함께 회전되는 혼합부(230)를 더 포함할 수 있다. 혼합부(230)는, 스프링축(220)의 단위 길이당 권선수보다 적은 단위 길이당 권선수를 가질 수 있다.
- [0049] 바이오매스는 유동성이 적기 때문에, 스프링축(220) 내부의 바이오매스가 투입되어 빈 공간이 생기더라도 주변의 바이오매스가 빈 공간으로 잘 유입되지 않는다. 본 실시예에서는 스프링축(220)의 둘레에 혼합부(230)를 구

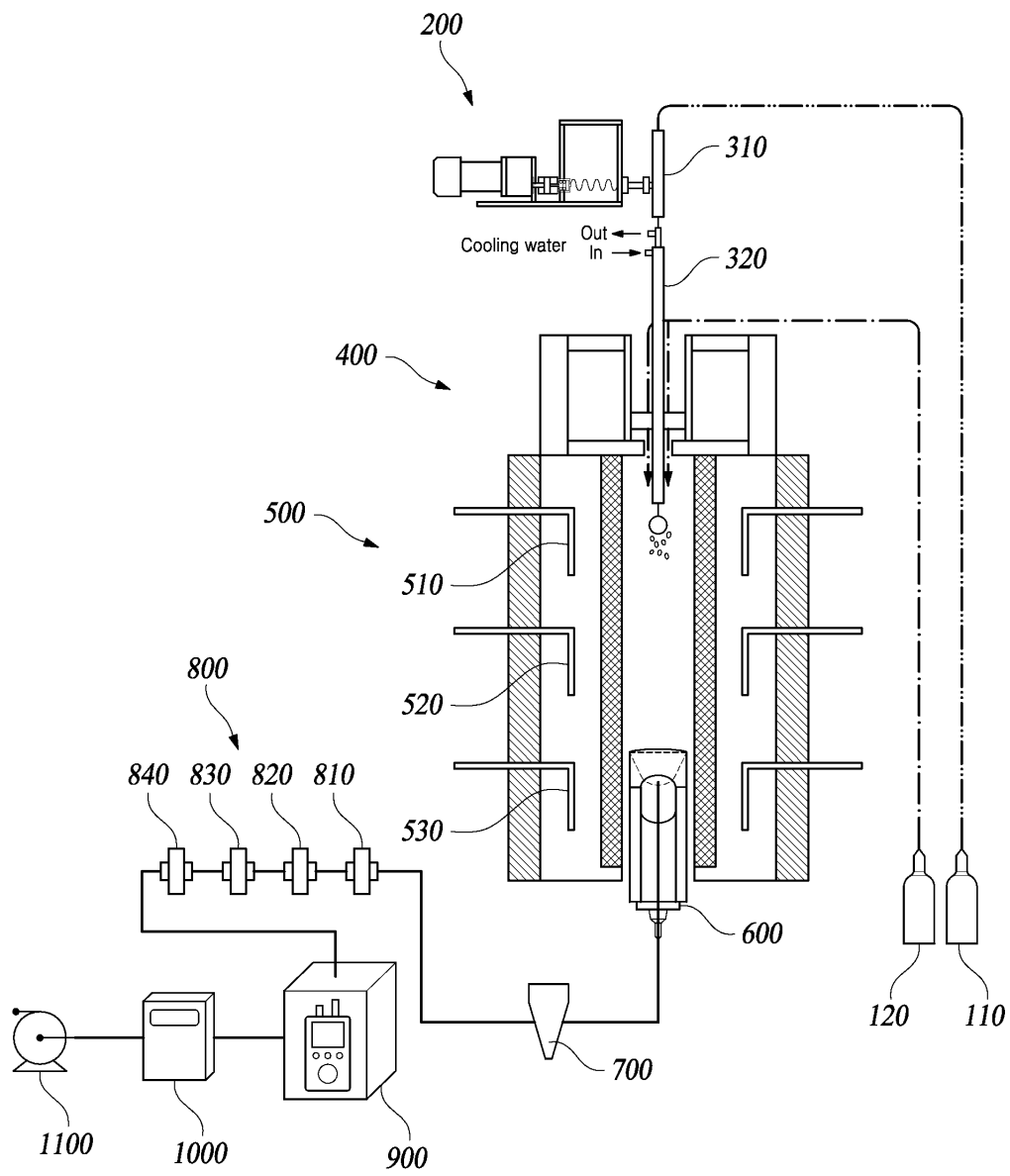
비하고 스프링축과 함께 혼합부(230)를 회전시킴으로써, 스프링축(220) 주위의 바이오매스에 유동성을 가하여 스프링축(220) 내부로 바이오매스가 원활하게 이동하도록 한다. 이때, 혼합부(230)의 스프링 간격은 스프링축(220)의 스프링 간격보다 크기 때문에, 바이오매스와 혼합부(230) 간의 마찰이 적은 상태에서 혼합부(230)의 회전이 가능하며, 혼합부(230) 외측의 바이오매스가 혼합부(230)를 지나 스프링축(220)의 내부로 유입될 수 있다.

- [0051] 다음으로, 도 1 및 도 2의 비산재 분석 장치를 이용한 실험 결과에 대하여 설명한다.
- [0052] 입자 사이즈가 75 μ m 이하인, 바이오매스를 포함하는 시료가 투입속도 0.45g/min으로 투입부(200)를 통해 공급되었다. 예열부(400)는 900℃로 가열되고 반응로(500)는 1300℃로 가열되었다. 시료의 투입이 안정된 후 약 10분간 700~900℃의 온도를 갖는 포집부(600)에서 회분을 채취하였다. 연소를 위해 공기비(Air-Fuel ratio)는 1.2로 설정되었다.
- [0054] 도 3a 및 도 3b는 바이오매스를 포함하는 시료 A 및 B를 각각 이용한 경우, 포집부(600)의 사진, 반응로(500)에 투입된 투입량, 포집부(600)에 용착된용착량 및 투입량에 대한 용착량을 포집부(600)의 온도(700℃, 800℃, 900℃)에 따라 나타낸 표이다. 본 실험에서 시료 A로는 아역청탄이 이용되었고, 시료 B로는 바이오매스 3%를 포함하는 석탄이 이용되었다.
- [0055] 시료 A와 시료 B 모두 포집부(600)의 온도가 상승할수록 회분의 용착 현상이 두드러지게 증가되었다. 이로부터, 일반적으로 포집부의 온도가 높을수록 회분 용착 현상이 가속화되고 회분의 성분들끼리 응집되어 파울링이 생성되는 것을 알 수 있다. 파울링의 생성 원인은 다양하지만 주로 칼륨과 같은 알칼리계열의 금속에 의해 발생하는 것으로 알려져 있다. 회분의 칼륨 성분이 어떤 화학적 결합을 나타내느냐에 따라 그 녹는점이 달라지지만, 대체로 1,000℃ 이하의 온도에서 칼륨 성분이 용융된다. 이러한 특성으로부터 연소 시스템의 운전 온도, 재질을 결정할 수 있다.
- [0056] 도 3a 및 도 3b로부터 알 수 있듯이, 회분 용착율은 시료 B가 시료 A에 비해 다소 낮게 측정되었다.
- [0058] 도 4는 포집부(600)에 용착된 시료 A 및 B의 화학적 특성을 분석한 결과를 나타낸다. 본 실험에서 시료 A로는 바얀 석탄(Bayan coal)이 이용되었고, 시료B로는 당밀 3%를 포함하는 HCK가 이용되었다.
- [0059] SEM-EDX 분석결과, 시료 A 및 B 모두에서 상부층에는 상대적으로 Al, Si 성분의 함량이 높았고, 하부층에는 상대적으로 알칼리 금속인 K 성분의 함량이 높았다. 이는, 칼륨과 같은 녹는점이 낮은 금속성분이 먼저 휘발되어 발전 설비에 먼저 용착되어 점착 영역(sticky zone)을 형성하고, 이후에 휘발되는 금속 성분들이나 입자상으로 비산되어 배출되는 Al, Si 성분들이 지속적으로 증착하고 성장하는 것으로 해석된다.
- [0060] XRD 분석 결과, 시료 A 및 B모두에서 석영이 많은 것으로 검출되었다.
- [0062] 도 5는 시료 A를 이용한 경우 필터(810~840)의 이미지와 반응 전후의 무게 변화 및 SEM-EDX 이미지를 촬영한 결과이고, 도 6은 SEM-EDX 성분 분석 결과를 나타내는 도면이다.
- [0063] 도 6에 의하면, 화학 성분 함량에 따라 미세먼지의 원인이 되는 회분의 입경 및 모양이 상이한 것을 알 수 있다. #1과 같은 구형 모양의 성분은 대부분 Fe로 분석되었으며, #2는 길쭉한 타원 모양의 미세먼지로 대부분 Si 성분인 것으로 분석되었다. #3과 #4는 다양한 성분들이 서로 응집된 것을 확인할 수 있었다.
- [0065] 이상, 본 발명의 실시예에 관하여 구체적으로 설명하였다. 그러나, 관련 기술분야에서의 통상의 기술자는 다른 구성요소들 및 구성들이 본 발명의 사상 및 범위에서 벗어나지 않고 사용될 수 있다는 것을 인식할 것이다.

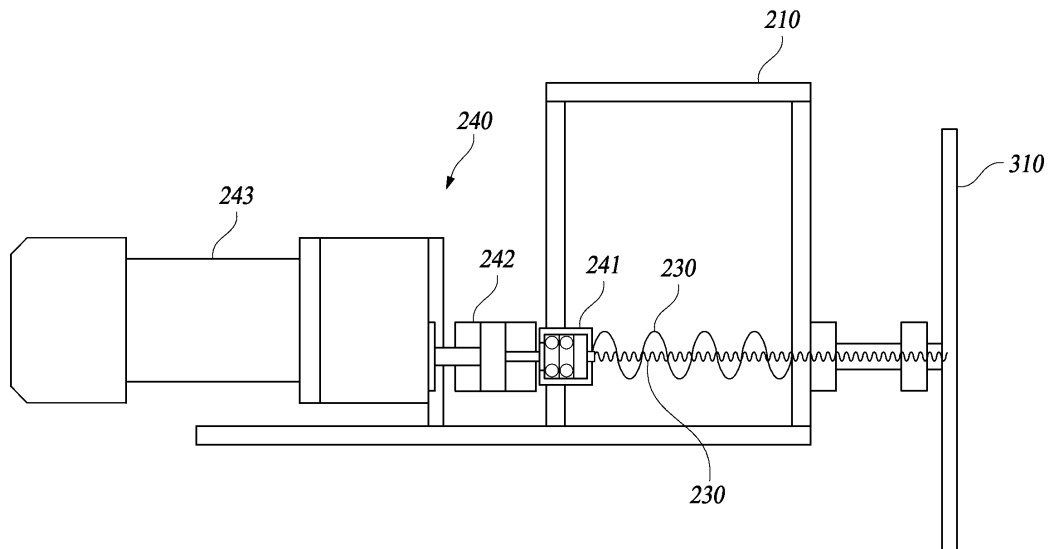
부호의 설명

도면




도면1



도면2



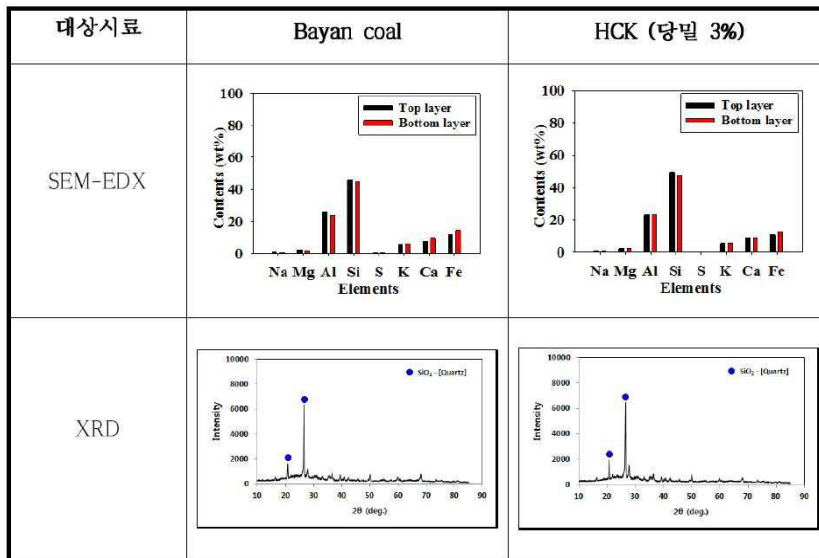
도면3a

| 시료 A | 700℃ | 800℃ | 900℃ |
|--------------|--|--|--|
| 음작 파울링 |  |  |  |
| 투입량(g) | 0.4035 | 0.4035 | 0.4035 |
| 회분 음작량(g) | 0.0540 | 0.0630 | 0.1150 |
| 회분 음작량 / 투입량 | 0.135 | 0.207 | 0.285 |

도면3b

| 시료 B | 700℃ | 800℃ | 900℃ |
|--------------|---|---|---|
| 음작 파울링 |  |  |  |
| 투입량(g) | 0.4580 | 0.4580 | 0.4580 |
| 회분 음작량(g) | 0.0390 | 0.0600 | 0.1100 |
| 회분 음작량 / 투입량 | 0.085 | 0.175 | 0.240 |

도면4



도면5

| 계구부 크기 | 10um | 2.5um | 1.2um | 0.45um |
|------------------|--------|--------|--------|--------|
| 반응 후 필터 이미지 | | | | |
| 무게변화(g) | 0.0090 | 0.0010 | 0.0007 | 0.0005 |
| SEM-EDX Image | | | | |

도면6

