



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0077384  
(43) 공개일자 2016년07월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C10J 3/48 (2006.01) C10J 3/46 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2014-0186545  
(22) 출원일자 2014년12월22일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
재단법인 포항산업과학연구원  
경북 포항시 남구 효자동 산-32번지  
(72) 발명자  
김량균  
부산 동래구 온천천로253번길 18-5 (수안동)  
(74) 대리인  
특허법인씨엔에스

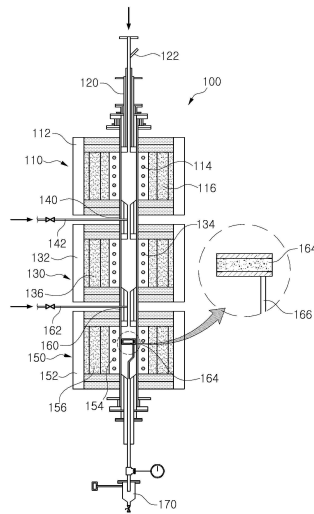
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 하향식 분류층 반응장치

**(57) 요약**

본 발명의 일 실시예는 한번의 실험을 통해 에어 스테이징(air staging) 연소 및 가스화 반응 실험과, 파울링/슬래깅 실험을 동시에 할 수 있도록 개선된 하향식 분류층 반응장치를 제공하는 것으로, 본 발명의 일 측면에 따른 하향식 분류층 반응장치는 고체 연료 및 연소에 필요 충분한 산화 가스를 공급하여 연소하는 제1단 반응로; 상기 제1단 반응로의 하부에 제공되어 상기 제1단 반응로에서 미연소된 고체 연료의 가스화를 위해 산화 가스를 희박하게 공급하며 연소하여 제2단 반응로; 상기 제2단 반응로의 하부에 제공되어 상기 제2단 반응로에서 미연소된 고체 연료를 연소하기 위해 산화 가스를 공급하며 연소하는 제3단 반응로;를 포함한다.

**대표도** - 도2



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

고체 연료 및 연소에 필요 충분한 산화 가스를 공급하여 연소하는 제1단 반응로;

상기 제1단 반응로의 하부에 제공되어 상기 제1단 반응로에서 미연소된 고체 연료의 가스화를 위해 산화 가스를 희박하게 공급하며 연소하여 제2단 반응로;

상기 제2단 반응로의 하부에 제공되어 상기 제2단 반응로에서 미연소된 고체 연료를 연소하기 위해 산화 가스를 공급하며 연소하는 제3단 반응로;

를 포함하는 하향식 분류층 반응장치.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 제1단 반응로는

제1가열유닛이 구비된 제1단 반응로 본체와,

상기 제1단 반응로 본체의 상부에 제공되어 고체 연료를 공급하는 연료공급부와,

상기 연료공급부의 일측에 연계되는 제1가스 공급부를 포함하는 하향식 분류층 반응장치.

#### 청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 제2단 반응로는

제2가열유닛이 구비된 제2단 반응로 본체와,

상기 제1단 반응로 본체와 상기 제2단 반응로 본체 사이에 연결하는 제1배가스 통로와,

상기 제1배가스 통로의 일측에 연계되는 제2가스 공급부를 포함하는 하향식 분류층 반응장치.

#### 청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 제3단 반응로는

주변부에 제3가열유닛이 구비된 제3단 반응로 본체와,

상기 제2단 반응로 본체와 상기 제3단 반응로 본체 사이에 연결하는 제2배가스 통로와,

상기 제2배가스 통로의 일측에 연계되는 제3가스 공급부와,

상기 제3단 반응로의 하부에 제공되어 상기 제3단 반응로 본체에서 형성된 상기 고체 연료의 회분을 배출하는 미연분 포집부와,

상기 미연분 포집부의 전단에 제공되어 상기 고체 연료의 회분 일부를 포집하는 회분 포집부를 포함하는 하향식 분류층 반응장치.

#### 청구항 5

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 고체 연료는 석탄의 미분분말을 포함하는 하향식 분류층 반응장치.

## 발명의 설명

## 기술분야

[0001] 본 발명은 고체 연료의 다단반응 및 파울링/슬래깅 시험에 사용되는 하향식 분류층 반응장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 미분탄을 연료로 사용하는 보일러 및 분류층 가스화기의 고체 연료 다단 반응성 및 파울링/슬래깅 특성을 시험하기 위한 하향식 분류층 반응장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 현재 소비되고 있는 대부분의 석탄은 대기압하에서의 발전용 보일러 등에서 연소되며, 이와 관련하여 대기압하에서의 발전용 보일러 등에서 연소되며, 이와 관련하여 대기압하에서의 석탄의 연소 특성실험을 수행할 수 있는 다양한 형태의 석탄가스화 반응장치가 개발되어 사용되고 있다.

[0003] 한편, 최근 고효율을 지닌 에너지의 개발에 대한 관심이 고조됨에 따라, 고온 고압하에서 석탄을 가스화하여 발전설비에 사용할 수 있는 석탄가스화 복합발전에 대한 연구가 신기술 개발을 위한 시도의 하나로써 활발히 진행되고 있다.

[0004] 따라서, 석탄을 원료로 사용하는 고온 고압 석탄가스화 반응기에서 발생하는 가스화 반응과정을 실험적으로 정확히 모사할 수 있는 고온 가압 석탄가스화 반응장치의 개발이 끊임없이 요구되어 왔으나, 상기한 종래의 석탄 가스화 반응장치는 고온 고압하에서 운용되는 석탄가스화 반응기에서 발생하는 연료 반응특성을 모사할 수 없으므로, 고온 고압하에서의 석탄 가스화 반응시 일어나는 석탄의 열분해, 화(char)의 산화 및 가스화 반응 등에 대한 데이터를 얻는 것이 불가능하다는 문제점을 지니고 있었다.

[0005] 이에 따라 종래에는 특허공개 1997-042959호에 기재된 바와 같이, 대기압하에서는 물론, 고온 고압하에서의 석탄의 가스화 반응과정을 정확히 모사할 수 있는 고온 가압 분류층 반응장치가 개발되었다.

[0006] 종래의 고온 가압 분류층 반응장치(1)는 상부(10), 중앙부(30), 하부(50)의 3부분으로 이루어진 주요 압력용기로 구성되고, 반응관(32)의 가열을 위한 전열선을 포함하는 가열부(40)가 구비됩니다. 이러한 반응장치(1)는 고온 고압에 견딜 수 있도록 제조됩니다.

[0007] 그러나, 종래의 고온 가압 분류층 반응장치(1)는 반응로가 1단으로 구성되어 있으며, 이에 따라 에어 스테이징(air staging) 연소 및 가스화 반응을 실험하는 다단 반응성 실험과, 고체 연료의 회성분의 특성인 파울링/슬래깅 실험을 동시에 진행할 수 없으며, 이에 따라 반복적인 실험이 요구되어 실험에 소요되는 시간이 증가하는 요인이 되고 있고, 실험 데이터의 일관성 및 신뢰성이 떨어지는 요인이 되고 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0008] (특허문헌 0001) 특허공개번호 10-1997-042959(1997.07.26. 공개)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0009] 본 발명의 일 실시예는 한번의 실험을 통해 에어 스테이징(air staging) 연소 및 가스화 반응 실험과, 파울링/슬래깅 실험을 동시에 할 수 있도록 개선된 하향식 분류층 반응장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0010] 본 발명의 일 측면에 따른 하향식 분류층 반응장치는 고체 연료 및 연소에 필요 충분한 산화 가스를 공급하여 연소하는 제1단 반응로; 상기 제1단 반응로의 하부에 제공되어 상기 제1단 반응로에서 미연소된 고체 연료의 가스화를 위해 산화 가스를 희박하게 공급하며 연소하여 제2단 반응로; 상기 제2단 반응로의 하부에 제공되어 상기 제2단 반응로에서 미연소된 고체 연료를 연소하기 위해 산화 가스를 공급하며 연소하는 제3단 반응로;를 포함한다.

[0011] 또한, 상기 제1단 반응로는 제1가열유닛(114)이 구비된 제1단 반응로 본체와, 상기 제1단 반응로 본체의 상부에 제공되어 고체 연료를 공급하는 연료공급부(120)와, 상기 연료공급부(120)의 일측에 연계되는 제1가스 공급부(122)를 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 제2단 반응로는 제2가열유닛(134)이 구비된 제2단 반응로 본체와, 상기 제1단 반응로 본체와 상기 제2단 반응로 본체 사이에 연결하는 제1배가스 통로(140)와, 상기 제1배가스 통로(140)의 일측에 연계되는 제2가스 공급부(142)를 포함할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 제3단 반응로는 주변부에 제3가열유닛(154)이 구비된 제3단 반응로 본체와, 상기 제2단 반응로 본체와 상기 제3단 반응로 본체 사이에 연결하는 제2배가스 통로와, 상기 제2배가스 통로의 일측에 연계되는 제3가스 공급부와, 상기 제3단 반응로의 하부에 제공되어 상기 제3단 반응로 본체에서 형성된 상기 고체 연료의 회분을 배출하는 미연분 포집부와, 상기 미연분 포집부의 전단에 제공되어 상기 고체 연료의 회분 일부를 포집하는 회분 포집부를 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 고체 연료는 석탄의 미분분말을 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 고체 연료의 분말 연소시 발생하는 연소 문제에 대한 매커니즘 분석 및 최적 효율 운전 조건의 도출을 위한 실험 데이터를 제공할 수 있고, 이에 따라 석탄 발전 보일러 등의 운전 조건을 효율적으로 결정할 수 있으며, 석탄 발전 보일러, 석탄 가스화 보일러의 운전 효율 향상에도 기여할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 종래 기술에 따른 고온 가압 분류층 반응장치의 단면도.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 하향식 분류층 반응장치의 단면도.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 본 발명의 일 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 본 발명의 실시형태는 여러 가지의 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명하는 실시형태로만 한정되는 것은 아니다. 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있으며, 도면상의 동일한 부호로 표시되는 요소는 동일한 요소이다.

[0018] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 하향식 분류층 반응장치의 단면도이다.

[0019] 도 2를 참고하면, 본 실시예의 하향식 분류층 반응장치(100)는 제1단 반응로(110), 제2단 반응로(130) 및 제3단 반응로(150)를 포함할 수 있으며, 이를 통해 에어 스테이징(air staging) 실험을 진행할 수 있다. 또한, 이러한 하향식 분류층 반응장치(100)는 다단으로 이루어진 각각의 반응로(110, 130, 150)로 고체 연료를 공급하여 연소하는 과정을 통해 연소에 대한 매커니즘을 분석할 수 있는 실험 조건을 다양하게 조절하는 실험 장치이다.

[0020] 본 실시예에서 하향식 분류층 반응장치(100)에 사용되는 제1단 반응로(110)는 고체 연료 및 이 고체 연료의 연소에 필요 충분한 산화 가스를 공급하여 연소할 수 있다.

[0021] 이를 위해, 제1단 반응로(110)는 고체 연료 및 산화 가스의 연소를 위한 제1단 반응로 본체(112)를 포함할 수 있다. 제1단 반응로 본체(112)에는 제1가열유닛(114)이 구비될 수 있으며, 제1가열유닛(114)의 주변부는 내화물(116)로 둘러싸여 제공될 수 있다.

[0022] 일례로, 제1가열유닛(114)은 전력의 공급에 의해 발열하는 코일을 갖는 전기로일 수 있다.

[0023] 또한, 제1단 반응로(110)에의 상부에는 연료로 사용되는 고체 연료를 공급하는 연료공급부(120)가 제공될 수 있다.

[0024] 또한, 이 연료공급부(120)의 일측에는 고체 연료의 연소를 위한 가스를 공급하는 제1가스 공급부(122)가 연계될 수 있다.

[0025] 제1단 반응로(110)는 고체 연료의 연소에 필요 충분한 가스, 일례로 산화 가스인 산소가스( $O_2$ )가 공급될 수 있으며, 이때 질소가스( $N_2$ )가 함께 공급될 수 있다. 또한, 본 실시예에서 산화 가스로는 산소가스가 사용되는 것으로 설명하고 있으나, 일부의 이산화탄소( $CO_2$ )가 사용되는 것도 가능하다.

- [0026] 제1단 반응로(110)의 작동온도는 최대 약 1,700 °C인 것이 바람직하다.
- [0027] 또한, 제1단 반응로(110)의 하부에는 제2단 반응로(130)가 제공될 수 있다.
- [0028] 제2단 반응로(130)는 제1단 반응로(110)에서 미연소된 고체 연료를 가스화할 수 있다.
- [0029] 이를 위해 제2단 반응로(130)는 산화 가스를 희박하게 공급하며 미연소된 고체 연료를 연소할 수 있으며, 이 과정에서 미연소된 고체 연료가 가스화될 수 있다.
- [0030] 제2단 반응로(130)는 미연소된 고체 연료의 연소를 위한 제2단 반응로 본체(132)를 포함할 수 있다. 또한, 제2단 반응로 본체(132)에는 제2가열유닛(134)이 구비될 수 있으며, 제2가열유닛(134)의 주변부는 내화물(136)로 둘러싸여 제공될 수 있다.
- [0031] 또한, 제2단 반응로 본체(132)는 제1단 반응로 본체(112)로부터 미연소된 고체 연료 및 배가스가 공급되는 제1배가스 통로(140)가 제공될 수 있다.
- [0032] 제1배가스 통로(140)는 제1단 반응로 본체(112)와 제2단 반응로 본체(132) 사이에 제공될 수 있다.
- [0033] 또한, 제1배가스 통로(140)의 일측에는 제2가스 공급부(142)가 연계될 수 있다. 제2가스 공급부(142)는 미연소된 고체 연료의 연소를 위해 필요한 최소한의 가스를 공급할 수 있다. 이때, 제2가스 공급부(142)에서 공급되는 가스는 산화제인 산소가스가 희박하게 포함된 가스로서, 이에 따라 미연소된 고체 연료가 완전 연소되지 못하고 분해되며 가스화될 수 있다.
- [0034] 한편, 제2단 반응로(130)의 작동온도는 최대 약 1,700 °C인 것이 바람직하다.
- [0035] 또한, 제2단 반응로(130)의 하부에는 제3단 반응로(150)가 제공될 수 있다.
- [0036] 제3단 반응로(150)는 제2단 반응로(130)에서 미연소된 고체 연료를 연소하기 위해 산화 가스를 공급하며 연소할 수 있다. 바람직하게는 제3단 반응로(150)에서는 미연소된 고체가 완전 연소되도록 산화 가스를 공급하는 것이 바람직하다.
- [0037] 제3단 반응로(150)는 미연소된 고체 연료의 연소를 위한 제3단 반응로 본체(152)를 포함할 수 있다. 또한, 제3단 반응로 본체(152)에는 제3가열유닛(154)이 구비될 수 있으며, 제3가열유닛(154)의 주변부는 내화물(156)로 둘러싸여 제공될 수 있다.
- [0038] 또한, 제3단 반응로 본체(152)는 제2단 반응로 본체(132)로부터 미연소된 고체 연료, 가스화된 고체 연료 및 배가스가 공급되는 제2배가스 통로(160)가 제공될 수 있다.
- [0039] 또한, 제2배가스 통로(160)의 일측에는 제3단 반응로 본체(152)로 연소를 위한 산화 가스인, 산소가스 및 일부의 질소가스를 공급하기 위한 제3가스 공급부(162)가 연계될 수 있다.
- [0040] 또한, 제3단 반응로(150)의 하부에는 제3단 반응로 본체(152)에서 고체 연료의 연소로 형성된 회분을 배출하는 미연분 포집부(170)가 제공될 수 있다.
- [0041] 또한, 미연분 포집부(170)의 전단에는 고체 연료의 회분 일부를 포집하는 회분 포집부(164)가 제공될 수 있다.
- [0042] 회분 포집부(164)는 원통 형태로 제공될 수 있고, 일측에는 설치되는 지지부(166)에 의해 제3단 반응로 본체(152)의 중앙에 배치될 수 있다.
- [0043] 회분 포집부(164)는 고체 연료의 회분 일부를 포집할 수 있으며, 이때 제3단 반응로(150)에서 불완전 연소된 고체 연료의 카본 퇴적물과, 고체 연료의 연소시 용융화된 회분이 제3단 반응기 본체 내부에 부착되며 고착되어 형성되는 파울링/슬래그 등을 포집할 수 있다.
- [0044] 이와 같이, 제3단 반응로(150)에서 발생하는 회분은, 석탄 발전 보일러 또는 석탄 가스화 보일러 등에서 발생하는 회분(ash)과 동일하며, 이들 회분을 포집함으로써, 고체 연료의 파울링/슬래그 특성을 실험을 통해 연소 문체에 대한 매커니즘 분석 및 최적 효율 운전 조건의 도출을 위한 실험 데이터를 제공할 수 있다.
- [0045] 본 실시예에서 고체 연료로는 석탄의 미분분말이 사용될 수 있으며, 이러한 본 실시예의 하향식 분류층 반응장치(100)를 이용하여 석탄의 미분분말을 사용하는 석탄 발전 보일러 또는 석탄 가스화 보일러 등의 연소 장치의 운전 온도 및 시간을 결정하는 매커니즘을 파악할 수 있고, 이를 통해 석탄 발전 보일러 또는 석탄 가스화 보일러 등의 연소 장치의 최적의 연소효율 및 운전이 안정성을 확보할 수 있다.

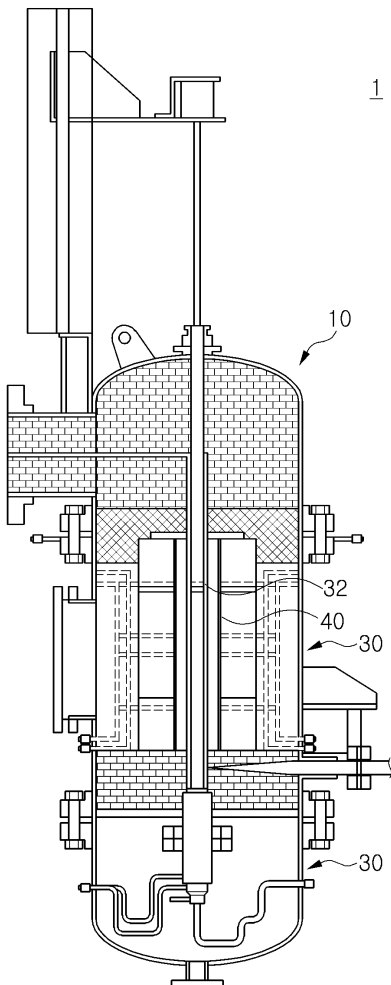
[0046] 본 발명은 상술한 실시형태 및 첨부된 도면에 의해 한정되지 아니하며, 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 형태의 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것은 당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.

**부호의 설명**

- [0047] 100: 하향식 분류층 반응장치 110: 제1단 반응로  
 112: 제1단 반응로 본체 114: 제1가열유닛  
 120: 연료공급부 122: 제1가스 공급부  
 130: 제2단 반응로 132: 제2단 반응로 본체  
 134: 제2가열유닛 140: 제1배가스 통로  
 142: 제2가스 공급부 150: 제3단 반응로  
 152: 제3단 반응로 본체 154: 제3가열유닛  
 160: 제2배가스 통로 162: 제3가스 공급부  
 164: 회분 포집부 170: 미연분 포집부

**도면**

**도면1**



도면2

