



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년08월11일
 (11) 등록번호 10-1767188
 (24) 등록일자 2017년08월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C10L 9/08 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 C10L 9/08 (2013.01)
 C10L 2290/02 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2016-0071835
 (22) 출원일자 2016년06월09일
 심사청구일자 2016년06월09일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020060102778 A
 KR1020130047570 A

(73) 특허권자
 한국에너지기술연구원
 대전광역시 유성구 가정로 152(장동)
 (72) 발명자
 문태영
 세종특별자치시 나리로 38 705동 604호
 이재구
 대전광역시 서구 청사서로 65 한아름아파트
 106-205
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 한상수

전체 청구항 수 : 총 6 항

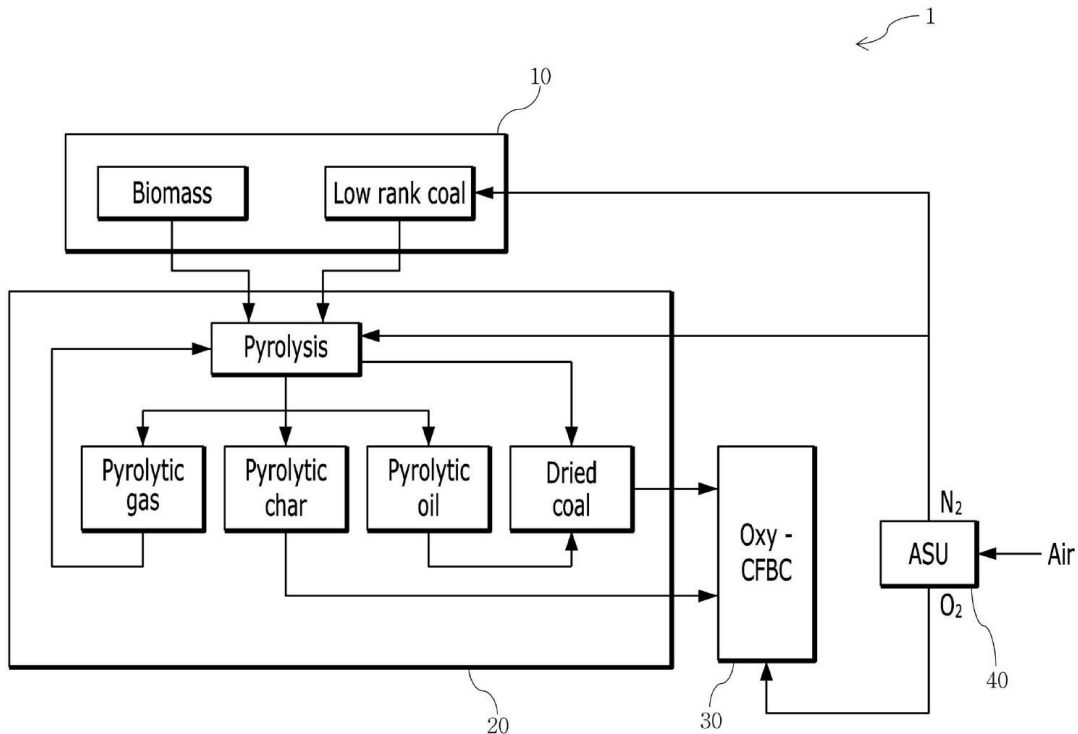
심사관 : 이동재

(54) 발명의 명칭 **순산소 순환 유동층 연소 장치의 연료 다변화를 위한 저등급 연료 활용 시스템**

(57) 요약

본 발명은, 바이오매스(Biomass)나 저등급 석탄(Low rank coal)과 같은 저등급 연료로부터 질적으로 개량된 연료를 생산하여 순산소 순환 유동층 연소 장치(Oxy-CFBC)에 공급하는 과정을 포함하는 저등급 연료 활용 시스템에 관한 것으로, 저등급 연료를 열분해하여 열분해 가스(Pyrolytic gas), 열분해 차(Pyrolytic char), 열분해 오일(Pyrolytic oil) (뒷면에 계속)

대표도



(Pyrolytic oil), 및 건조탄(Dried coal)을 생성하는 열분해 장치, 열분해 장치에 저등급 연료를 공급하는 저등급 연료 공급기, 열분해 장치로부터 열분해 차(Pyrolytic char) 또는 기공이 채워진 건조탄(Dried coal)을 공급 받는 순산소 순환 유동층 연소(Oxy-CFBC) 장치, 및 외부 공기(Air)로부터 순산소(O₂)를 분리하여, 순산소 순환 유동층 연소(Oxy-CFBC) 장치에 순산소(O₂)를 공급하는 공기 분리 유닛(ASU)을 포함하여 이루어지고, 열분해 가스(Pyrolytic gas)는 생성된 후 재순환되어 저등급 연료를 열분해하기 위한 연료로 이용되고, 열분해 오일(Pyrolytic oil)은 건조탄(Dried coal)에 분무되어 건조탄(Dried coal)의 기공에 채워지는 것을 특징으로 하는 저등급 연료 활용 시스템을 제공한다.

(52) CPC특허분류

- C10L 2290/08 (2013.01)
- C10L 2290/10 (2013.01)
- C10L 2290/18 (2013.01)
- C10L 2290/20 (2013.01)
- C10L 2290/56 (2013.01)

서명원

대전광역시 유성구 지족로 317 105동 1901호

(72) 발명자

윤상준

세종특별자치시 누리로 54, 첫마을5단지아파트
517-1102

라호원

대전광역시 유성구 배울2로 6 한화꿈에그린 108동
1201호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NP2015-0073
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	국가과학기술연구회
연구사업명	미래선도형 융합연구단사업
연구과제명	순산소 순환유동층 연소 전산모사 및 통합공정 모사패키지 개발
기 여 율	1/1
주관기관	한국에너지기술연구원
연구기간	2015.12.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

저등급 연료를 열분해하여 열분해 가스(Pyrolytic gas), 열분해 차(Pyrolytic char), 열분해 오일(Pyrolytic oil), 및 건조탄(Dried coal)을 생성하는 열분해 장치(20);

상기 열분해 장치(20)에 상기 저등급 연료를 공급하는 저등급 연료 공급기(10);

상기 열분해 장치(20)로부터 상기 열분해 차(Pyrolytic char) 또는 기공이 채워진 상기 건조탄(Dried coal)을 공급받는 순산소 순환 유동층 연소(Oxy-CFBC) 장치(30); 및

외부 공기(Air)로부터 순산소(O₂)를 분리하여, 상기 순산소 순환 유동층 연소(Oxy-CFBC) 장치(30)에 상기 순산소(O₂)를 공급하는 공기 분리 유닛(ASU)(40);

을 포함하여 이루어지고,

상기 열분해 가스(Pyrolytic gas)는 생성된 후 재순환되어 상기 저등급 연료를 열분해하기 위한 연료로 이용되고, 상기 열분해 오일(Pyrolytic oil)은 상기 건조탄(Dried coal)에 분무되어 상기 건조탄(Dried coal)의 기공에 채워지는 것을 특징으로 하는 저등급 연료 활용 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 공기 분리 유닛(ASU)(40)은 상기 외부 공기(Air)로부터 질소(N₂)를 분리하여, 상기 열분해 장치(20) 또는 상기 저등급 연료 공급기(10)에 상기 질소(N₂)를 공급하는 것을 특징으로 하는 저등급 연료 활용 시스템.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 열분해 장치(20)는,

상기 열분해 가스(Pyrolytic gas), 상기 열분해 차(Pyrolytic char), 및 상기 열분해 오일(Pyrolytic oil)을 생성하는 제1열분해 장치(210), 및

상기 건조탄(Dried coal)을 생성하는 제2건조 및 열분해 장치(220),

를 포함하는 것을 특징으로 하는 저등급 연료 활용 시스템.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 열분해 장치(20)는,

상기 열분해 오일(Pyrolytic oil) 및 상기 건조탄(Dried coal)을 공급받아, 상기 열분해 오일(Pyrolytic oil)을 상기 건조탄(Dried coal)에 분무하는 열분해 오일 분무 장치(230),

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 저등급 연료 활용 시스템.

청구항 5

청구항 3에 있어서,

상기 제2건조 및 열분해 장치(220)는 냉각 장치를 포함하고,

상기 건조탄(Dried coal)은 생성된 후 상기 냉각 장치에 의하여 실온으로 냉각되는 것을 특징으로 하는 저등급 연료 활용 시스템.

청구항 6

청구항 3에 있어서,

상기 제1열분해 장치(210) 또는 상기 제2건조 및 열분해 장치(220)는,

유동층 반응기를 포함하는 것을 특징으로 하는 저등급 연료 활용 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 순산소 순환 유동층 연소 장치의 연료 다변화를 위한 저등급 연료 활용 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 바이오매스(Biomass)나 저등급 석탄(Low rank coal)과 같은 저등급 연료로부터 질적으로 개량된 연료를 생산하여 순산소 순환 유동층 연소 장치에 공급하는 과정을 포함하는 저등급 연료 활용 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 국제 유가가 상승하고, 화석 연료의 사용으로 인해 환경에 대한 우려가 커지면서, 신재생 에너지원에 대한 중요성이 빠르게 증가하고 있다.

[0004] 다양한 에너지원 중에서 고체, 액체, 또는 기체 형태의 에너지로 전환이 가능한 바이오매스(Biomass)는 화석 연료를 직접적으로 대체할 수 있는 유일한 에너지원으로서, 지난 수십 년 간 전도유망한 신재생 에너지원 중 하나로써 관심을 끌고 있다. 바이오매스(Biomass)는 그 자체로는 발열량이 낮은 저등급 연료이지만, 환경에 대한 부작용이 화석 연료에 비해 적고, 지속적으로 공급이 가능하다는 등의 장점이 있다. 바이오매스(Biomass)를 급속 열분해(fast pyrolysis)할 경우 일반적으로 10 ~ 20wt%의 열분해 가스(Pyrolytic gas), 15 ~ 25wt%의 열분해 차(Pyrolytic char), 및 60 ~ 75%의 열분해 오일(Pyrolytic oil)을 생산할 수 있는데, 열분해 차(Pyrolytic char) 및 열분해 오일(Pyrolytic oil)은 연료로 사용될 수 있고 열분해 가스(Pyrolytic gas)는 공정 운영을 위해 재순환될 수 있다.

[0005] 한편 화석 연료 중 약 60%는 석탄이라는 점, 원자력 에너지의 안정성에 대한 불신, 유가 상승 등으로 인해 에너지원으로서 석탄에 대한 관심도 고조되고 있다. 특히 갈탄과 아역청탄과 같은 저등급 석탄이 차지하는 매장량은 전체 석탄 매장량의 약 50%에 달하여 저등급 석탄의 고품위화 기술이 절실히 요구되고 있다.

[0006] 한편 순산소 순환 유동층 연소(Oxy-CFBC) 장치는 순산소(O₂)를 공급받아 연료를 연소시킴으로써 보일러, 발전기 등으로 이용할 수 있는 장치로, 순산소(O₂)를 이용하므로 발열량이 크고 대기 오염 물질의 배출이 적으며, 순환 유동층 방식을 이용하므로 연료의 유연성(fuel flexibility)이 있다.

[0007] 상기 바이오매스(Biomass)로부터 열분해 가스(Pyrolytic gas), 열분해 차(Pyrolytic char), 및 열분해 오일(Pyrolytic oil)을 생산할 수 있는 장치는, 예를 들어, 대한민국 등록특허 제10-1569255호(발명의 명칭 : 바이오매스 급속열분해용 유동층 반응기와 직접접촉 열교환기를 포함하는 바이오 오일 제조 시스템 및 이를 이용한 바이오 오일 제조방법)에 개시되어 있다. 그리고 상기 저등급 석탄을 고품위화하는 기술은, 예를 들어, 대한민국 등록특허 제10-1309557호(발명의 명칭 : 고수분 저등급 석탄의 고품위화 장치 및 방법)에 개시되어 있다. 그러나 바이오매스(Biomass)나 저등급 석탄으로부터 질적으로 이들보다 더 우수한 연료들을 생산하여, 이러한 연료들을 순산소 순환 유동층 연소(Oxy-CFBC) 장치에 공급하는 시스템은 개시되어 있지 않다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1569255호
(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제10-1309557호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 바이오매스(Biomass)를 연료로 사용하기에는 발열량이 낮다는 제1문제점, 저등급 석탄을 연료로 사용하기에는 수분 함량이 높아 발열량이 낮고 연료의 이송 과정에서 자가 발화의 위험이 있다는 제2문제점, 미분탄(PC) 방식은 순환 유동층(CFB) 방식에 비해 연료의 유연성(fuel flexibility)이 떨어진다는 제3문제점을 해결하려 하는 것이다.
- [0011] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기 문제점을 해결하기 위해 안출되는 본 발명은, 저등급 연료를 열분해하여 열분해 가스(Pyrolytic gas), 열분해 차(Pyrolytic char), 열분해 오일(Pyrolytic oil), 및 건조탄(Dried coal)을 생성하는 열분해 장치, 상기 열분해 장치에 상기 저등급 연료를 공급하는 저등급 연료 공급기, 상기 열분해 장치로부터 상기 열분해 차(Pyrolytic char) 또는 기공이 채워진 상기 건조탄(Dried coal)을 공급받는 순산소 순환 유동층 연소(Oxy-CFBC) 장치, 및 외부 공기(Air)로부터 순산소(O₂)를 분리하여, 상기 순산소 순환 유동층 연소(Oxy-CFBC) 장치에 상기 순산소(O₂)를 공급하는 공기 분리 유닛(ASU)을 포함하여 이루어지고, 상기 열분해 가스(Pyrolytic gas)는 생성된 후 순환되어 상기 저등급 연료를 열분해하기 위한 연료로 이용되고, 상기 열분해 오일(Pyrolytic oil)은 상기 건조탄(Dried coal)에 분무되어 상기 건조탄(Dried coal)의 기공에 채워지는 것을 특징으로 하는 저등급 연료 활용 시스템을 제공한다.
- [0014] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 공기 분리 유닛(ASU)은 상기 외부 공기(Air)로부터 질소(N₂)를 분리하여, 상기 열분해 장치 또는 상기 저등급 연료 공급기에 상기 질소(N₂)를 공급하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0015] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 열분해 장치는, 상기 열분해 가스(Pyrolytic gas), 상기 열분해 차(Pyrolytic char), 및 상기 열분해 오일(Pyrolytic oil)을 생성하는 제1열분해 장치, 및 상기 건조탄(Dried coal)을 생성하는 제2건조 및 열분해 장치를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0016] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 열분해 장치는, 상기 열분해 오일(Pyrolytic oil) 및 상기 건조탄(Dried coal)을 공급받아, 상기 열분해 오일(Pyrolytic oil)을 상기 건조탄(Dried coal)에 분무하는 열분해 오일 분무 장치를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0017] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 제2건조 및 열분해 장치는 냉각 장치를 포함하고, 상기 건조탄(Dried coal)은 생성된 후 상기 냉각 장치에 의하여 실온으로 냉각되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0018] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 제1열분해 장치 또는 상기 제2건조 및 열분해 장치는, 유동층 반응기를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명은 바이오매스(Biomass)나 저등급 석탄과 같이 발열량이 낮은 저등급 연료를 열분해하여 발열량이 높아진 우수한 연료를 생성할 수 있다는 제1효과, 열분해 오일(Pyrolytic oil)을 건조탄(Dried coal)에 분무하여 수분 재흡착을 방지함으로써 자가 발화 가능성을 낮출 수 있다는 제2효과, 순산소 순환 유동층 연소(Oxy-CFBC) 장

치는 연료의 유연성(fuel flexibility)이 있어 바이오매스(Biomass) 및 저등급 석탄을 혼소할 수 있고 연료의 미분쇄 공정이 필요없다는 제3효과, 바이오매스(Biomass)로부터 생성된 열분해 차(Pyrolytic char)는 수분 함량이 적고 탄소 함량이 높아 에너지 밀도가 높기 때문에, 인도네시아와 같이 저등급 연료가 풍부한 나라로부터 선박으로 연료를 운송할 시 경제성이 있다는 제4효과, 및 공기 분리 유닛(ASU)은 외부 공기(Air)로부터 순산소(O₂)를 분리하고 남은 질소(N₂)를 없애지 않고 열분해 장치에 공급하므로 전체 시스템이 효율적이라는 제5효과를 갖는다.

[0021] 본 발명의 실시예에 따르면 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 특허청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명인 저등급 연료 활용 시스템의 일실시예를 나타내는 흐름도.
 도 2는 저등급 연료 공급기 및 열분해 장치의 예시를 나타내는 흐름도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 따라서 여기에서 설명하는 실시예로 한정되는 것은 아니다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0025] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결(접속, 접촉, 결합)"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 부재를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 구비할 수 있다는 것을 의미한다.

[0026] 본 명세서에서 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 명세서에서, "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.

[0027] 본 발명의 저등급 연료 활용 시스템(1)은 저등급 연료 공급기(10), 열분해 장치(20), 순산소 순환 유동층 연소(Oxy-CFBC) 장치(30), 및 공기 분리 유닛(ASU)(40)을 포함하여 이루어진다. 도 1에는 저등급 연료 활용 시스템(1)의 흐름도가 도시되어 있고, 도 2에는 저등급 연료 공급기(10) 및 열분해 장치(20)의 예시를 나타내는 흐름도가 도시되어 있다. 이하, 본 발명의 저등급 연료 활용 시스템(1)에 대하여 그것을 이루는 각 구성요소별로 상세하게 설명하기로 한다.

[0028] 저등급 연료 공급기(10)는 열분해 장치(20)에 저등급 연료를 공급하는 장치이다. 저등급 연료는 바이오매스(Biomass), 저등급 석탄(Low rank coal) 등을 말하며, 이하 같다. 상기 바이오매스(Biomass)는 발열량이 낮은 연료로서, 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌 등을 주성분으로 하는 바이오매스(Biomass)일 수 있다. 상기 저등급 석탄(Low rank coal)은 수분 함량이 높고 발열량이 낮은 연료로서, 갈탄 또는 아역청탄일 수 있다. 비록 본 발명은 저등급 연료를 활용하는 것을 목적으로 하나, 고등급 석탄을 이용하여 본 발명의 시스템을 구동하여도 무방하다. 저등급 연료 공급기(10)는 도 2에 도시된 바와 같이 호퍼 형태일 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니다. 사용자는 상기 호퍼에 저등급 연료를 장입하여 저등급 연료가 열분해 장치(20)로 공급되도록 할 수 있다. 도면에 도시되진 않았지만, 상기 호퍼에 장입된 저등급 연료가 열분해 장치(20)로 공급됨에 있어서, 상기 호퍼와 열분해 장치(20) 사이에 이송 스크루가 존재할 수 있고, 이송 스크루는 저등급 연료가 열분해 장치(20)로 용이하게 공급되도록 할 수 있다.

[0029] 열분해 장치(20)는 도 1에 도시된 바와 같이 저등급 연료 공급기(10)로부터 공급받은 저등급 연료를 열분해하여, 열분해 가스(Pyrolytic gas), 열분해 차(Pyrolytic char), 열분해 오일(Pyrolytic oil), 및 건조탄(Dried coal)을 생성한다. 구체적으로 건조탄(Dried coal)은 건조 및 열분해를 통하여, 저등급 석탄(Low rank coal)에서 수분 및 휘발분 일부를 제거한 석탄, 또는 저등급 석탄(Low rank coal)에서 수분 및 휘발분 전부를 제거한 석탄을 말한다. 따라서 건조탄(Dried coal)은 수분이 제거되고 남은 많은 기공들을 포함한다. 이에 비해

열분해 가스(Pyrolytic gas), 열분해 차(Pyrolytic char), 및 열분해 오일(Pyrolytic oil)은 바이오매스(Biomass) 및/또는 저등급 석탄(Low rank coal)을 열분해하여 얻을 수 있는 연료들이다. 열분해 장치(20)는 기본적으로, 내부에서 열분해 반응이 이루어지는 열분해 반응기(또는 내부에서 건조 및 열분해 반응이 이루어지는 열분해 반응기일 수도 있으며, 이하 같음.) 및 연료를 연소시킴으로써 상기 열분해 반응에 필요한 열을 공급하는 연소기(또는 연료를 연소시킴으로써 상기 건조 및 열분해 반응에 필요한 열을 공급하는 연소기일 수도 있으며, 이하 같음.)를 포함한다. 열분해 장치(20)에서 생성된 열분해 가스(Pyrolytic gas)는, 도 1에 도시된 바와 같이, 생성된 후 재순환되어 저등급 연료를 열분해하기 위한 연료로 이용된다. 즉 열분해 가스(Pyrolytic gas)는 생성된 후 재순환되어 상기 연소기에 연료로서 공급된다. 열분해 차(Pyrolytic char)는 저등급 연료에서 열분해를 통하여 수분이 증발하고 탄소 함량이 증가한 것으로서, 에너지 밀도가 높아 저등급 연료보다 질적으로 우수한 연료라고 할 수 있다. 그리고 도 1에 도시된 바와 같이, 열분해 장치(20)에서 생성된 열분해 오일(Pyrolytic oil)은 열분해 장치(20)에서 생성된 건조탄(Dried coal)에 분무되어 건조탄(Dried coal)의 기공에 채워진다. 그런데 만약 저등급 연료가 바이오매스(Biomass)라면 이로부터 생성된 열분해 오일(Pyrolytic oil)은 수분을 함유한다. 이와 같이, 생성된 열분해 오일(Pyrolytic oil)이 수분을 함유하는 경우에는 열분해 오일(Pyrolytic oil)의 수분을 제거하는 건조 단계를 거친 후, 수분이 제거된 열분해 오일(Pyrolytic oil)을 건조탄(Dried coal)에 분무함으로써 건조탄(Dried coal)의 기공을 채운다. 수분이 제거된 열분해 오일(Pyrolytic oil)은 소수성이므로 건조탄(Dried coal)에 수분이 재흡착되는 것을 방지할 수 있고, 따라서 자가 발화의 가능성을 낮출 수 있다. 또한 열분해 오일(Pyrolytic oil)은 건조탄(Dried coal)에 수분이 재흡착되는 것을 방지하여 건조탄(Dried coal)의 고발열량을 유지시킬 수 있다. 따라서 기공이 채워진 건조탄(Dried coal)은 기공을 포함하는 건조탄(Dried coal)에 비해 질적으로 우수한 연료라고 할 수 있다.

[0030] 열분해 가스(Pyrolytic gas), 열분해 차(Pyrolytic char), 열분해 오일(Pyrolytic oil), 및 건조탄(Dried coal)은 하나의 열분해 장치(20)에서 생성될 수 있다. 그러나 도 2에 도시된 바와 같이, 제1열분해 장치(210) 및 제2건조 및 열분해 장치(220)가 존재할 수도 있다. 그리하여 제1열분해 장치(210)는 바이오매스(Biomass) 및/또는 저등급 석탄(Low rank coal)을 열분해하여 열분해 가스(Pyrolytic gas), 열분해 차(Pyrolytic char), 및 열분해 오일(Pyrolytic oil)을 생성할 수 있고, 제2건조 및 열분해 장치(220)는 저등급 석탄(Low rank coal)을 건조 및 열분해하여 건조탄(Dried coal)을 생성할 수 있다. 이렇게 열분해 장치(20)를 두 개로 나누는 것은, 열분해 가스(Pyrolytic gas), 열분해 차(Pyrolytic char), 및 열분해 오일(Pyrolytic oil)을 생성하기 위한 열분해와 건조탄(Dried coal)을 생성하기 위한 열분해의 공정 조건(열분해 온도, 열분해 시간, 열분해 압력 등)이 서로 다르기 때문이다.

[0031] 제1열분해 장치(210)는 도 2에 도시된 바와 같이 제1열분해 반응기(211), 제1연소기(212), 기체-고체 분리기(213), 열분해 차 콜렉터(Pyrolytic char collector)(214), 열 교환기(215), 및 열분해 오일 콜렉터(Pyrolytic oil collector)(216)를 포함할 수 있다. 제1열분해 반응기(211)는 불활성 고체를 이용하는 유동층 반응기일 수 있다. 불활성 고체는 당업자 사이에서 유동 매체 또는 유동사라고도 불리운다. 도 2를 살펴보면, 바이오매스(Biomass) 및/또는 저등급 석탄(Low rank coal)은 경로 a1을 따라 제1열분해 반응기(211)에 공급된다. 제1연소기(212)는 소정의 연료를 연소시켜 제1열분해 반응기(211)에 열을 공급한다. 제1열분해 반응기(211) 내부에서는 제1연소기(212)로부터 열을 공급받은 바이오매스(Biomass) 및/또는 저등급 석탄(Low rank coal)의 열분해 반응이 이루어진다. 열분해 반응으로부터 생성된 열분해 차(Pyrolytic char) 및 열분해 가스(Pyrolytic gas)는 경로 a2를 따라 기체-고체 분리기(213)로 이동한다. 기체-고체 분리기(213)는 사이클론일 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니다. 기체-고체 분리기(213)로부터, 열분해 차(Pyrolytic char)는 경로 a3를 따라 이동하여 열분해 차 콜렉터(Pyrolytic char collector)(214)에 모이게 되고, 열분해 가스(Pyrolytic gas)는 경로 a4를 따라 열 교환기(215)로 이동한다. 열 교환기(215)에 도달한 열분해 가스(Pyrolytic gas) 중 일부는 경로 a6를 따라 재순환되어 제1연소기(212)에 연료로서 공급되고, 나머지는 냉매에 의하여 급랭되어 열분해 오일(Pyrolytic oil)로 된다. 열분해 오일(Pyrolytic oil)은 경로 a5를 따라 이동하여 열분해 오일 콜렉터(Pyrolytic oil collector)(216)에 모이게 된다.

[0032] 제2건조 및 열분해 장치(220)는 제2건조 및 열분해 반응기(221) 및 제2연소기(222)를 포함할 수 있다. 제2건조 및 열분해 반응기(221)는 불활성 고체를 이용하는 유동층 반응기일 수 있다. 도 2를 살펴보면, 저등급 석탄(Low rank coal)은 경로 b1을 따라 제2건조 및 열분해 반응기(221)에 공급된다. 제2연소기(222)는 소정의 연료를 연소시켜 제2건조 및 열분해 반응기(221)에 열을 공급한다. 제2건조 및 열분해 반응기(221) 내부에서는 제2연소기(222)로부터 열을 공급받은 저등급 석탄(Low rank coal)의 건조 및 열분해 반응이 이루어진다. 건조 및 열분해 반응을 통하여 저등급 석탄(Low rank coal)의 수분 및 휘발분 일부 또는 수분 및 휘발분 전부가 제거된다. 그

결과 기공을 포함하는 건조탄(Dried coal)이 생성된다.

[0033] 제1열분해 장치(210)와 제2건조 및 열분해 장치(220)에 대하여는 본 발명의 설명을 위해 꼭 필요한 부분만을 예를 들어 간략하게 설명하였을 뿐 본 발명의 열분해 장치(20)를 도 2에 도시된 열분해 장치(20)에 한정한다는 의미는 아니다. 가령 열분해 반응기의 형태, 제1열분해 반응기(211)에서 직접 열분해 차(Pyrolytic char) 배출, 열분해 반응기로부터 Ash 배출, 열분해 반응기가 유동층 반응기인 경우 가스분산관의 존재나 열분해 반응기에 공급되는 가스의 유속 조절, 열 교환기(215)의 형태 등에 관한 많은 설명을 생략하였다. 열분해 가스(Pyrolytic gas), 열분해 차(Pyrolytic char), 및 열분해 오일(Pyrolytic oil)을 생성하는 다양한 장치가 공지되어 있고, 건조탄(Dried coal)을 생성하는 다양한 장치가 공지되어 있으며, 본 발명의 열분해 장치(20)를 공지된 어떠한 열분해 장치(20)로든 한정하지 않는다.

[0034] 열분해 장치(20)는 도 2에 도시된 바와 같이 열분해 오일 분무 장치(230)를 더 포함할 수 있다. 도 2를 살펴보면, 제1열분해 장치(210)로부터 열분해 오일(Pyrolytic oil)이 경로 a7을 따라 이동하고, 제2건조 및 열분해 장치(220)로부터 기공을 포함하는 건조탄(Dried coal)이 경로 b2를 따라 이동하여, 두 가지 연료가 열분해 오일 분무 장치(230)로 모이게 된다. 열분해 오일 분무 장치(230)는 열분해 오일(Pyrolytic oil) 및 기공을 포함하는 건조탄(Dried coal)을 공급받아, 열분해 오일(Pyrolytic oil)을 도 2에 도시된 바와 같이 노즐을 통하여 건조탄(Dried coal)에 분무함으로써 열분해 오일(Pyrolytic oil)이 건조탄(Dried coal)의 기공에 채워지게 할 수 있다. 다만 제2건조 및 열분해 장치(220)가 냉각 장치를 포함할 수 있다. 건조탄(Dried coal)은 생성된 후 상기 냉각 장치에 의하여 실온으로 냉각될 수 있다. 이는 제2건조 및 열분해 장치(220)에서 생성된 건조탄(Dried coal)이 열분해 오일 분무 장치(230)로 이동되는 과정에서 자가 발화할 수 있기 때문이다. 냉각 장치의 냉각 수단은 냉매일 수 있다.

[0035] 순산소 순환 유동층 연소(Oxy-CFBC) 장치(30)는 도 1에 도시된 바와 같이 열분해 장치(20)로부터 연료인 열분해 차(Pyrolytic char) 및/또는 기공이 채워진 건조탄(Dried coal)을 공급받는다. 물론, 도면에 도시되진 않았지만, 열분해 오일(Pyrolytic oil) 역시 곧바로 순산소 순환 유동층 연소(Oxy-CFBC) 장치(30)에 공급되어 연료로 이용될 수 있다. 순산소 순환 유동층 연소(Oxy-CFBC) 장치(30)는 순산소(O₂)를 공급받아 연료를 연소시키는 순환 유동층 보일러일 수 있다. 순산소 순환 유동층 연소(Oxy-CFBC) 장치(30)는 연료의 유연성(fuel flexibility)이 있기 때문에, 열분해 차(Pyrolytic char) 및 기공이 채워진 건조탄(Dried coal)을 혼소할 수 있고, 연료를 미분쇄할 필요도 없다.

[0036] 공기 분리 유닛(ASU)(40)은 도 1에 도시된 바와 같이 외부 공기(Air)로부터 순산소(O₂)를 분리하여, 순산소 순환 유동층 연소(Oxy-CFBC) 장치(30)에 순산소(O₂)를 공급한다. 여기서 순산소(O₂)는 실질적으로 산소(O₂) 외의 미량의 불순물을 포함할 수 있다. 또한 공기 분리 유닛(ASU)(40)은 도 1에 도시된 바와 같이 외부 공기(Air)로부터 순산소(O₂)를 분리하고 남은 질소(N₂)를 저등급 연료 공급기(10) 또는 열분해 장치(20)에 공급할 수 있다. 여기서 질소(N₂)는 실질적으로 질소(N₂) 외의 미량의 불순물을 포함할 수 있다. 공기 분리 유닛(ASU)(40)이 질소(N₂)를 저등급 연료 공급기(10)에 공급한다는 것은, 도면에 도시되진 않았지만, 저등급 연료 공급기(10)(예를 들어, 호퍼)에 질소(N₂)를 공급함으로써 바이오매스(Biomass) 및/또는 저등급 석탄(Low rank coal)을 일정한 압력으로 가압하기 위한 것일 수 있다. 또한 공기 분리 유닛(ASU)(40)이 질소(N₂)를 열분해 장치(20)에 공급한다는 것은 결국 저등급 연료의 열분해에 기여한다는 의미이다. 이는, 도면에 도시되진 않았지만 구체적으로, 공기 분리 유닛(ASU)(40)이 질소(N₂)를 열분해 반응기에 공급하여 열분해 반응기 내부의 압력을 조절함으로써 열분해 반응의 속도를 조절하거나, 또는 공기 분리 유닛(ASU)(40)이 질소(N₂)를 유동층 반응기인 열분해 반응기에 공급하여 열분해 반응기 내부에서 불활성 고체를 유동시킬 수 있다는 의미이다. 여기서 열분해 반응기는, 물론, 제1 열분해 반응기(211) 및/또는 제2건조 및 열분해 반응기(221)일 수 있다.

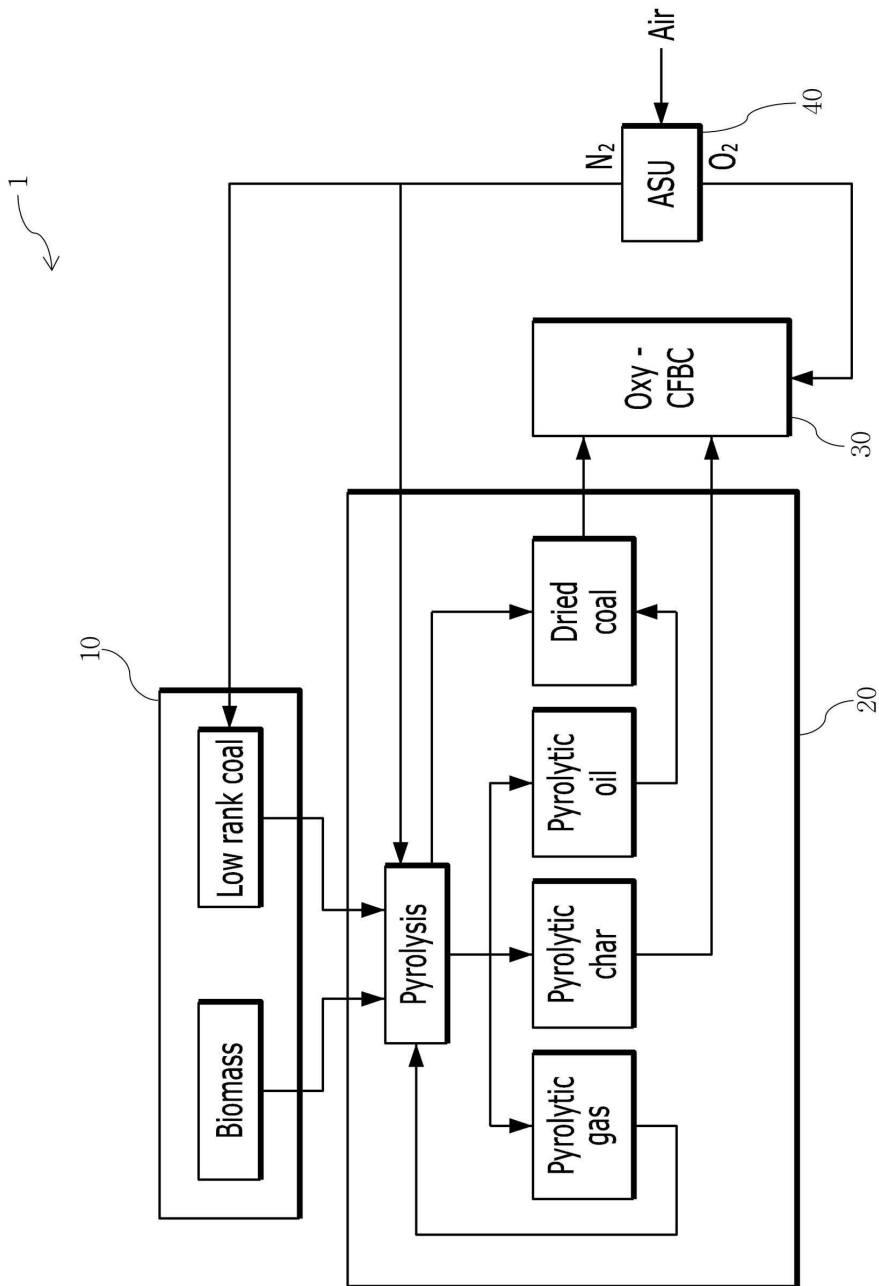
[0038] 본 발명을 첨부된 도면과 함께 설명하였으나, 이는 본 발명의 요지를 포함하는 다양한 실시 형태 중의 하나의 실시예에 불과하며, 당업계에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 하는 데에 그 목적이 있는 것으로, 본 발명은 상기 설명된 실시예에만 국한되는 것이 아님은 명확하다. 따라서, 본 발명의 보호범위는 하기의 청구범위에 의해 해석되어야 하며, 본 발명의 요지를 벗어나지 않는 범위 내에서의 변경, 치환, 대체 등에 의해 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함될 것이다. 또한, 도면의 일부 구성은 구성을 보다 명확하게 설명하기 위한 것으로 실제보다 과장되거나 축소되어 제공된 것임을 명확히 한다.

부호의 설명

[0040]

- 1 : 저등급 연료 활용 시스템
 - 10 : 저등급 연료 공급기
 - 20 : 열분해 장치
 - 210 : 제1열분해 장치
 - 211 : 제1열분해 반응기
 - 212 : 제1연소기
 - 213 : 기체-고체 분리기
 - 214 : 열분해 차 콜렉터(Pyrolytic char collector)
 - 215 : 열 교환기
 - 216 : 열분해 오일 콜렉터(Pyrolytic oil collector)
 - 220 : 제2건조 및 열분해 장치
 - 221 : 제2건조 및 열분해 반응기
 - 222 : 제2연소기
 - 230 : 열분해 오일 분무 장치
 - 30 : 순산소 순환 유동층 연소(Oxy-CFBC) 장치
 - 40 : 공기 분리 유닛(ASU)

도면
도면1



도면2

