(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년01월29일
(11) 등록번호 10-2209991
(24) 등록일자 2021년01월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C10J 3/48 (2006.01) *C10J 3/20* (2006.01)
C10J 3/72 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C10J 3/482 (2013.01)
C10G 1/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0152242
(22) 출원일자 2018년11월30일
심사청구일자 2018년11월30일
(65) 공개번호 10-2020-0065610
(43) 공개일자 2020년06월09일
(56) 선행기술조사문헌
KR101309667 B1*
KR101510735 B1*
KR1020130001284 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
연세대학교 원주산학협력단
강원도 원주시 흥업면 연세대길 1
(72) 발명자
최항석
강원도 원주시 지정면 가곡로 50, 1006동 402호(원주 롯데캐슬 더퍼스트)
박훈채
강원도 원주시 소삼터길 48-1, 202호(단계동)
황재규
경기도 성남시 중원구 사기막골로199번길 13(상대원동, 삼성그린빌)
(74) 대리인
김보민

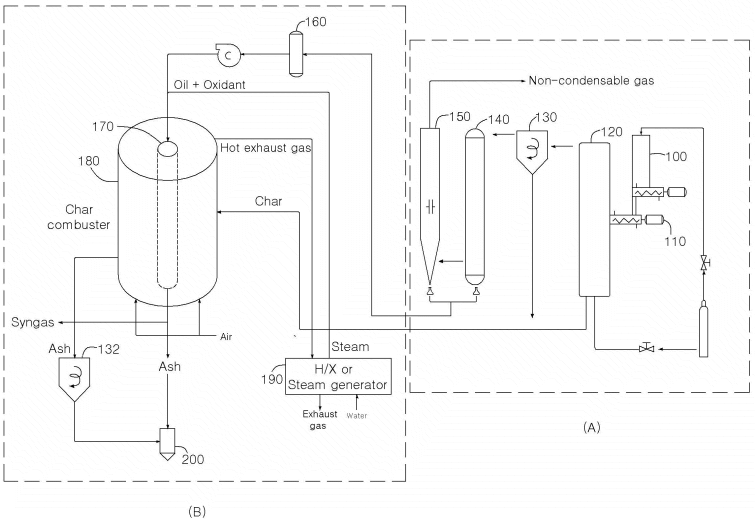
전체 청구항 수 : 총 8 항 심사관 : 신주철

(54) 발명의 명칭 **바이오매스 급속열분해용 유동층 반응기를 통하여 제조된 바이오원유의 합성가스 시스템**

(57) 요 약

바이오매스 급속열분해용 유동층 반응기를 통하여 제조된 바이오원유의 합성가스 시스템이 개시된다. 본 발명의 바이오원유의 합성가스 시스템은 바이오 매스를 이용하여 바이오원유를 생산하는 급속열분해 장치, 및 상기 급속열분해장치로부터 생산된 바이오원유를 산화제와 함께 가스화하여 합성 가스를 생산하는 바이오원유 가스화 장치를 포함하고, 상기 급속열분해장치로부터 생산된 바이오원유가 바이오원유 저장탱크로 공급되고, 상기 바이오원유 저장탱크의 원유가 상기 바이오원유 가스화 장치로 하나의 공정을 통하여 공급되게 구성함으로써, 바이오매스를 바이오원유의 형태로 변환함으로써 바이오매스의 저장 및 운반비용을 감소시킬 수 있고, 고 에너지 밀도의 바이오원유를 급속열분해 시스템과 연동 또는 단독으로 운전하여 경제적인 바이오 에너지 생산이 가능한 효과가 있다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
C10J 3/20 (2013.01)
C10J 3/721 (2013.01)
C10G 2300/1011 (2013.01)
C10G 2300/4006 (2013.01)
C10J 2300/0916 (2013.01)
C10J 2300/0956 (2013.01)
Y02E 50/10 (2020.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1405003218
부처명 산림청
과제관리(전문)기관명 한국임업진흥원
연구사업명 신기후체제대응연구
연구과제명 국산재 바이오오일로부터 고품위 합성가스 생산을 위한 가스화 및 개질공정 개발
기 여 율 1/1
과제수행기관명 서울대학교 산학협력단
연구기간 2017.03.31 ~ 2019.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

바이오 매스를 이용하여 바이오원유를 생산하는 급속열분해 장치;및

상기 급속열분해장치로부터 생산된 바이오원유를 산화제와 함께 가스화하여 합성듀서 가스를 생산하는 바이오원유 가스화 장치;

를 포함하고,

상기 급속열분해장치로부터 생산된 바이오원유가 바이오원유 저장탱크로 공급되고, 상기 바이오원유 저장탱크의 원유가 상기 바이오원유 가스화 장치로 하나의 공정을 통하여 공급되되,

상기 급속열분해장치는

바이오원유응축기에서 공급되는 열분해가스를 정전기력을 이용하여 상기 바이오원유응축기에서 회수되지 않은 오일 미스트 성분 및 타르를 액상의 바이오원유를 포집하고 비응축가스는 배출하는 전기집진기를 포함하도록 구성하고,

상기 바이오원유 가스화 장치는

상기 급속열분해장치로부터 생산된 바이오원유를 저장하는 바이오원유 저장탱크;

상기 바이오원유 저장탱크에서 공급되는 바이오원유를 산화제와 함께 가스화하여 프로듀서 가스를 생산하는 바이오원유 가스화 반응기;및

바이오 촤를 연소하는 촤 연소기;

를 포함하고,

상기 바이오원유 저장탱크는

상기 급속열분해장치의 바이오원유 응축기에서 응축된 바이오원유와 상기 전기집진기에서 포집된 원유를 저장하는 바이오매스 급속열분해용 유동층 반응기를 통하여 제조된 바이오원유의 합성가스 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 급속열분해장치는

공급되는 바이오매스를 급속열분해하여 타르, 바이오 촤, 비응축가스로 분해하는 바이오매스 급속열분해 반응기;

상기 바이오매스 급속열분해 반응기로부터 바이오매스의 열분해 가스를 전달받아 열분해 가스에 함유된 촤를 회수하는 사이클론; 및

상기 사이클론에서 촤가 제거된 열분해 가스로부터 바이오 오일을 응축시켜 바이오오일을 생산하는 바이오원유 응축기;

를 포함하는 바이오매스 급속열분해용 유동층 반응기를 통하여 제조된 바이오원유의 합성가스 시스템.

청구항 3

삭제

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 급속열분해 반응기는

원형 기둥 형상으로 하부에 가스 분산판을 갖추고 유동사를 이용하여 바이오매스를 급속 열분해시키는 원형 컬럼 형태의 유동층반응기인 것을 특징으로 하는 바이오매스 급속열분해용 유동층 반응기를 통하여 제조된 바이오원유의 합성가스 시스템.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 바이오원유 가스화 장치는

상기 바이오원유 가스화 반응기에 증기를 가스화제로 사용할 수 있도록 공급하는 열교환기 또는 증기발생기;

를 더 포함하는 바이오매스 급속열분해용 유동층 반응기를 통하여 제조된 바이오원유의 합성가스 시스템.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 바이오원유 가스화 장치는

상기 바이오원유 가스화 반응기 외부를 감싸는 기포유동층(bubbling fluidized bed)형태의 연소기로 구성하고, 바이오원유 가스화과정에서 포집되는 바이오 촤를 연소하여 가스화 반응의 열원으로 사용하도록 동작하는 촤 연소기;

를 더 포함하는 바이오매스 급속열분해용 유동층 반응기를 통하여 제조된 바이오원유의 합성가스 시스템.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 촤 연소기는

상기 급속열분해 장치의 사이클론과 바이오매스 급속열분해 반응기에서 생성된 촤와 상기 바이오원유 가스화 장치의 바이오원유 가스화 반응기의 가스화 과정에서 발생한 촤를 연소하여 시스템의 열원으로 사용하는 바이오매스 급속열분해용 유동층 반응기를 통하여 제조된 바이오원유의 합성가스 시스템.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 촤 연소기는

상기 열교환기 또는 증기발생기에서 공급되는 증기와 촤연소용 O_2를 순산소 연소하고 발생하는 Ash(회분)를 Ash

포집탱크에 포집되게 하는 바이오매스 급속열분해용 유동층 반응기를 통하여 제조된 바이오원유의 합성가스 시스템.

청구항 11

청구항 8에 있어서,

상기 촤 연소기에서 발생되는 열은

열교환기, 증기발생기, 또는 바이오원유 가스화 반응기 중 어느 하나 이상 열원으로 사용되는 바이오매스 급속열분해용 유동층 반응기를 통하여 제조된 바이오원유의 합성가스 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 바이오원유의 가스화 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 증기 또는 산소를 가스화제로 사용하여 고 발열량의 합성가스(syngas)를 생산하여 다양한 고부가 합성연료 생산이 가능한 바이오매스 급속열분해용 유동층 반응기를 통하여 제조된 바이오원유의 합성가스화 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 에너지 수요는 점점 증가하고 있으며, 이로 인한 화석연료 사용의 증가로 지구온난화 및 다양한 기후, 환경오염 문제들이 야기되고 있다. 따라서 화석연료 의존도를 줄이고, 기후, 환경오염 문제를 해결하기 위한 신재생에너지에 대한 연구가 국제적으로 이루어지고 있다. 이러한 신재생에너지는 수력, 풍력, 태양열, 수소, 바이오, 폐기물 등의 다양한 에너지원이 포함되며 그 중 탄소고정을 통해 대기 중 이산화탄소 농도를 변화시키지 않아 탄소중립적인 에너지인 바이오에너지는 친환경적인 에너지원으로 각광받고 있다.

[0003] 또한, CO_2 배출량 감축, 바이오에너지 비중 확대 및 신재생연료 의무혼합제도(RFS) 등의 국가적인 목표와 제도에 맞추어 국내에서도 많은 관심과 연구가 이루어지고 있다.

[0004] 일반적으로 바이오에너지란 농업, 임목 바이오매스, 유기성 폐기물 등을 원료로 열화학 및 생물공정을 통해 열, 전기, 바이오연료를 생산하는 에너지원이다. 열화학적으로 바이오매스를 분해하는 공정은 크게 탄화, 열분해, 가스화로 나누어지고 목표하는 생성물의 종류에 따라 적합한 공정을 적용한다.

[0005] 열화학적 분해공정 중 급속열분해 공정은 약 500 ℃의 반응온도, 2초 이하의 짧은 기체 체류시간, 무산소 조건에서 수행되며 바이오매스 열화학적 분해 생성물인 바이오원유, 바이오 촤, 비응축가스 중 바이오원유의 수율을 극대화 할 수 있는 공정이다. 바이오원유는 액상의 연료로써 기체 및 고체 형태의 연료에 비해 높은 에너지 밀도를 가지고 저장 및 수송이 용이한 장점을 지닌다.

[0006] 반면 이러한 급속열분해 공정은 현재까지 상업화 수준에 이르지 못한 파일럿(pilot) 수준에 머물고 있는 실정이다.

[0007] 또한 바이오원유 생산 보다 개질공정에 관한 연구가 주를 이룬다. 바이오원유를 생산하는 공정에는 다양한 형태의 반응기 중 유동층 반응기가 주로 사용된다.

[0008] 유동층 반응기는 하부에서 생성되는 기포의 영향으로 반응물질과 유동매질의 활발한 혼합이 이루어져 높은 열전달 효과가 있으며 유동매질로 인하여 반응기 내부온도를 균일하게 유지하여 안정적인 반응이 이루어지는 장점을 가진다.

[0009] 한편 공기를 산화제로 이용해 생산되는 합성 가스는 엔진, 보일러, 가스터빈 등의 기존 연소기기에 혼소 또는 전소 형태로 활용되어 전기 및 열에너지를 생산하는 용도로 활용할 수 있다.

[0010] 증기 또는 산소를 가스화제로 할 경우 공기에 비해 높은 발열량을 가지는 합성가스(Syn-gas) 생산이 가능하며 적절한 정제 공정 및 조성제어 공정을 거쳐 합성천연가스, FT 디젤, 메탄올, 에탄올, 수소 또는 DME 등의 고부가 합성 연료 생산에 활용이 가능하다.

[0011] 이외에도 생물학적 전환을 통한 연료 생산 기술도 개발 되고 있다. 바이오매스 직접 가스화의 TCI (total capital investment; 바이오매스 2000 t/day 처리 기준)는 560 $million 이고, 급속열분해와 바이오원유 가스화의 TCI(바이오매스 2000 t/day 처리 기준)는 510 $million 으로 바이오원유 가스화가 경제적으로 유리하다.

[0012] 바이오매스 가스화가 손쉽게 상용화가 이루어지고 있지 못하는 이유는 바이오매스 물질로부터 타르 또는 soot 발생으로 인하여 기존 연소시스템을 장시간 운전시 합성가스 정제를 위한 세척 또는 집진 설비의 부담이 증가하기 때문이다.

[0013] 바이오원유 가스화 기술은 바이오매스 가스화 기술 보다 합성가스 내 타르 농도가 낮고, 수소와 일산화탄소의 수율이 높기 때문에 고품질의 합성가스 생산이 가능하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0014] (특허문헌 0001) KR 등록특허공보 제10-1285879호(2013. 7. 8)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 이러한 과제를 해결하기 위한 본 발명은 바이오매스 급속열분해 공정 후단에 연동하여 제조된 바이오원유를 연속적으로 가스화하거나 독립적으로 운전할 수 있는 바이오매스 급속열분해용 유동층 반응기를 통하여 제조된 바이오원유의 합성가스화 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0016] 그리고 본 발명은 바이오매스 가스화 기술 보다 합성가스 내 타르 농도가 낮고, 수소와 일산화탄소의 수율이 높아 고품질의 합성가스 생산이 가능한 바이오매스 급속열분해용 유동층 반응기를 통하여 제조된 바이오원유의 합성가스화 시스템을 제공하는 것을 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0017] 이러한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 바이오매스 급속열분해용 유동층 반응기를 통하여 제조된 바이오원유의 합성가스 시스템은 바이오 매스를 이용하여 바이오원유를 생산하는 급속열분해 장치, 및 상기 급속열분해장치로부터 생산된 바이오원유를 산화제와 함께 가스화하여 합성 가스를 생산하는 바이오원유 가스화 장치를 포함하고, 상기 급속열분해장치로부터 생산된 바이오원유가 바이오원유 저장탱크로 공급되고, 상기 바이오원유 저장탱크의 원유가 상기 바이오원유 가스화 장치로 하나의 공정을 통하여 공급되게 구성함으로써 달성될 수 있다.

[0018] 또한, 급속열분해장치는 공급되는 바이오매스를 급속열분해하여 타르, 바이오 촤, 비응축가스로 분해하는 바이오매스 급속열분해 반응기와, 상기 바이오매스 급속열분해 반응기로부터 바이오매스의 열분해 가스를 전달받아 열분해 가스에 함유된 촤를 회수하는 사이클론, 및 상기 사이클론에서 촤가 제거된 열분해 가스로부터 바이오오일을 응축시켜 바이오오일을 생산하는 바이오원유응축기를 포함하게 구성할 수 있다.

[0019] 또한, 급속열분해장치는 상기 바이오원유응축기에서 공급되는 열분해가스를 정전기력을 이용하여 상기 바이오원유응축기에서 회수되지 않은 오일 미스트 성분 및 타르를 액상의 바이오원유를 포집하고 비응축가스는 배출하는 전기집진기를 더 포함할 수 있다.

[0020] 또한, 급속열분해 반응기는 원형 기둥 형상으로 하부에 가스 분산판을 갖추고 유동사를 이용하여 바이오매스를 급속 열분해시키는 원형 컬럼 형태의 유동층반응기로 구성할 수 있다.

[0021] 또한, 바이오원유 가스화 장치는 상기 급속열분해장치로부터 생산된 바이오원유를 저장하는 바이오원유 저장탱크와, 상기 이오원유 저장탱크에서 공급되는 바이오원유를 산화제와 함께 가스화하여 합성 가스를 생산하는 바이오원유 가스화 반응기, 및 바이오 촤를 연소하는 촤 연소기를 포함한다.

[0022] 또한, 바이오원유 저장탱크는 상기 급속열분해장치의 바이오원유 응축기에서 응축된 바이오원유와 전기집진기에서 포집된 원유를 저장하고, 바이오원유 가스화 장치는 상기 바이오원유 가스화 반응기에 증기를 가스화제로 사

용할 수 있도록 공급하는 증기교환기 또는 열교환를 더 포함한다.

[0023] 또한, 바이오원유 가스화 장치는 상기 바이오원유 가스화 반응기 외부를 감싸는 기포유동층(bubbling fluidized bed)형태의 연소기로 구성하고, 바이오원유 가스화과정에서 포집되는 바이오 촤를 연소하여 가스화 반응의 열원으로 사용하도록 동작하는 촤 연소기를 더 포함하게 구성한다.

[0024] 또한, 촤 연소기는 상기 급속열분해 장치의 사이클론과 바이오매스 급속열분해 반응기에서 생성된 촤와 상기 바이오원유 가스화 장치의 바이오원유 가스화 반응기의 가스화 과정에서 발생한 촤를 연소하여 시스템의 열원으로 사용하게 하는 것이 바람직하다.

[0025] 그리고 촤 연소기는 상기 열교환기 또는 증기발생기에서 공급되는 증기와 촤연소용 O_2를 순산소 연소하고 발생하는 Ash(회분)를 Ash 포집탱크에 포집되게 구성하고, 상기 촤 연소기에서 발생되는 열은 열교환기, 증기발생기, 또는 바이오원유 가스화 반응기 중 어느 하나 이상 열원으로 사용한다.

발명의 효과

[0026] 따라서 본 발명의 바이오매스 급속열분해용 유동층 반응기를 통하여 제조된 바이오원유의 합성가스화 시스템에 의하면, 바이오매스를 바이오원유의 형태로 변환함으로써 바이오매스의 저장 및 운반비용을 감소시킬 수 있고, 고 에너지 밀도의 바이오원유를 급속열분해 시스템과 연동 또는 단독으로 운전하여 경제적인 바이오 에너지 생산이 가능한 효과가 있다.

[0027] 또한, 본 발명의 바이오매스 급속열분해용 유동층 반응기를 통하여 제조된 바이오원유의 합성가스화 시스템에 의하면, 증기 또는 산소를 가스화제로 하기 때문에 고 발열량의 syngas를 생산하여 다양한 고부가 합성연료 생산이 가능하다.

[0028] 또한, 본 발명의 바이오매스 급속열분해용 유동층 반응기를 통하여 제조된 바이오원유의 합성가스화 시스템에 의하면, 바이오 매스를 이용한 바이오원유 생산용 급속열분해 장치(A)와 바이오원유의 가스화 장치(B)를 하나의 공정으로 구성함으로써, 경제적인 바이오매스 에너지를 생산하기 위해 생산 현장에서 바이오매스를 바이오원유로 변환하기 위한 급속열분해 시스템과 생산한 고에너지 밀도의 바이오오일을 현장에서 직접 가스화 하거나 대용량 플랜트 지역으로 이송하여 바이오에너지를 대량생산할 수 있는 효과가 있다.

[0029] 또한, 본 발명의 바이오매스 급속열분해용 유동층 반응기를 통하여 제조된 바이오원유의 합성가스화 시스템에 의하면, 바이오원유 가스화 반응기의 외부에 촤 연소기를 설치하여 가스화 반응기의 열원으로 사용하므로 급속열분해 공정의 산물인 바이오 촤를 효과적으로 소비할 수 있으며 가스화 반응기에 사용되는 소비전력을 절감할 수 있다.

[0030] 그리고 본 발명의 바이오매스 급속열분해용 유동층 반응기를 통하여 제조된 바이오원유의 합성가스화 시스템에 의하면, 촤 연소기를 열교환기 혹은 증기발생기와도 연동하여 열원으로 사용하게 되면 전체 공정의 효율을 상승시키는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 바이오원유 생산용 급속열분해 장치를 개략적으로 도시한 구성,

도 2는 촤 연소기, 증기발생기 혹은 열교환기를 포함하는 바이오원유 가스화 장치의 도면,

그리고

도 3은 바이오원유 생산 및 바이오원유 가스화 통합 공정의 구성도를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정 해석되지 아니하며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0033] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "…부", "…기", "모듈", "장치" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이

는 하드웨어 및/또는 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0034] 명세서 전체에서 "및/또는"의 용어는 하나 이상의 관련 항목으로부터 제시 가능한 모든 조합을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 예를 들어, "제1 항목, 제2 항목 및/또는 제3 항목"의 의미는 제1, 제2 또는 제3 항목뿐만 아니라 제1, 제2 또는 제3 항목들 중 2개 이상으로부터 제시될 수 있는 모든 항목의 조합을 의미한다.

[0035] 이하, 도면을 참고하여 본 발명의 일실시예에 대하여 설명한다.

[0036] 먼저 본 발명은 증기 또는 산소를 가스화제로 하여 바이오원유를 가스화하면 공기에 비해 높은 발열량을 가지는 syngas 생산이 가능하며 적절한 정제공정 및 조성제어 공정을 거쳐 합성천연가스, FT 디젤, 메탄올, 에탄올, 수소 또는 DME등의 고부가 합성연료 생산에 활용이 가능하고, 또한 가스화 반응기 외부에 촤 연소기(char combustor)를 설치하여 가스화 반응기의 열원으로 사용하여 바이오매스 급속열분해 공정의 산물인 바이오 촤를 효과적으로 소비할 수 있으며 가스화 반응기에 사용되는 소비전력을 절감할 수 있고, 추가적으로 촤 연소기를 열교환기 혹은 증기발생기와도 연동하여 열원으로 사용하여 전체 공정의 효율을 상승시키도록 구성한 것을 특징으로 한다.

[0037] 도 1은 바이오원유 생산용 급속열분해 시스템을 개략적으로 도시한 구성이고, 도 2는 촤 연소기, 증기발생기 혹은 열교환기를 포함하는 바이오원유 가스화 시스템의 도면, 그리고 도 3은 바이오원유 생산 및 바이오원유 가스화 통합 공정의 구성도를 도시한 도면이다.

[0038] 먼저 도 1의 바이오원유 생산용 급속열분해 시스템을 개략적으로 도시한 구성을 참고하여, 바이오원유 생산용 급속열분해 시스템에 대하여 설명한다.

[0039] 본 발명의 바이오원유 생산용 급속열분해 시스템은 바이오매스를 투입하여 타르를 응축하여 액상의 바이오원유로 회수하기 위한 장치이다.

[0040] 이를 위하여 본 발명의 바이오원유 생산용 급속열분해 시스템은 바이오 매스를 저장하는 바이오매스 사일로(100)와, 바이오매스를 정량적으로 급속열분해 반응기로 공급하는 바이오매스 투입용 스크류 피더(110), 바이오매스를 급속열분해하는 바이오매스 급속열분해 반응기(120), 촤를 회수하는 싸이클론(130), 바이오오일의 급속열분해 반응물을 바이오원유로 회수하기 위한 바이오원유 응축기(140)와 그리고 오일 미스트 성분 및 타르를 액상의 바이오원유로 회수하는 전기집진기(150)를 포함하여 구성한다.

[0041] 바이오매스 사일로(100)는 바이오원유 생산 시스템에서 바이오매스를 급속열분해 반응기로 투입하기 위해 바이오매스를 저장하는 역할을 한다.

[0042] 바이오매스 투입용 스크류 피더(110)는 바이오매스 사일로(100)에 저장중인 바이오매스를 급속열분해 반응기(120)로 정량으로 투입하기 위한 투입장치로써 스크류의 형태로 모터를 사용하여 구동하며 정량공급을 위하여 일반적으로 2단으로 운전된다.

[0043] 바이오매스 급속열분해 반응기(120)는 바이오매스 투입용 스크류 피더(110)를 통하여 공급되는 바이오매스를 급속열분해하여 타르, 바이오 촤, 비응축가스로 분해하는 장치이다.

[0044] 바이오매스 급속열분해 반응기(120)는 유동층 반응기, 와류(vortex) 반응기, 회전콘(rotating cone) 반응기, 스크류(auger) 반응기 등의 다양한 종류가 사용될 수 있으며 기체-고체간의 활발한 열전달을 위해서 주로 유동층 반응기가 사용된다.

[0045] 본 발명에서는 반응기를 특정하지 않으나 일례로 유동층 반응기를 이용하여 반응과정을 설명하기로 한다.

[0046] 유동층반응기는 원형 기둥 형상으로 하부에 가스 분산판을 갖추고 유동사를 이용하여 바이오매스를 급속 열분해시키는 원형 컬럼 형태의 급속열분해 반응기로서, 바이오매스 공급장치(100)로 공급된 바이오매스가 유동매질과 혼합을 통해 급속 열분해되는 구성이다.

[0047] 예를 들어 유동층반응기는 바이오매스가 열분해되어 가스화되며, 유동매질을 이용하여 바이오매스를 급속 열분해시키는 부재로서, 가열기에 의해서 내외부가 가열되어 유동층반응기 내에서 급속 열분해 반응이 일어나고, 바이오매스가 급속 열분해되면, 바이오매스로부터 바이오 오일이 함유된 열분해 가스가 생성되어 사이클론(130)으로 공급되게 하는 장치이다.

[0048] 또한, 바이오매스 공급장치(100)와 바이오매스 급속열분해 반응기(120)에는 질소(N_2)공급장치로부터 질소가 공급될 수 있다.

[0049] 싸이클론(130)은 기체와 혼합된 분진 및 고체입자를 원심력, 중력에 의하여 회수할 수 있는 집진장치로 바이오매스 급속열분해 반응기(120) 후단에 설치되어 바이오 촤와 미세한 모래 등의 고체입자를 포집하는 장치이다.

[0050] 즉 싸이클론(130)은 가스 분산판에 공급되는 가스와 유동층 반응기의 내외부를 가열하는 가열기와, 바이오매스의 열분해 가스를 전달받아 열분해 가스에 함유된 촤(Char)를 회수하도록 동작한다.

[0051] 본 발명에서 촤의 효율적인 회수를 위하여 직렬연결된 다단의 사이클론을 사용할 수 있음은 물론이다.

[0052] 예를 들어 다단으로 사이클론을 구성할 경우 1단 사이클론에서 촤가 회수된 열분해 가스를 다시 2단 사이클론으로 입력하여 잔여 촤를 회수하도록 동작한다.

[0053] 이러한 사이클론은 가스에 함유된 촤를 회수할 수 있으면 족하므로 다양한 형태의 원심력 집진장치가 이용될 수 있음은 물론이다.

[0054] 바이오원유 응축기(140)는 바이오오일의 급속열분해 반응물 중 타르를 응축하여 액상의 바이오원유로 회수하는 장치이다.

[0055] 실험실 규모의 급속 열분해 장치에서는 graham condenser가 많이 사용되고 있으며, 파일럿 규모의 급속 열분해 공정에서는 shell and tube 열교환기와 직접접촉 열교환기가 주로 사용된다. Shell and tube 열교환기는 급속열분해 된 가스를 열교환기에 통과시켜 응축반응을 통해 바이오 원유를 회수한다. 직접접촉식 열교환기는 일정 체적의 가스 유동내로 상온의 냉각 오일(quenching oil)을 분사하여, 직접 접촉하여 발생하는 응축 전열 과정을 통해 바이오 원유를 회수하도록 동작한다.

[0056] 바이오오일 응축기(140)는 사이클론(130)에서 촤가 제거된 열분해 가스로부터 바이오 오일을 응축시키는 구성으로, 복수 개 설치하면 바이오 오일을 효과적으로 응축할 수 있음은 물론이다.

[0057] 이러한 바이오오일 응축기는 열분해 가스로부터 바이오 오일을 응축시키면 되므로 다양한 공정을 통하여 구성할 수 있다.

[0058] 바이오오일 응축기(140)에서 공급되는 열분해가스는 전기집진기(150)로 공급되기 전에 필터(Filter)를 통과하게 함으로써, 전기집진기(150)로 들어가는 가스 중의 분진을 미리 제거해줌으로써 전기집진기(150)의 수명을 늘릴 수 있고, 전기집진기(150)에서 생산되는 바이오오일의 품질을 높일 수 있게 하는 것이다.

[0059] 이러한 필터는 전기집진기(150) 전단에 위치하여 전기집진기(150)로 들어가는 가스 중의 분진을 미리 제거할 수도 있고, 필터를 바이오오일 회수부(사이클론 ~전기집진기)의 적절한 위치에 장착하여 바이오오일 회수부의 부하를 줄이고 고품질의 바이오오일을 생산할 수 있도록 구성할 수 있다.

[0060] 전기집진기(150)는 필터(Filter;미도시)를 통과하면서 일부 분진이 제거된 열분해가스로부터 정전기력을 이용하여 바이오원유 응축기(140)에서 회수되지 않은 오일 미스트 성분 및 타르를 액상의 바이오원유로 회수하고 비응축가스(Non condensable gas)는 전기집진기(150)의 상부로 배출하는 장치이다.

[0061] 즉, 전기집진기(150)는 바이오오일 응축기에서도 응축되지 않은 열분해가스로부터 다시 바이오오일을 추출하는 것이다.

[0062] 전기집진기(150)는 분진 및 오일미스트를 포집하는 방법으로 바이오 오일을 회수할 수 있으면 다양한 공정이 함유된 구성으로 제작될 수 있다.

[0063] 상술한 과정을 거쳐 생산된 바이오 오일은 도 2의 촤 연소기, 증기발생기 혹은 열교환기를 포함하는 바이오원유 가스화 장치로 공급된다.

[0064] 도면을 참고하면, 본 발명의 바이오원유 가스화 장치는 급속열분해 장치에서 생산된 바이오원유를 이용하여 고발열량의 합성가스(syngas)를 생산하는 장치이다.

[0065] 본 발명은 급속열분해 장치와 바이오원유 가스화 장치를 통합하여 하나의 공정으로 수행하기 위한 것을 특징으로 하기 때문에 급속열분해장치로부터 생산된 바이오원유가 연속 고정을 통하여 바이오원유 저장탱크로 공급되고, 상기 바이오원유 저장탱크의 원유가 상기 바이오원유 가스화 장치로 공급되게 하여 급속열분해 장치와 바이오원유 가스화 장치가 하나의 공정을 통하여 이루어지게 하여, 결국 바이오매스를 이용하여 고품질의 합성가스를 하나의 공정으로 생산하게 하는 것이다.

[0066] 이를 위하여 바이오원유 가스화 장치는 바이오 원유를 저장하는 바이오원유 저장탱크(160)와, 바이오원유를 산

화제와 함께 가스화하여 합성 가스를 생산하는 바이오원유 가스화 반응기(170), 바이오 촤를 연소하는 촤 연소기(180)와 열교환기 또는 증기발생기(190), 그리고 회분을 포집하는 Ash 포집탱크(200)를 포함한다.

[0067] 먼저 바이오원유 저장탱크(160)는 급속열분해 장치에서 바이오매스 급속열분해를 통하여 생성된 바이오원유를 저장하는 탱크이다.

[0068] 즉, 바이오원유 저장탱크(160)는 바이오 매스를 급속열분해를 통하여 생산된 바이오원유를 저장하는 탱크로, 바이오 오일 응축기(140)와 전기집진기(150)에서 추출된 바이오원유를 저장하는 것이다.

[0069] 바이오원유 저장탱크(160)에 저장된 바이오 원유는 원유와 함께 산화제를 첨가하여 바이오원유 가스화 반응기(170)로 공급된다.

[0070] 바이오원유 가스화 반응기(170)는 바이오원유 저장탱크(160)에서 공급되는 바이오원유를 산화제와 함께 가스화하여 합성 가스를 생산하는 장치로써 주로 공급받은 공기(Air)를 가스화제로 이용해 생산되는 합성 가스는 엔진, 보일러, 가스터빈 등의 기존 연소기기에 기존연소와의 혼소 또는 전소 형태로 활용되어 전기 및 열을 생산하는 용도로 활용한다.

[0071] 또한 증기 또는 산소를 가스화제로 할 경우 공기에 비해 높은 발열량을 가지는 합성가스(Syn-gas) 생산이 가능하며 적절한 정제 공정 및 조성제어 공정을 거쳐 합성천연가스, FT 디젤, 메탄올, 에탄올, 수소 또는 DME 등의 고부가 합성 연료 생산에 활용이 가능하다.

[0072] 이때의 증기는 열교환기 또는 증기발생기(190)에서 공급되는 고온의 증기를 사용한다.

[0073] 또한, 이외에도 생물학적 전환을 통한 연료 생산 기술도 개발 되고 있다.

[0074] 촤 연소기(180)는 바이오원유 가스화 반응기(170) 외부를 감싸는 기포유동층(bubbling fluidized bed)형태의 연소기로 구성하여, 바이오매스 가스화과정에서 포집되는 바이오 촤를 연소하여 가스화 반응의 열원으로 사용하여 설비의 경제성을 향상시킬 수 있도록 하는 장치이다.

[0075] 촤 연소기(180)는 바이오매스 급속열분해 반응기(120)에서 발생하는 촤와 사이클론(130)에서 회수된 촤, 그리고 바이오원유 가스화 반응기(170)의 가스화과정에서 발생하는 촤를 열교환기 또는 증기발생기(190)에서 공급되는 증기와 촤연소용 O_2를 순산소연소하여 발생하는 Ash(회분)를 Ash 포집탱크(200)에 포집되게 한다.

[0076] 촤연소기(180)에서 촤의 연소로 발생하는 고온의 배기가스는 열교환기 또는 증기발생기(190)로 공급되어 증기발생시의 열을 생산하는 에너지원으로 사용한다.

[0077] 바이오원유 가스화 반응기(170)에 증기를 산화제로 사용하게 되면 고품질의 합성가스를 생성할 수 있다.

[0078] 바이오원유 가스화 반응기(170)에서가스화 반응을 거쳐 생성된 합성가스는 syngas 저장탱크에 저장되는 것이다.

[0079] 한편, syngas 저장탱크에 저장된 합성가스는 촉매반응 및 집진과정을 거쳐 최종적으로 reforming gas로 배출되게 할 수 있다.

[0080] 촤 연소기(180)는 순산소연소 에너지 회수장치로 동작하게 할 수 있다. 다시 말하면, 바이오 원유 가스화 과정에서 발생한 촤를 순산소연소하고, 연소 후 생성된 CO_2를 농도 조절하여 고농도 CO_2를 공급할 수 있도록 할 수 있다.

[0081] 이러한 고농도 CO_2는 열분해 생성물인 전기집진기의 비응축가스와 혼합하여 바이오오일응축기로 재순환시 CO_2의 양을 조절함으로써 혼합된 유동화가스의 평균 분자량을 조절하여 유동층반응기의 유동영역을 조절할 수 있으며 이는 기체-고체간의 혼합 및 열전달에 영향을 미치며 최종적으로는 반응을 촉진시킬 수 있다.

[0082] 싸이클론(132)은 기체와 혼합된 분진 및 고체입자를 원심력, 중력에 의하여 회수할 수 있는 집진장치로 촤 연소기(180)에서 발생한 Ash를 집진하여 Ash 포집탱크(200)로 전달하여 포집이 되도록 동작한다.

[0083] 열교환기 또는 증기발생기(190)는 바이오원유 가스화 반응기에 증기를 공급하는 기능을 수행하는 열교환기 또는 증기발생기이다. 가스화 반응에 증기를 산화제로 사용하게 되면 고품질의 합성가스를 생성할 수 있기 때문에 바이오원유 가스화 반응기(170)에 증기를 공급한다.

[0084] 상술한 바와 같이, 열교환기 또는 증기발생기(190)는 촤 연소기(180)에서 발생되는 고온의 배기가스를 이용하여 증기발생시의 열을 생산하는 에너지원으로 사용한다.

[0085] 따라서, 열교환기 또는 증기발생기(190)는 촤 연소기(180)에서 제공되는 고온의 배기가스를 이용하여 증기 발생시의 에너지원으로 사용하고, 발생된 증기는 바이오원유 가스화 반응기(170)로 공급되고, 바이오원유 가스화 반응기(170)의 가스화과정에서 발생하는 촤는 촤연소기(180)에서 연소되고, 이때 발생되는 고온의 배기가스는 다시 열교환기 또는 증기발생기(190)로 공급되게 함으로써, 에너지를 효율적으로 이용할 수 있는 것이다.

[0086] Ash 포집탱크(200)는 바이오오일 가스화 과정에서 생성되는 회분(Ash)을 포집할 수 있는 탱크이다.

[0087] 이하, 급속열분해 시스템을 통하여 생산된 바이오원유를 이용하여 바이오원유를 가스화 시스템에 적용한 통합 과정의 바이오매스 급속열분해용 유동층 반응기를 통하여 제조된 바이오원유의 가스화 시스템에 대하여 설명한다.

[0088] 도 3은 본 발명의 일실시예에 의한 바이오원유 생산 및 바이오원유 가스화 통합 공정의 구성도를 도시한 도면으로, 도시된 바와 같이, 바이오매스를 바이오매스 사일로(100)에 채운 뒤 바이오매스 투입용 스크류 피더(110)를 통하여 정량으로 바이오매스를 바이오매스 급속열분해 반응기(120)로 투입한다. 바이오매스 급속열분해 반응기(120)에서는 유동매질(모래)과 바이오매스가 활발히 혼합되며 급속열분해되어 타르(Tar), 바이오 촤(char), 비응축가스(non-condensable gas)가 각각 생성된다.

[0089] 바이오매스 급속열분해 반응기(120)에서 발생한 바이오 촤(char)와 싸이클론(130)을 통하여 포집된 촤는 연소기(180)의 연소시료로 사용된다.

[0090] 바이오매스 급속열분해 반응기(120)에서 타르와 비응축가스는 바이오원유 응축기(140)와 전기집진기(150)를 거치는데 이 과정에서 타르는 바이오원유로 응축되고 비응축가스(Non condensable gas)는 전기집진기(150)의 상부로 배출된다.

[0091] 바이오원유 응축기(140)에서 응축된 바이오원유와 전기집진기(150)에서 집진된 바이오원유는 바이오원유 저장탱크(160)에 저장되고 이는 투입펌프를 통하여 바이오원유 가스화 반응기(170)로 분사되어 산화제와 함께 가스화된다.

[0092] 열교환기 또는 증기발생기(190)에서 생성되는 스팀(steam)은 산화제로써 사용되며 해당 장치의 열원은 촤 연소기(180)에서 발생되는 열을 사용한다. 촤 연소기(180)는 기포유동층 반응기로 운전되며 급속열분해 산물인 바이오 촤를 효율적으로 소비하여 공정의 효율 및 경제성을 향상시킨다.

[0093] 바이오원유 가스화 반응기(170)도 촤 연소기(180)에서 발생되는 열을 사용한다.

[0094] 바이오원유 가스화 및 촤 연소 후 생성되는 회분(ash)은 싸이클론(130)을 거쳐 ash 포집탱크(200)에 포집된다.

[0095] 이러한 구성을 통하여 도 3을 참조하면, 바이오 매스를 이용한 바이오원유 생산용 급속열분해 장치(A)와 바이오원유의 가스화 장치(B)를 하나의 공정으로 구성함으로써, 경제적인 바이오매스 에너지를 생산하기 위해 생산 현장에서 바이오매스를 바이오원유로 변환하기 위한 급속열분해 시스템과 생산한 고에너지 밀도의 바이오오일을 현장에서 직접 가스화 하거나 대용량 플랜트 지역으로 이송하여 바이오에너지를 대량생산할 수 있는 기술이다.

[0096]

[0097] 이상에서 본 발명은 기재된 구체예에 대하여 상세히 설명되었지만 본 발명의 기술사상 범위 내에서 다양한 변형 및 수정이 가능함은 당업자에게 있어서 명백한 것이며, 이러한 변형 및 수정이 첨부된 특허 청구범위에 속함은 당연한 것이다.

부호의 설명

[0098] 100: 바이오매스 사일로 110: 바이오매스 투입용 스크류 피더

120: 바이오매스 급속열분해 반응기 130: 싸이클론

140: 바이오원유 응축기 150: 전기집진기

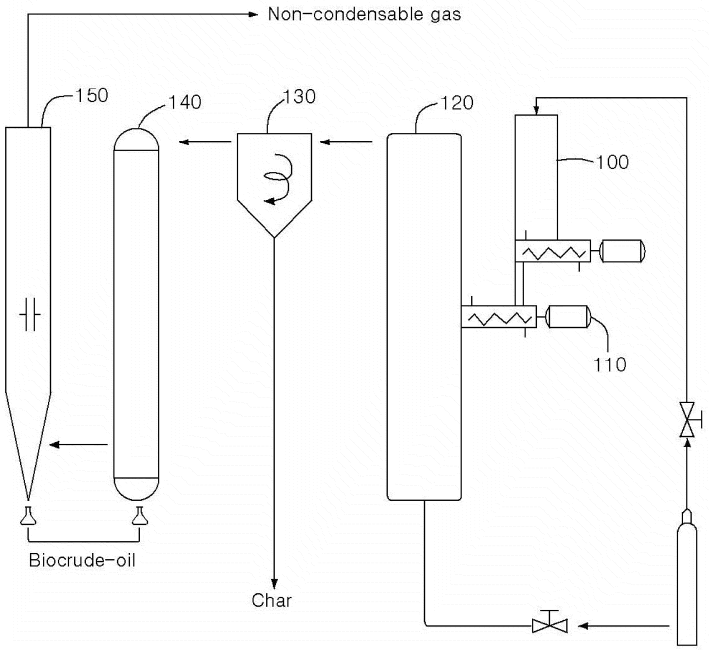
160: 바이오원유 저장탱크 170: 바이오원유 가스화 반응기

180: 촤 연소기 190: 열교환기 또는 증기발생기

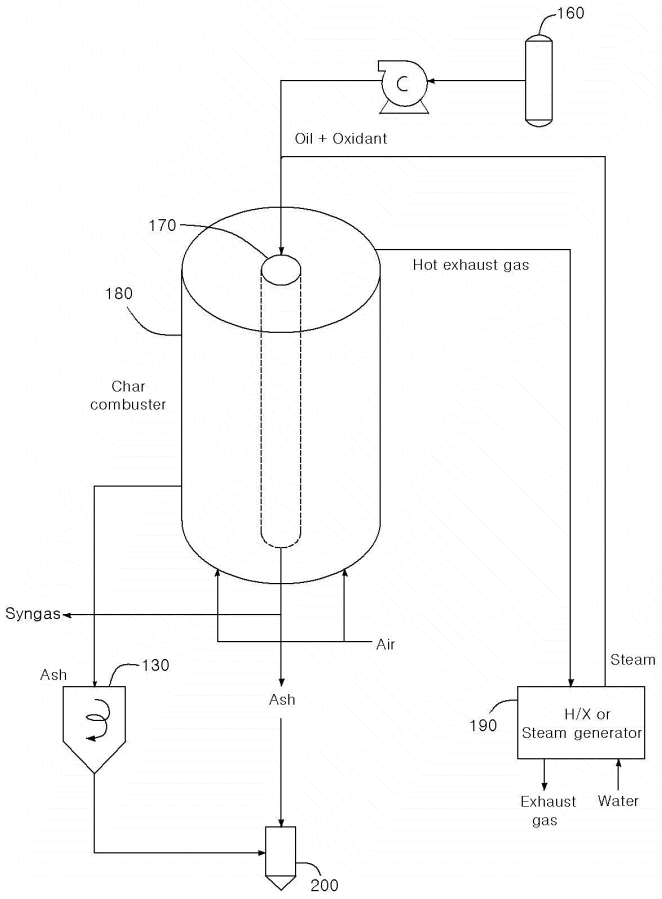
200: Ash 포집탱크

도면

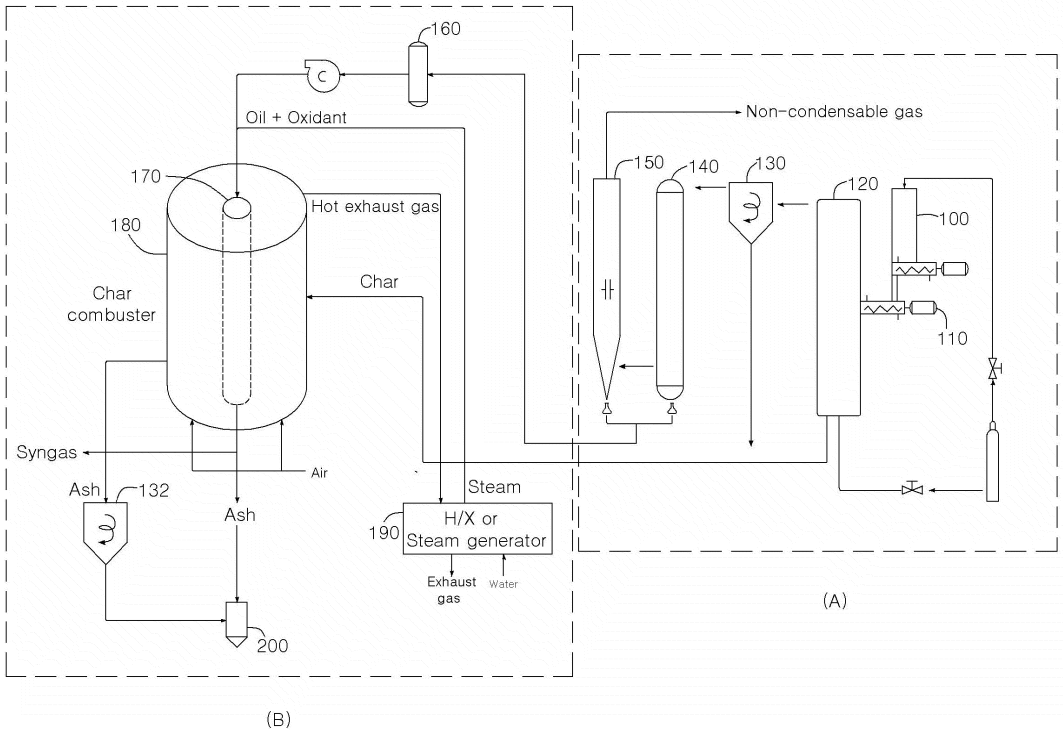
도면1


Non-condensable gas
150
140
130
120
100
110
Biocrude-oil
Char

도면2


160
Oil + Oxidant
170
Hot exhaust gas
180
Char
combuster
Syngas
Air
Ash
130
Ash
Steam
190
H/X or
Steam generator
Exhaust
gas
Water
200

도면3


160
Oil + Oxidant
170
180
Hot exhaust gas
Char
Char combuster
Syngas
Air
Ash
132
Ash
Steam
190
H/X or Steam generator
Exhaust gas
Water
200
(B)
Non-condensable gas
150
140
130
120
100
110
(A)