



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년09월16일

(11) 등록번호 10-2444094

(24) 등록일자 2022년09월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C01B 3/38 (2006.01) C10J 3/84 (2006.01)

C10K 1/02 (2006.01) C10K 1/10 (2006.01)

C10K 3/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C01B 3/38 (2013.01)

C10J 3/84 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0123746

(22) 출원일자 2020년09월24일

심사청구일자 2020년09월24일

(65) 공개번호 10-2021-0110158

(43) 공개일자 2021년09월07일

(30) 우선권주장

1020200025044 2020년02월28일 대한민국(KR)

(56) 선행기술조사문헌

JP5995873 B2\*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 3 항

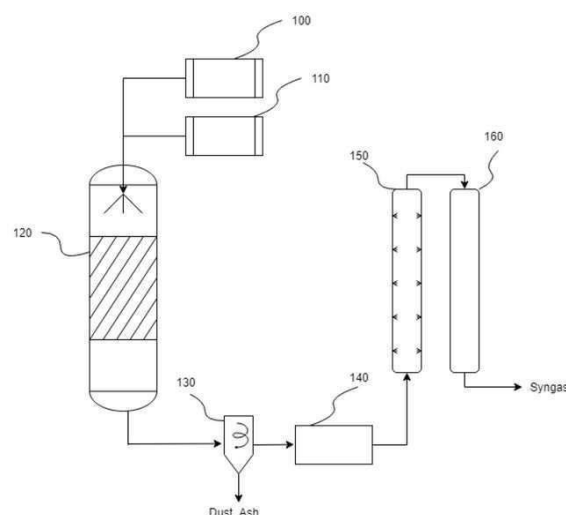
심사관 : 이수재

(54) 발명의 명칭 바이오원유 가스화 공정에서의 합성가스의 내 타르저감 및 합성가스의 합성가스의 조성물을 조절할 수 있는 방법 및 그 장치

## (57) 요약

바이오원유 가스화 공정에서의 합성가스의 내 타르저감 및 합성가스의 조성을 조절할 수 있는 방법 및 그 장치가 개시된다. 본 발명은 바이오매스 급속열분해 반응기가 바이오원유와 스팀을 주입받아 바이오 원유를 가스화하여 합성가스를 유출하는 단계, 합성 가스 내 분진, ash를 싸이클론 장치를 통하여 제거하는 단계 및 싸이클론장치에서 유출되는 합성가스를 촉매반응용 반응기에 유입시켜 합성가스 내 타르제거 및 수소의 농도를 향상시켜 합성가스를 개질하는 단계를 포함하게 구성함으로써, 바이오원유의 가스화 과정에서 배출되는 합성가스 내 타르함량의 감소와 더불어 고부가 합성연료 생산에 유리한 높은 수소농도를 가지는 합성가스를 생산할 수 있는 효과가 있다.

## 대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**C10K 1/026** (2013.01)  
**C10K 1/028** (2013.01)  
**C10K 1/101** (2013.01)  
**C10K 3/023** (2013.01)  
**C01B 2203/0216** (2013.01)  
**C01B 2203/0233** (2013.01)  
**C10J 2300/0926** (2013.01)  
**C10J 2300/0976** (2013.01)  
**C10J 2300/1628** (2013.01)

---

(56) 선행기술조사문헌

KR1020020010902 A\*  
KR101705094 B1  
JP2015004021 A  
KR101472855 B1  
KR1020050016802 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

바이오원유 가스화 장치를 이용한 공정에서의 합성가스 내 타르저감 및 합성가스의 조성물을 조절하는 방법에 있어서,

(a)바이오매스 급속열분해 반응기에 산화제로 스팀을 투입하여 타르를 저감시키는 단계; 및

(b)상기 타르가 저감된 합성가스를 합성가스 개질용 촉매반응기에 유입시켜 합성가스를 개질하는 단계;

를 포함하고,

상기 (a)단계는

(a-1)바이오매스 급속열분해 반응기가 바이오원유 투입용 Silo로부터 바이오원유를 유입받는 단계;

(a-2)바이오매스 급속열분해 반응기에 스팀 제너레이터를 통하여 산화제로 동작하는 스팀을 주입하는 단계;

(a-3)바이오매스 급속열분해 반응기가 바이오원유 투입용 Silo로부터 바이오원유를 유입받고 스팀 제너레이터를 통하여 산화제로 동작하는 스팀을 주입받아 바이오 원유를 가스화하여 합성가스를 유출하는 단계;

로 이루어지며,

상기 (a-2)단계는

합성가스에 투입된 스팀에 의하여 탄소가스화 반응을 유도하고 탄소 가스화이후 교대 반응에 의하여 고분자인 타르성분이 저분자 물질로 전환되어 타르의 함량이 감소하는 바이오원유 가스화 공정에서의 합성가스의 내 타르저감 및 합성가스의 조성을 조절하는 방법.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 (b)단계는

(b-1)상기 (a-3)단계에서 유출되는 합성가스를 유입받아 합성 가스 내 분진, ash를 싸이클론 장치를 통하여 제거하는 단계; 및

(b-2)싸이클론장치에서 유출되는 합성가스 개질용 촉매반응기에 유입시켜 합성가스 내 타르제거 및 수소의 농도를 향상시켜 합성가스를 개질하는 단계;

를 포함하는 바이오원유 가스화 공정에서의 합성가스의 내 타르저감 및 합성가스의 조성을 조절하는 방법.

#### 청구항 5

청구항 1에 있어서,

(c)상기 합성가스 개질용 촉매반응기에서 개질된 합성가스를 유입받아 워터 스크리버에서 합성 가스속의 분진을 물의 분사와 수막에 의해 씻어내는 1차 분진 제거단계; 및

(d)상기 워터스크러버에서 1차 분진이 제거된 합성가스를 유입받아 전기집진기에서 입자에 전하를 부여하여 2차로 분진을 부착제거하는 단계;

를 더 포함하는 바이오원유 가스화 공정에서의 합성가스의 내 타르저감 및 합성가스의 조성을 조절하는 방법

## 청구항 6

삭제

## 청구항 7

삭제

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 바이오원유의 가스화 공정의 효율을 높이기 위한 것으로, 보다 상세하게는 바이오원유의 가스화 과정에서 생성되는 합성가스 내 타르의 저감 또는 수소의 농도를 촉매를 사용하여 증가시키는 타르저감 및 합성가스의 조성물을 조절할 수 있는 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

### 배경 기술

[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<sub>2</sub> 배출량 감축, 바이오에너지 비중 확대 및 신재생연료 의무혼합제도(RFS) 등의 국가적인 목표와 제도에 맞추어 국내에서도 많은 관심과 연구가 이루어지고 있다.

[0004] 우리나라는 기후변화 협약에 따라 2030년 까지 온실가스 배출전망 대비 37% 저감을 목표로 하고있다. 또한 2012년 RPS (신재생에너지 공급의무화)제도, 2015년 RFS (신재생연료 의무 혼합)제도의 시행에 이어 RHO (신재생에너지 공급의무화)제도가 시행될 예정에 있다. 이에 따라 전력, 수송용 에너지 및 열에너지 전반에 걸쳐 신재생에너지를 의무적으로 사용하여야 한다.

[0005] 공기를 산화제로 이용해 생산되는 합성가스(syngas)는 엔진, 보일러, 가스터빈 등의 기존 연소기기에 혼소 또는 전소 형태로 활용되어 전기 및 열에너지를 생산하는 용도로 활용할 수 있다.

[0006] 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.

[0007] 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.

[0008] 바이오원유 가스화 기술은 바이오매스 가스화 기술 보다 합성가스 내 타르 농도가 낮고, 수소와 일산화탄소의 수율이 높기 때문에 고품질의 합성가스 생산이 가능하다.

[0009] 또한, 고부가 합성연료 생산을 위해서는 높은 농도의 수소가 포함된 합성가스를 생산하는 것이 중요하다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) KR 등록특허공보 제10-1713804호(2017.03.02)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0011] 이러한 과제를 해결하기 위한 본 발명은 바이오원유의 가스화 과정에서 배출되는 합성가스 내 타르함량의 감소와 더불어 고부가 합성연료 생산에 유리한 높은 수소농도를 가지는 합성가스를 생산할 수 있는 바이오원유 가스화 공정에서의 합성가스의 내 타르저감 및 합성가스의 조성을 조절할 수 있는 방법 및 그 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0012] 이러한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 바이오원유 가스화 장치를 이용한 공정에서의 합성가스 내 타르저감 및 합성가스의 조성을 조절할 수 있는 방법은, (a)바이오매스 급속열분해 반응기가 바이오원유 투입용 Silo로부터 바이오원유를 유입받는 단계와, (b)바이오매스 급속열분해 반응기에 스팀 제너레이터를 통하여 산화제로 동작하는 스팀을 주입하는 단계, (c)바이오매스 급속열분해 반응기가 바이오원유 투입용 Silo로부터 바이오원유를 유입받고 스팀 제너레이터를 통하여 산화제로 동작하는 스팀을 주입받아 바이오 원유를 가스화하여 합성가스를 유출하는 단계, (d)상기 (c)단계에서 유출되는 합성가스를 유입받아 합성 가스 내 분진, ash를 싸이클론 장치를 통하여 제거하는 단계 및 (e)싸이클론장치에서 유출되는 합성가스를 촉매반응용 반응기에 유입시켜 합성가스 내 타르제거 및 수소의 농도를 향상시켜 합성가스를 개질하는 단계를 포함하는 이루어지게 함으로써 달성될 수 있다.

[0013] 또한, (f)상기 촉매반응용 반응기에서 개질된 합성가스를 유입받아 워터 스크리버에서 합성 가스속의 분진을 물의 분사와 수막에 의해 씻어내는 1차 분진 제거단계, 및 (g)상기 워터스크리버에서 1차 분진이 제거된 합성가스를 유입받아 전기집진기에서 입자에 전하를 부여하여 2차로 분진을 부착제거하는 단계를 더 포함하게 구성할 수 있다.

[0014] 한편, 이러한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 바이오원유 가스화 장치를 이용한 공정에서의 합성가스 내 타르저감 및 합성가스의 조성 장치는 바이오원유를 가스화하기 위한 가스화 반응기와, 상기 가스화 반응기로부터 생성되는 합성가스 내 분진, ash를 제거하기 위한 싸이클론 장치, 상기 가스화 반응기로 산화제로 동작하는 스팀을 주입할 수 있는 스팀 제너레이터, 및 합성가스 내 타르제거 및 수소의 농도를 향상시켜 합성가스를 개질하기 위한 촉매반응용 반응기를 포함하게 구성함으로써 달성될 수 있다.

[0015] 그리고 상기 촉매반응용 반응기에서 개질된 합성가스를 유입받아 합성 가스속의 분진을 물의 분사와 수막에 의해 씻어내는 워터 스크리버와 상기 워터스크리버에서 1차 분진이 제거된 합성가스를 유입받아 입자에 전하를 부여하여 2차로 분진을 부착제거하는 전기집진기를 더 포함하게 구성할 수도 있다.

## 발명의 효과

[0016] 따라서, 본 발명의 바이오원유 가스화 공정에서의 합성가스의 내 타르저감 및 합성가스의 조성을 조절할 수 있는 방법 및 그 장치에 의하면, 바이오원유의 가스화 과정에서 배출되는 합성가스 내 타르함량의 감소와 더불어 고부가 합성연료 생산에 유리한 높은 수소농도를 가지는 합성가스를 생산할 수 있는 효과가 있다.

[0017] 또한, 본 발명의 바이오원유 가스화 공정에서의 합성가스의 내 타르저감 및 합성가스의 조성을 조절할 수 있는 방법 및 그 장치에 의하면, 바이오원유의 산화제로 스팀을 사용하게 되면 합성가스의 타르저감 효과가 있으며, 합성가스 내 수소 수율 또한 상승하고, 또한 가스화 반응기 후단에 촉매반응기를 이용하여 합성가스를 개질함으로써 목표로 하는 조성에 적합한 합성가스를 생산할 수 있는 효과가 있다.

## 도면의 간단한 설명

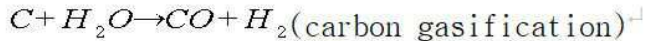
[0018] 도 1은 바이오원유 가스화 공정에서의 합성가스 내 타르저감 및 합성가스의 조성 조절 장치의 주요 구성도, 그리고

도 2는 타르저감을 위한 일실시예에 결과 그래프이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 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.
- [0020] 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, 이는 하드웨어 및/또는 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0021] 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.
- [0022] 명세서 전체에서 각 단계들에 있어 식별부호(예를 들어, a, b, c, ...)는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 한정하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않은 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 단계들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.
- [0023] 이하, 도면을 참고하여 본 발명의 일실시예에 대하여 설명한다.
- [0024] 본 발명은 스팀을 산화제로 사용하여 타르함량을 줄이는 것과 촉매반응기를 이용하여 목표로 하는 합성가스 조성에 따라 수소 또는 메탄의 함량을 변화시킬 수 있는 것을 하나의 특징으로 한다.
- [0025] 이를 위하여 본 발명의 바이오원유 가스화 공정에서의 합성가스의 내 타르저감 및 합성가스의 조성 조정 장치는 바이오원유 투입용 Silo(100)와 스팀 제너레이터(110), 바이오매스 급속열분해 반응기(120), 싸이클론(130), 합성가스 개질용 촉매반응기(140), 워터 스크러버(150), 그리고 전기집진기(160)를 포함하여 구성한다.
- [0026] 도 1의 바이오원유 가스화 공정에서의 합성가스의 내 타르저감 및 합성가스의 조성물 조절 장치의 주요 구성을 도시한 도면을 참고하면, 도시된 바와 같이본 발명의 바이오원유 가스화 조절 장치는 바이오 원유를 바이오매스 급속열분해 반응기로 유입하는 바이오원유 투입용 Silo(100)와 스팀을 생성하여 바이오매스 급속열분해 반응기(120)로 공급하는 스팀 제너레이터(110), 바이오원유 투입용 Silo(100)로부터 바이오원유를 유입받아 가스화하여 합성가스를 유출하는 바이오매스 급속열분해 반응기(120), 바이오매스 급속열분해 반응기(120)로부터 유입된 합성가스내의 분진을 제거하는 싸이클론(130), 합성가스 개질용 촉매반응기(140), 워터 스크러버(150), 그리고 전기집진기(160)를 포함하여 구성한다.
- [0027] 스팀 제너레이터(110)는 증기 개질장치로 동작하는 바이오매스 급속열분해 반응기(120)로 steam을 공급하도록 동작한다.
- [0028] 바이오매스 급속열분해 반응기(120)는 바이오원유를 가스화하기 위한 가스화 반응기로 동작하며, 가스화 과정에서 생성되는 입자성 물질이 포집된 합성가스를 공급받아 스팀 제너레이터(110)로부터 공급되는 steam을 사용하여 합성가스를 개질하여 고품질의 개질가스를 생성하도록 동작한다.
- [0029] 즉, 합성가스에는 다량의 타르를 함유하기 때문에 스팀 제너레이터를 통하여 스팀을 산화제로 하여 타르를 저감하는 것이다.
- [0030] 아래의 수학적식1과 수학적식2를 참고하면 합성가스에 투입된 스팀에 의하여 탄소가스화 반응(carbon gasification)을 유도하고 탄소 가스화이후 수성가스 전이반응(water-gas shift reaction)에 의하여 고분자인 타르성분이 저분자 물질로 전환되어 타르의 함량이 감소함을 알 수 있다.

## 수학식 1



[0031]

[0032] H<sub>2</sub>O(물)는 스팀제너레이터(110)를 통하여 증기상태로 반응기(120)에 투입되고 carbon gasification 식에서 C는 시료를 구성하는 탄소로, 그 탄소가 증기(H<sub>2</sub>O)와 만나서 CO 및 H<sub>2</sub>를 생성하고, water-gas shift reaction은 CO가 H<sub>2</sub>O와 만나 CO<sub>2</sub> 및 H<sub>2</sub>를 생성하는 반응이다.

[0033] 가스화에는 여러 가지 반응이 있는데 수학식 1은 대표적인 반응을 나타낸 것으로, 일반적으로 타르는 C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>의 형태로 복잡 다양한 탄소, 수소로 이루어진 탄화수소 물질이기 때문에 한가지로 정의할 수 없고 포괄적으로 타르라고 부른다.

[0034] 저분자 물질은 CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>3</sub> 같은 탄소가 낮은 물질들을 지칭한다.

[0035] 또한, 상기 수학식 1을 참고하면, 본 발명에서는 합성가스의 타르저감 효과를 위하여 바이오원유의 산화제로 스팀을 사용하고 이로 인해 합성가스 내 수소 수율도 상승시킬 수 있는 것을 하나의 특징으로 한다.

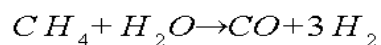
[0036] 싸이클론(130)은 가스화 반응기로부터 생성되는 합성가스 내 분진, ash를 제거하도록 동작하며, 합성가스 개질용 촉매반응기(140)는 싸이클론(130)에서 분진, ash가 제거된 합성가스를 개질하여 목표로 하는 합성가스를 생산할 수 있도록 한다.

[0037] 합성가스 개질용 촉매반응기(140)에서는 다음의 반응식을 이용하여 메탄의 수율이 높은 합성가스를 생산할 수 있다.

[0038] 300 - 400 °C에서 니켈계 촉매를 사용하면 하기와 같은 수학식 2에 의해 메탄의 수율이 높은 합성가스를 생산할 수 있는 것이다. 메탄은 천연가스의 주 성분으로 생성되는 합성가스를 연소하는 경우에 적용할 수 있다.

[0039] 또한, 합성가스 개질용 촉매반응기(140)에서는 다음의 반응식을 이용하여 수소의 수율이 높은 합성가스를 생산한다.

## 수학식 2



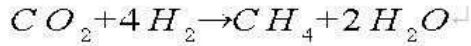
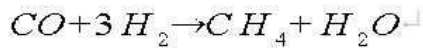
[0040]

[0041] 수학식 2를 보면 증기가 메탄과 반응하므로 촉매반응기(140)에도 선택적으로 스팀 제너레이터(110)에서 스팀이 공급되게 구성할 수 있다(도면 미도시).

[0042] 약 700 °C에서 백운석(Dolomite), 니켈계 촉매를 이용하면 증기는 메탄과 반응하여 일산화탄소와 수소를 생성하며 반응식은 하기와 같다. 이를 steam reforming이라고 하며 이를 이용하면 수소 수율이 높은 합성가스의 생산이 가능하다.



### 수학식 3



[0043]

[0044] 수학식1은 수소의 수율을 높이는 가스화 과정이고 수학식 3은 합성가스의 발열량을 높여 연소에 적용할 때, CH<sub>4</sub>가 필요한 경우에 선택적으로 사용할 수 있다는 것을 의미한다.

[0045] 수학식2와 수학식3을 보면 수소 수율과 메탄 수율이 촉매반응기(140)에서 역으로 작동하며, 목적에 따라서 반응 온도, 촉매를 달리하여 사용할 수 있기 때문에, 이는 수학식 2, 3이 동시에 반응하지 않음을 의미한다.

[0046] 즉, 합성가스 개질용 촉매반응기(140)는 사이클론(130)에서 분진, ash가 제거된 합성가스를 공급받아 백운석(Dolomite) 또는 니켈계 촉매를 사용하여 합성가스를 개질하여 고품질의 개질가스를 생성하여 워터 스크러버(water scrubber)(150)로 공급한다.

[0047] 워터 스크러버(water scrubber)(150)는 합성가스 개질용 촉매반응기(140)로부터 공급받은 개질된 합성가스 속의 분진을 물의 분사와 수막에 의해 씻어내는 분진 제거장치로 사용되며, 전기집진기(160)도 입자에 전하를 부여하여 분진을 부착제거하는 분진 제거장치로 동작한다.

[0048] 이하, 상술한 장치를 이용한 바이오원유 가스화 공정에서의 합성가스의 내 타르저감 및 합성가스의 조성물 조정 방법에 대하여 설명한다.

[0049] 본 발명의 합성가스의 내 타르저감 및 합성가스의 조성물 조정 방법도 타르 저감을 위하여 바이오원유의 산화제로 스팀을 사용하며, 스팀을 산화제로 사용함에 따라 합성가스 내 수소 수율 또한 상승시키게 하는 것을 하나의 특징으로 한다.

[0050] 그리고 가스화 반응기 후단에 촉매반응기를 이용하여 합성가스를 개질하여 목표로 하는 합성가스를 생산할 수 있도록 하는 것에 특징이 있다.

[0051] 이를 위하여 본 발명의 바이오원유 가스화 공정에서의 합성가스의 내 타르저감 및 합성가스의 조성을 조절하는 방법은 바이오매스 급속열분해 반응기(120)에 산화제로 스팀 제너레이터(110)에서 생성된 스팀을 투입하여 타르를 저감시키는 단계(S100)와 상기 타르가 저감된 합성가스를 합성가스 개질용 촉매반응기(140)에 유입시켜 합성가스를 개질하는 단계(S200), 그리고 1차 분진제거단계(S300)와 2차 분진제거단계(S400)를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0052] 보다 구체적으로 단계 S100은 바이오매스 급속열분해 반응기(120)가 바이오원유 투입용 Silo(100)로부터 바이오원유를 유입받는 단계(S110)와 바이오매스 급속열분해 반응기(120)에 스팀 제너레이터(110)를 통하여 산화제로 동작하는 스팀을 주입하는 단계(S120), 바이오매스 급속열분해 반응기(120)가 바이오원유 투입용 Silo(100)로부터 바이오원유를 유입받고 스팀 제너레이터(110)를 통하여 산화제로 동작하는 스팀을 주입받아 바이오 원유를 가스화하여 합성가스를 사이클론(130)으로 공급하는 단계(S130)를 포함한다.

[0053] 또한, 바이오매스 급속열분해 반응기(120)는 합성가스에 투입된 스팀에 의하여 탄소가스화 반응을 유도하고 탄소 가스화이후 교대 반응에 의하여 고분자인 타르성분이 저분자 물질로 전환되어 타르의 함량이 감소하도록 동작한다.

[0054] 반응식을 이용한 구체적 내용은 수학식 1의 내용과 동일하므로 생략하기로 한다.

[0055] 또한, 단계 S200은 바이오매스 급속열분해 반응기(120)에서 유출되는 합성가스를 유입받아 합성 가스 내 분진, ash를 사이클론(130)을 통하여 제거하는 단계(S210)와 사이클론(130)에서 유출되는 합성가스를 합성가스 개질용 촉매반응기(140)에 유입시켜 합성가스 내 타르제거 및 수소의 농도를 향상시켜 합성가스를 개질하는 단계(S220)를 더 포함할 수 있다.

[0056] 그리고 합성가스 개질용 촉매반응기(140)에서 개질된 합성가스를 유입받아 워터 스크러버(150)에서 합성 가스속



의 분진을 물의 분사와 수막에 의해 씻어내는 1차 분진 제거단계(S300)와 워터스크러버(150)에서 1차 분진이 제거된 합성가스를 유입받아 전기집진기(160)에서 입자에 전하를 부여하여 2차로 분진을 부착제거하는 단계(S400)를 더 포함할 수도 있다.

[0057] 이하, 이러한 방법을 이용하여 실험한 예를 열거함으로써, 바이오원유의 산화제로 스팀을 사용함으로써 타르 제거와 수소 수율을 상승시킨다는 것 그리고 촉매반응기를 이용하여 합성가스를 개질하여 목표로 하는 합성가스를 생산할 수 있다는 것을 예시하기로 한다.

[0058] [실시예-1]

[0059] 본 일실시예는 바이오원유 가스화 과정에서 합성가스 내 타르농도 저감에 대한 일실시예 이다.

[0060] 일반적으로 가스화에 사용되는 산화제는 연료, 산화제 당량비를 고려하여 산소 또는 공기를 사용한다.

[0061] 그러나 이는 합성가스 내 다량의 타르를 함유하기 때문에 스팀 제너레이터를 통하여 스팀을 산화제로 하여 타르를 저장하는 일일시예를 진행하였다.

[0062] 스팀을 산화제로 할 경우 하기와 같은 반응에 의해 고분자인 타르성분이 저분자 물질로 전환되어 타르의 함량이 감소한다.

[0063]  $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$  (carbon gasification)

[0064]  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$  (shift reaction)

[0065] 도 2의 타르저감을 위한 일실시예에 의한 결과 그래프를 참고하면, 산소를 산화제로 사용한 경우와 비교하였을 때 스팀을 산화제로 사용하게 되면 전반적으로 타르함량이 낮았으며 반응온도에 따라 1000 °C에서는 87 mg/m<sup>3</sup>으로 매우 낮은 타르함량을 보였다.

[0066] [실시예-2]

[0067] 본 일시예에는 합성가스 개질용 촉매반응기를 이용하여 목표로 하는 합성가스 조성에 따라 수소 또는 메탄의 함량을 변화시킬 수 있는 실험에 대한 일실시예이다.

[0068] 약 700 °C에서 백운석(Dolomite), 니켈계 촉매를 이용하면 증기는 메탄과 반응하여 일산화탄소와 수소를 생성하며 반응식은 하기와 같다. 이를 steam reforming이라고 하며 이를 이용하면 수소 수율이 높은 합성가스의 생산이 가능하다.

[0069]  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2$

[0070] 300 - 400 °C에서 니켈계 촉매를 사용하면 하기와 같은 반응에 의해 메탄의 수율이 높은 합성가스를 생산할 수 있다. 메탄은 천연가스의 주 성분으로 본 실험법은 생성되는 합성가스를 연소하는 경우에 적용할 수 있다.

[0071]  $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

[0072]  $\text{CO} + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$

[0073]

[0074] 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

[0075] 100: 바이오원유 투입용 Silo 110: 스팀 제너레이터

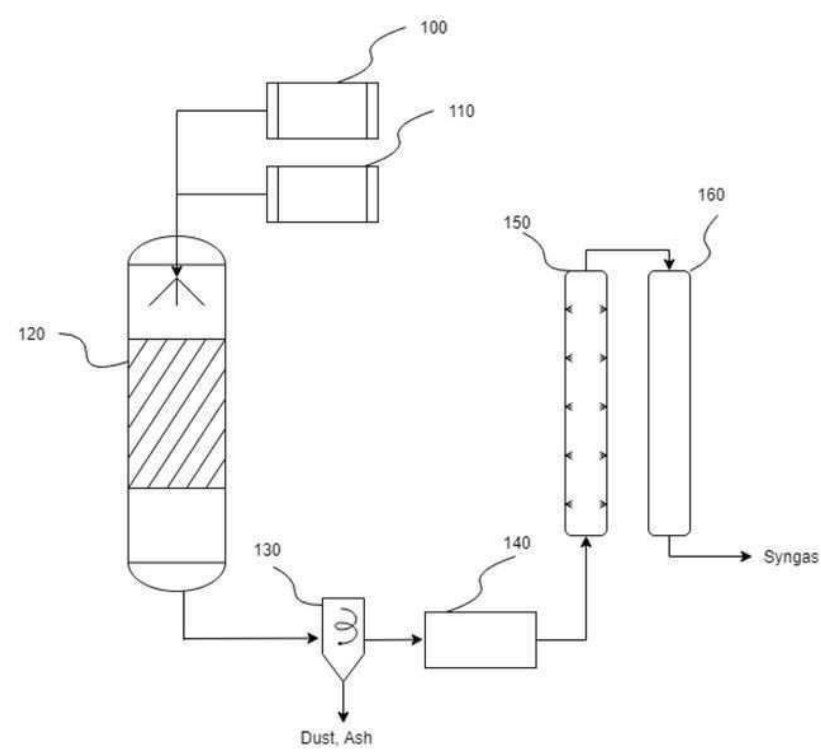
120: 바이오매스 급속열분해 반응기                      130: 사이클론

140: 합성가스 개질용 촉매반응기                      150: 워터 스크러버

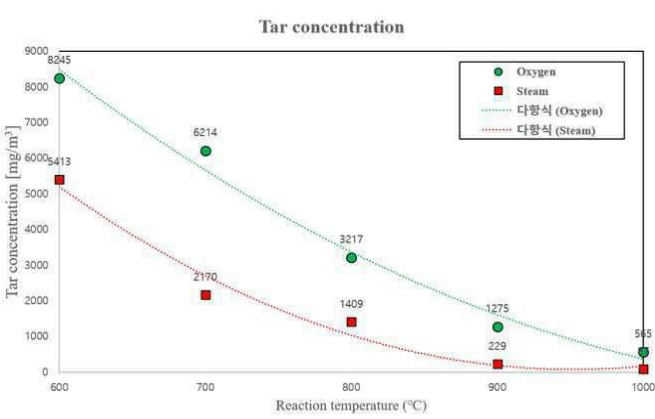
160: 전기 집진기

도면

도면1



도면2



도면3

