



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년05월14일

(11) 등록번호 10-1519528

(24) 등록일자 2015년05월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C10J 3/06 (2006.01) C10J 3/20 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0113808

(22) 출원일자 2013년09월25일

심사청구일자 2013년09월25일

(65) 공개번호 10-2015-0034840

(43) 공개일자 2015년04월06일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020020010902 A

KR100695908 B1

KR101112581 B1

KR100946379 B1

(73) 특허권자

한경대학교 산학협력단

경기도 안성시 석정동 67

(72) 발명자

홍성구

경기도 안성시 석정동 67 한경대학교

이재구

대전광역시 유성구 가정로 152 한국에너지기술연구원

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

제일특허법인

전체 청구항 수 : 총 11 항

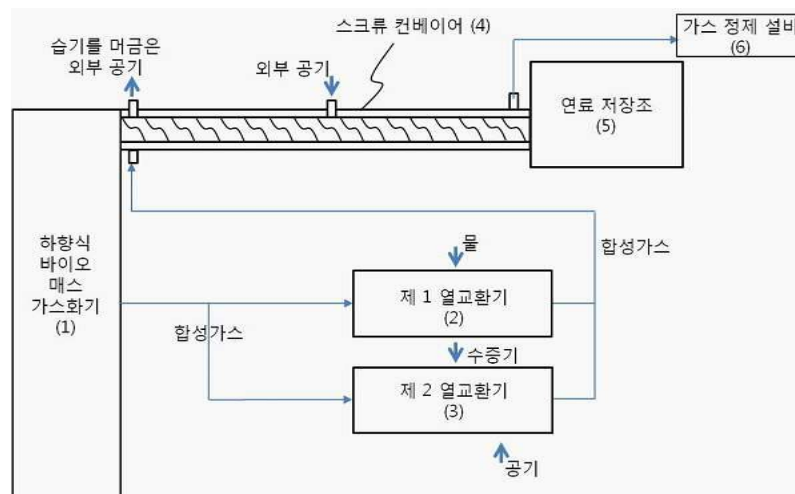
심사관 : 김란

(54) 발명의 명칭 바이오매스로부터 합성가스를 제조하는 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 (i) 바이오매스 연료에 290℃ 이상으로 가열된 산화제 조성물을 공급하는 단계, 및 (ii) 상기 산화제 조성물을 바이오매스 연료와 반응시켜 합성가스를 제조하는 단계를 포함하는, 바이오매스로부터 합성가스를 제조하는 방법 및 이에 사용되는 장치에 관한 것으로, 본 발명의 방법 및 장치에 따르면, 바이오매스 가스화에 의한 합성가스의 발열량과 가스 중 수소 농도를 향상시킬 수 있고, 타르 발생량을 줄여 가스화기의 효율을 향상시킬 수 있으며, 외부 열원을 이용하지 않고 합성가스의 현열만을 이용하여 산화제 조성물을 가열하고 바이오매스 연료를 건조할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김종표

대전 유성구 노은서로210번길 32, 410동 1701호 (지족동, 열매마을4단지)

김명준

전라북도 군산시 대학로 558 군산대학교

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012T100201657

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 에너지기술평가원

연구사업명 에너지기술개발사업

연구과제명 Dry base 20톤/일급 저타르 합성가스 생산용 복합바이오매스 가스화 및 에너지 활용시스템 개발

기 여 율 1/1

주관기관 삼양에코너지(주)

연구기간 2012.10.01 ~ 2015.09.30

명세서

청구범위

청구항 1

- (i) 바이오매스 연료에 290℃ 이상으로 가열된 산화제 조성물을 공급하는 단계, 및
- (ii) 상기 산화제 조성물을 바이오매스 연료와 반응시켜 합성가스를 제조하는 단계를 포함하되, 상기 단계 (i) 이전에, 바이오매스 연료에 외부 공기를 투입하고, 이를 제조된 합성가스의 현열을 이용하여 가열함으로써, 상기 바이오매스 연료를 건조시키는 단계를 추가로 포함하는, 바이오매스로부터 합성가스를 제조하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 산화제 조성물이 바이오매스 연료 1 kg 당 1.24 내지 1.5 Nm³의 공기 및 0.07 내지 0.082 kg의 수증기로 구성된 혼합기체를 포함하는, 바이오매스로부터 합성가스를 제조하는 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 바이오매스 연료의 함수비가 12 내지 17%인, 바이오매스로부터 합성가스를 제조하는 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 단계 (i)에서 수증기를 290℃ 이상으로 가열하고, 상기 수증기에 공기를 혼합한 다음, 추가로 290℃ 이상으로 가열하는, 바이오매스로부터 합성가스를 제조하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 단계 (ii)의 반응이 하향식 바이오매스 가스화기에서 이루어지는, 바이오매스로부터 합성가스를 제조하는 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 단계 (i)에서 산화제 조성물의 가열이, 제조된 합성가스의 현열을 이용하여 이루어지는, 바이오매스로부터 합성가스를 제조하는 방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

바이오매스 연료와 산화제 조성물을 반응시켜 합성가스를 제조하기 위한 하향식 바이오매스 가스화기;

상기 제조된 합성가스의 현열을 이용하여 수증기를 가열하기 위한 제 1 열교환기;

상기 제조된 합성가스의 현열을 이용하여 상기 가열된 수증기에 공기가 혼합된 산화제 조성물을 가열하기 위한 제 2 열교환기; 및

내통 및 외통의 이중 원통 구조를 가지며, 상기 제 1 열교환기 및 제 2 열교환기를 거친 합성가스의 현열을 이용하여 바이오매스 연료를 가열하여 건조하고, 이를 상기 하향식 바이오매스 가스화기에 공급하기 위한 스크류 컨베이어

를 포함하는 바이오매스의 가스화 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 스크류 컨베이어가 외부 공기를 상기 내통 내부로 공급하기 위한 외부 공기 주입구, 및 내통 내부를 거친 외부 공기를 방출하기 위한 배출구를 포함하는 바이오매스의 가스화 장치.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 스크류 컨베이어의 내통의 압력이 상기 하향식 바이오매스 가스화기의 내부 압력보다 높은 바이오매스의 가스화 장치.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 바이오매스 연료를 저장하기 위한 연료 저장조를 추가로 포함하는 바이오매스의 가스화 장치.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 스크류 컨베이어를 거친 상기 합성가스를 정제하기 위한 가스정제 설비를 추가로 포함하는 바이오매스의 가스화 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 하향식 바이오매스 가스화를 통해 생산되는 합성가스의 발열량과 수소 농도를 향상시키기 위하여 합성가스가 가지는 현열을 이용해서 산화제로서 공급되는 공기와 수증기를 적정 온도 이상으로 가열하여 바이오매스 연료를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

바이오매스는 생태학적 용어로서 생물량을 의미하나 에너지 분야에서는 연료 등으로 활용 가능한 것으로서 태양광을 이용하여 광합성되는 유기물 및 유기물을 소비하여 생성되는 모든 생물 유기체를 일컫는다.

[0003]

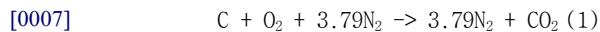
최근에는 중요한 에너지원으로서 위치를 굳혀가고 있으며, 현재 전세계적으로 공급되는 에너지의 14% 이상을 차

지하고 있다.

[0004] 바이오매스를 다른 형태의 에너지로 전환하는 방법으로는 직접연소, 열화학적 전환, 및 생화학적 전환 등을 들 수 있다. 직접 연소는 건조 과정을 거친 후 소각을 통해 열에너지를 얻는 방법이다. 그러나 직접연소의 경우 바이오매스가 갖는 단위 중량 또는 부피당 에너지 량이 적기 때문에 연료로 사용하기에는 불리한 점이 있다. 열화학적 전환으로는 예컨대 석탄을 열분해 하여 석탄가스 또는 차콜을 생산하는 방법을 들 수 있다. 생화학적 전환으로는 바이오매스를 미생물 등을 이용하여 바이오 가스, 에탄올 또는 메탄올 등을 생산하는 방법을 들 수 있다.

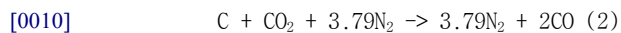
[0005] 상기 열화학적 전환 방법으로서 가스화 반응을 들 수 있다. 상기 가스화 반응은 이론 공기량보다 적은 양의 공기나 산소를 산화제로 공급하여 일산화탄소(CO)와 수소(H₂)를 포함하는 가연성 합성가스를 생산하는 기술이다. 가스화 반응은 가스화 장치 내에서 온도, 산화제 공급유량, 연료 입자크기 등에 따라 영향을 받는 일련의 복합 반응과정이다.

[0006] 먼저 탄소의 일반적인 연소반응은 다음 반응식과 같은 발열반응으로 나타낼 수 있다.



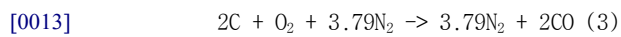
[0008] (= +395,400 kJ/kg)

[0009] 탄소가 화염조건에서 온도 900℃ 이상에서의 일산화탄소가 생성되는 반응은 흡열반응으로서 다음과 같다.



[0011] (= -172,000 kJ/kg)

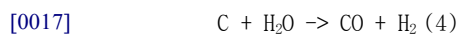
[0012] 이상적으로 CO가 생성된다고 할 때, 식 (1)과 (2)를 결합하면 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.



[0014] (= +223,400 kJ/2kg)

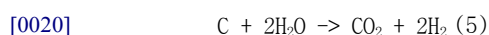
[0015] 따라서 이상적인 조건에서 탄소가 100% CO로 전환된다고 가정할 때, 생성되는 합성가스는 공기 중에는 질소를 포함하므로 34.5%의 CO와 65.5%의 N₂로 구성된다. 따라서 열량은 4359 kJ/m³@STP(표준 온도 및 압력조건)가 된다. 탄소 2 kg에 대해서 열수지를 계산하면, 총 발열량 790,800 kJ, 가스로에서 발산(낭비)되는 열 223,400 kJ, 그리고 가스에 내재되어 있는 열 567,400 kJ이 되어 이론적인 효율은 약 72%가 된다.

[0016] 가스화 반응에서 바이오매스 연료 중의 수분이 반응에 참여하게 되면 약 900℃ 이상의 온도에서 수소 생성반응이 일어난다.



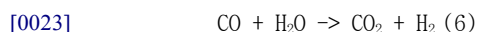
[0018] (= -130,000 kJ/kg)

[0019] 가스화 반응에 인위적으로 수증기를 공급하여 수소 생성반응을 유발하는 과정을 습식가스화 공정이라고 한다. 수소 생성반응 또한 흡열반응이므로 가스로 내부의 온도를 낮출 수 있고 고로재(슬래그)의 생성을 억제하는 효과를 기대할 수 있다. 이때 가스화 반응로 내의 온도가 아주 높을 것이 요구된다. 습식공정에서 연료의 발열량이 충분치 않아 온도가 500 내지 600℃로 낮아지게 되면 CO₂가 생성되는 반응이 일어나게 된다.



[0021] (= -88,000 kJ/kg)

[0022] 과다한 수증기가 유입되면 다음과 같은 발열반응으로 전환된다.



[0024] (= +42,000 kJ/kg mole-CO)

[0025] 약 500℃ 조건에서는 수소와 탄소가 결합하여 메탄이 생성되는 반응이 일어나게 된다.

[0026] $C + 2H_2 \rightarrow CH_4$ (7)

[0027] (= +75,000 kJ/kg mole-C)

[0028] 통상적으로 바이오매스 가스화 반응에서 적절한 수준의 탄소 및 에너지 전환율을 얻기 위해서는 높은 반응 온도를 유지하는 것이 필요하다. 가스화 반응을 위한 산화제로는 공기 또는 산소가 이용되는데, 예컨대 공기를 산화제로 이용할 경우, 공기를 가열하면 반응 온도를 높여 타르 등의 발생을 줄일 수 있다. 반면, 산소를 이용하게 되면 반응부의 온도가 너무 높아지므로 수증기를 함께 공급하여 온도를 낮출 필요성이 있으며, 이때 수소 농도를 높여 열량을 개선할 수 있다. 즉, 상기 반응 온도는 연료로 이용되는 바이오매스의 함수비와 산화제의 조건 등에 따라 적절히 조절될 필요성이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0029] 따라서, 본 발명의 목적은, 하향식 바이오매스 가스화를 통해 생산되는 합성가스의 발열량과 수소 농도를 향상시키기 위하여 합성가스가 가지는 현열을 이용해서 산화제로서 공급되는 공기와 수증기를 적정 온도 이상으로 가열하여 바이오매스 연료를 제조하는 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0030] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은,

[0031] (i) 바이오매스 연료에 290℃ 이상으로 가열된 산화제 조성물을 공급하는 단계, 및

[0032] (ii) 상기 산화제 조성물을 바이오매스 연료와 반응시켜 합성가스를 제조하는 단계

[0033] 를 포함하는, 바이오매스로부터 합성가스를 제조하는 방법을 제공한다.

[0034] 또한, 본 발명은

[0035] 바이오매스 연료와 산화제 조성물을 반응시켜 합성가스를 제조하기 위한 하향식 바이오매스 가스화기;

[0036] 상기 제조된 합성가스의 현열을 이용하여 수증기를 가열하기 위한 제 1 열교환기;

[0037] 상기 제조된 합성가스의 현열을 이용하여 상기 가열된 수증기에 공기가 혼합된 산화제 조성물을 가열하기 위한 제 2 열교환기; 및

[0038] 내통 및 외통의 이중 원통 구조를 가지며, 상기 제 1 열교환기 및 제 2 열교환기를 거친 합성가스의 현열을 이용하여 바이오매스 연료를 가열하여 건조하고, 이를 상기 하향식 바이오매스 가스화기에 공급하기 위한 스크류 컨베이어

[0039] 를 포함하는 바이오매스의 가스화 장치를 제공한다.

발명의 효과

[0040] 본 발명의 방법 및 장치에 따르면, 바이오매스 가스화에 의한 합성가스의 발열량과 가스 중 수소 농도를 향상시킬 수 있고, 타르 발생량을 줄여 가스화기의 효율을 향상시킬 수 있으며, 외부 열원을 이용하지 않고 합성가스의 현열만을 이용하여 산화제 조성물을 가열하고 바이오매스 연료를 건조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0041] 도 1은 본 발명의 일례에 따른 바이오매스의 가스화 장치에서 바이오매스, 합성 가스 및 산화제의 공급 계통을 모식적으로 나타낸 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일례에 따른 바이오매스의 가스화 장치에 포함되는 스크류 컨베이어의 단면을 모식적으로 나타낸 도면이다.
- 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**
- [0042] 본 발명의 바이오매스로부터 합성가스를 제조하는 방법은 (i) 바이오매스 연료에 290℃ 이상으로 가열된 산화제 조성물을 공급하는 단계, 및 (ii) 상기 산화제 조성물을 바이오매스 연료와 반응시켜 합성가스를 제조하는 단계를 포함한다.
- [0043] 통상적으로 바이오매스의 가스화 반응에서는 적정한 수준의 탄소 및 에너지 전환율을 얻기 위해서 높은 반응 온도를 유지하는 것이 필요하므로, 상기 단계 (i)을 통하여 바이오매스 연료에 290℃ 이상으로 가열된 산화제 조성물을 공급하고, 상기 단계 (ii)를 통하여, 상기 산화제 조성물을 바이오매스 연료와 반응시켜 합성가스를 제조할 수 있다.
- [0044] 이때, 상기 단계 (ii)의 반응은 바람직하게는 하향식 바이오매스 가스화기에서 이루어질 수 있다.
- [0045] 상기 산화제 조성물의 가열은 제조된 합성가스의 현열을 이용하여 이루어질 수 있다. 함수비가 약 15% 내외인 바이오매스 연료를 이용하여 하향식 바이오매스 가스화기를 통해 바이오매스 가스화 실험을 실시한 결과, 상기 가스화기 출구에서의 합성가스의 온도는 약 650℃ 이상으로 측정되었으며, 따라서 이를 이용하여 상기 산화제 조성물의 가열이 이루어질 수 있다.
- [0046] 상기 단계 (ii)의 바이오매스 연료와 산화제 조성물의 반응에서, 산화제로서 수증기만을 사용하는 경우, 반응 온도를 800 ℃ 이상으로 상승시킬 필요가 있어서 상기 합성가스의 현열만으로는 수증기의 온도를 적절히 상승시키기 어려우므로, 합성가스의 현열만으로도 반응에 적절한 온도를 가질 수 있도록 공기와 수증기를 적절히 혼합하여 산화제 조성물을 제조할 필요성이 있다.
- [0047] 따라서, 상기 산화제 조성물은 공기 및 수증기로 구성된 혼합기체일 수 있으며, 상기 단계 (i)에서의 상기 산화제 조성물의 가열은 수증기를 290℃ 이상, 바람직하게는 295℃ 이상, 더욱 바람직하게는 295℃ 내지 350℃로 가열하고, 상기 수증기에 공기를 혼합한 다음, 추가로 290℃ 이상, 바람직하게는 295℃ 이상, 더욱 바람직하게는 295℃ 내지 350℃로 가열함으로써 이루어질 수 있다. 이때 상기 공기는 혼합되기 전 미리 가열된 것일 수 있다.
- [0048] 본 발명에서 상기 산화제 조성물은 바이오매스 연료 1 kg 당 1.24 내지 1.5 Nm³, 바람직하게는 1.24 내지 1.28 Nm³, 더욱 바람직하게는 1.26 내지 1.28 Nm³의 공기 및 0.07 내지 0.082 kg, 바람직하게는 0.077 내지 0.081 kg의 수증기로 구성된 혼합기체를 포함할 수 있다. 이때, 상기 공기 및 수증기의 양은 함수비가 15%인 바이오매스 연료 1 kg을 기준으로 한다.
- [0049] 상기 단계 (i)의 바이오매스 연료는 단계 (i)의 전에 추가적인 건조 단계를 통하여 건조된 것일 수 있다. 구체적으로, 상기 건조 단계는 바이오매스 연료에 외부 공기를 투입하고, 이를 제조된 합성가스의 현열을 이용하여 가열함으로써 이루어질 수 있다.
- [0050] 상기 건조 단계를 통하여, 예컨대 상기 바이오매스 연료의 함수비가 20%일 경우, 건조된 바이오매스의 함수비는 12 내지 17%, 바람직하게는 13 내지 16%로 조절될 수 있다.
- [0051] 본 발명의 바이오매스로부터 합성가스를 제조하는 방법은 바이오매스 연료와 산화제 조성물을 반응시켜 합성가스를 제조하기 위한 하향식 바이오매스 가스화기; 상기 제조된 합성가스의 현열을 이용하여 수증기를 가열하기 위한 제 1 열교환기; 상기 제조된 합성가스의 현열을 이용하여 상기 가열된 수증기에 공기가 혼합된 산화제 조성물을 가열하기 위한 제 2 열교환기; 및 내통 및 외통의 이중 원통 구조를 가지며, 상기 제 1 열교환기 및 제 2 열교환기를 거친 합성가스의 현열을 이용하여 바이오매스 연료를 가열하여 건조하고, 이를 상기 하향식 바이오매스 가스화기에 공급하기 위한 스크류 컨베이어를 포함하는 바이오매스의 가스화 장치를 이용하여 달성될 수 있다.
- [0052] 상기 하향식 바이오매스 가스화기에서 바이오매스 연료와 산화제 조성물이 반응하여 합성가스가 제조된다. 상

기 가스화기의 출구를 통하여 배출되는 제조된 합성가스는 약 650℃ 이상의 고온이므로, 제조된 합성가스를 엔진이나 버너와 같은 설비에 연료로 공급하기 위해서는 상온 수준으로 냉각하는 과정을 거쳐야 한다.

[0053] 본 발명의 바이오매스의 가스화 장치는 상기 제조된 합성가스의 열을 방출하여 버리지 않고, 이를 이용하여 상기 산화제 조성물 및 상기 산화제 조성물에 포함되는 수증기를 가열하도록 제 1 열교환기 및 제 2 열교환기를 포함한다. 구체적으로, 상기 제조된 합성가스는 제 1 열교환기 및 제 2 열교환기로 보내지고, 제 1 열교환기에서는 상기 합성가스의 현열을 이용하여 수증기의 가열이 이루어지며, 제 2 열교환기에서는 상기 제 1 열교환기에서 가열된 수증기에 공기가 혼합된 산화제 조성물의 가열이 이루어진다. 상기 제 2 열교환기에는 하향식 바이오매스 가스화기로부터 직접 제조된 합성가스가 보내지는 대신, 상기 제 1 열교환기를 거친 상기 합성가스가 보내질 수도 있다.

[0054] 상기 제 1 열교환기 및 제 2 열교환기를 거친 합성가스는 상기 스크류 컨베이어로 보내지고, 상기 스크류 컨베이어에서는 상기 합성가스의 현열을 이용해서 바이오매스 연료를 가열하여 바이오매스 연료의 건조가 이루어지게 된다. 상기 스크류 컨베이어는 내통 및 외통의 이중 원통 구조를 가지며, 상기 스크류 컨베이어의 내통에서는 상기 바이오매스 연료가 내부의 스크류에 의해 이송되고 내통과 외통 사이의 공간으로 합성가스 주입구를 통하여 상기 합성가스가 공급되어, 상기 합성가스의 현열로써 상기 내통에서 이송되는 바이오매스 연료를 가열하게 된다.

[0055] 상기 스크류 컨베이어는 일단이 상기 하향식 바이오매스 가스화기에 연결되고, 타단이 상기 바이오매스 연료를 저장하기 위한 연료 저장조에 연결될 수 있다. 따라서, 본 발명의 바이오매스의 가스화 장치는 상기 바이오매스 연료를 저장하기 위한 연료 저장조를 추가로 포함할 수 있다.

[0056] 상기 스크류 컨베이어는 외부 공기를 상기 내통 내부로 공급하기 위한 외부 공기 주입구, 및 내통 내부를 거쳐 습기를 머금은 외부 공기를 방출하기 위한 배출구를 포함할 수 있다.

[0057] 상기 외부 공기 주입구를 통하여 공급되는 외부 공기는 내통 내부의 바이오매스 연료와 접촉하여 상기 바이오매스 연료가 포함하고 있는 수분을 흡수한 후 상기 배출구를 통해 방출되며, 필요에 따라 상기 연료 저장조로 보내질 수 있다.

[0058] 상기 스크류 컨베이어에 상기 하향식 바이오매스 가스화기로부터 제조된 합성가스가 침투하여 누설되는 것을 방지하도록, 상기 스크류 컨베이어의 내통의 압력은 상기 하향식 바이오매스 가스화기의 내부 압력보다 높은 것이 바람직하다.

[0059] 상기 스크류 컨베이어를 거친 상기 합성가스는 합성가스 배출구를 통해 배출되어 가스 정제 설비로 보내져 정제될 수 있다. 따라서, 본 발명의 바이오매스의 가스화 장치는 상기 스크류 컨베이어를 거친 합성가스를 정제하기 위한 가스정제 설비를 추가로 포함할 수 있다.

[0060] 이하, 본 발명의 바이오매스의 가스화 장치를 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 해당 도면은 본 발명을 예시하기 위한 것일 뿐, 본 발명의 범주가 그것에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0061] 도 1에는 본 발명의 일례에 따른 바이오매스의 가스화 장치에서 바이오매스, 합성 가스 및 산화제의 공급 계통을 나타낸 도면이 나타나 있다.

[0062] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일례에 따른 바이오매스의 가스화 장치는 바이오매스 연료와 산화제 조성물을 반응시켜 합성가스를 제조하기 위한 하향식 바이오매스 가스화기(1); 상기 제조된 합성가스의 현열을 이용하여 수증기를 가열하기 위한 제 1 열교환기(2); 상기 제조된 합성가스의 현열을 이용하여 상기 가열된 수증기에 공기가 혼합된 산화제 조성물을 가열하기 위한 제 2 열교환기(3); 및 내통 및 외통의 이중 원통 구조를 가지며, 상기 제 1 열교환기 및 제 2 열교환기를 거친 합성가스의 현열을 이용하여 바이오매스 연료를 가열하여 건조하고, 이를 상기 하향식 바이오매스 가스화기에 공급하기 위한 스크류 컨베이어(4)를 포함하며, 추가로 바이오매스 연료를 저장하기 위한 연료 저장조(5)를 포함한다.

[0063] 하향식 바이오매스 가스화기(1)에서 제조된 합성가스는 제 1 열교환기(2)로 보내지고, 제 1 열교환기(2)에서는 상기 합성가스의 현열을 이용하여 수증기가 가열된다. 제 1 열교환기(2)에서 가열된 수증기는 제 2 열교환기(3)로 보내지고 상기 수증기에 공기가 혼합되어 산화제 조성물을 이루며, 상기 산화제 조성물은 상기 수증기와

마찬가지로 상기 합성가스의 현열을 이용하여 가열된다.

[0064] 가열된 상기 산화제 조성물은 바이오매스 연료와의 반응을 위하여 하향식 바이오매스 가스화기(1)로 보내지고, 상기 산화제 조성물의 가열에 이용된 합성가스는 스크류 컨베이어(4)로 보내진다.

[0065] 도 2를 참조하면, 스크류 컨베이어(4)는 내통(10) 및 외통(20)의 이중구조를 가지고 있고, 외부 공기를 내통(10) 내부로 공급하기 위한 외부 공기 주입구(30), 및 내통(10) 내부를 거쳐 습기를 머금은 외부 공기를 방출하기 위한 배출구(40)를 포함한다.

[0066] 내통(10)의 내부를 통하여 연료 저장조(5)로부터 공급된 바이오매스 연료가 하향식 바이오매스 가스화기(1)로 이송되고, 내통(10) 및 외통(20) 사이의 공간에 합성가스 주입구(50)를 통하여 제 1 열교환기(2) 및 제 2 열교환기(3)를 거친 상기 합성가스가 공급되어 현열로써 상기 내통에서 이송되는 바이오매스 연료를 가열하게 된다. 이때, 외부 공기 주입구(30)를 통하여 내통(10) 내부로 공급된 외부 공기는 상기 바이오매스 연료에 포함된 수분을 흡수한 후 배출구(40)를 통하여 방출된다. 상기 합성가스는 합성가스 배출구(60)를 통해 배출되어 가스 정제 설비(6)로 보내진다.

[0067] 실시예

[0068] 스테인리스(STS304)재질로 이루어진, 산화부 아래 목의 직경이 10 cm이고, 내부가 3 cm의 내화물(SK34)로 단열 처리된 원기둥 형태의 20 kg/h급 하향식 바이오매스 가스화기를 제조한 후, 상기 하향식 바이오매스 가스화기를 이용하여 바이오매스로서 크기 2 내지 4 cm의 목편(신우임산㈜제, 함수율 15%)에 각각 297 ℃로 가열된 공기 및 수증기(바이오매스 연료 1 kg에 대하여 공기 1.26 Nm³ 및 수증기 0.08 kg의 양)(실시예 1), 및 상온의 공기(바이오매스 연료 1 kg에 대하여 공기 1.5 Nm³의 양)(비교예 1)을 반응시켜 산화제 조성물을 290℃ 이상으로 가열하여 바이오매스 연료와 반응시켰을 때의 효과를 확인하였다. 각각에 대해 4차례씩 실험을 실시하여 그 결과를 표 1에 나타내었다.

표 1

		비교예 1(상온 공기)				실시예 1 (297℃로 가열된 공기 및 수증기)			
		실험1	실험2	실험3	실험4	실험1	실험2	실험3	실험4
CO (%)		13.2	16.47	10.3	15.22	18.4	17.8	17.3	17.8
CO ₂ (%)		2.9	10.67	14.6	11.9	8.5	8.5	9.2	8.2
CH ₄ (%)		4.8	4.97	4.43	4.14	5.4	6.2	5.5	5.4
H ₂ (%)		8.7	9.2	11.1	9.5	10.2	10.6	11.4	13
O ₂ (%)		1.02	0.28	0.43	0.65	0.83	0.89	1.25	1.61
저위발열량		4.33	4.85	4.09	4.43	5.36	5.61	5.38	5.58
(MJ/Nm ³)	평균	4.42				5.49			

[0070] 상기 표 1에서 CO, CO₂, CH₄, H₂ 및 O₂는 제조된 합성가스의 조성을 나타낸다.

[0071] 상기 표 1에 나타난 결과로부터 확인할 수 있는 바와 같이, 산화제 조성물을 297℃로 공급하였을 때 상온의 공기를 공급하여 생산된 합성가스의 발열량에 비해 20% 이상 향상되었으며, 수소 농도는 평균 17% 정도 상승하는 것을 알 수 있다.

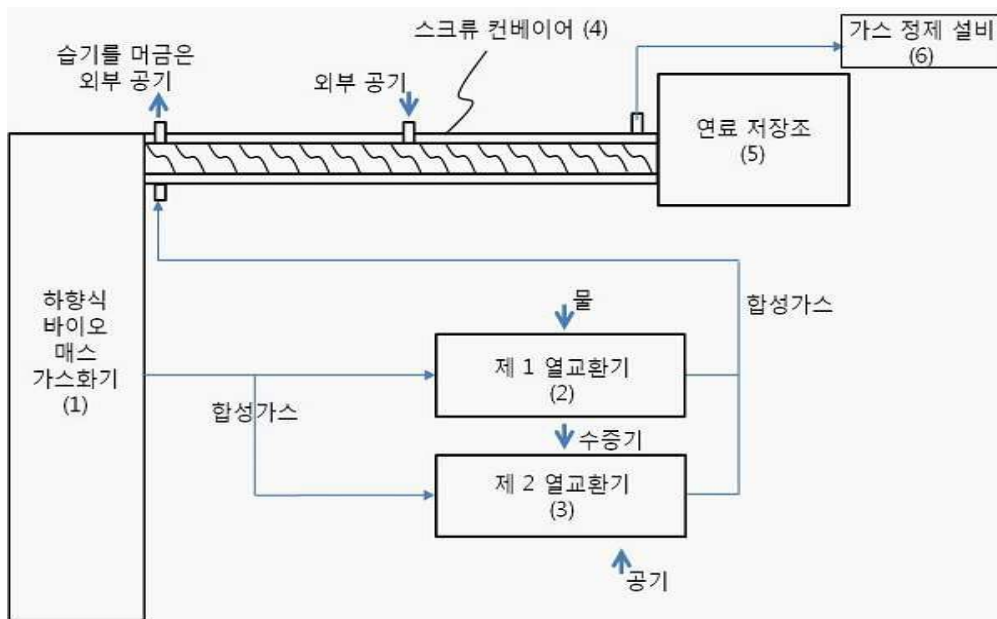
부호의 설명

[0072] 1: 하향식 바이오매스 가스화기 2: 제 1 열교환기

- | | |
|--------------|--------------|
| 3: 제 2 열교환기 | 4: 스크류 컨베이어 |
| 5: 연료 저장조 | 6: 가스 정제 설비 |
| 10: 내통 | 20: 외통 |
| 30: 외부공기 주입구 | 40: 배출구 |
| 50: 합성가스 주입구 | 60: 합성가스 배출구 |

도면

도면1



도면2

