



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년05월02일
 (11) 등록번호 10-1032178
 (24) 등록일자 2011년04월22일

(51) Int. Cl.
 C01B 3/14 (2006.01) C01B 3/50 (2006.01)
 C10J 3/00 (2006.01) C10L 3/08 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2011-0006866
 (22) 출원일자 2011년01월24일
 심사청구일자 2011년01월24일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020060044509 A*
 KR1020090117377 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
박정봉
 인천광역시 계양구 용종동 221-10
 (72) 발명자
박정봉
 인천광역시 계양구 용종동 221-10
이명근
 인천광역시 계양구 동양동 주공3단지 306-805
박원균
 인천광역시 계양구 병방동 학마을서해아파트
 109-904
 (74) 대리인
김윤배, 강철중, 이범일

전체 청구항 수 : 총 16 항

심사관 : 박종훈

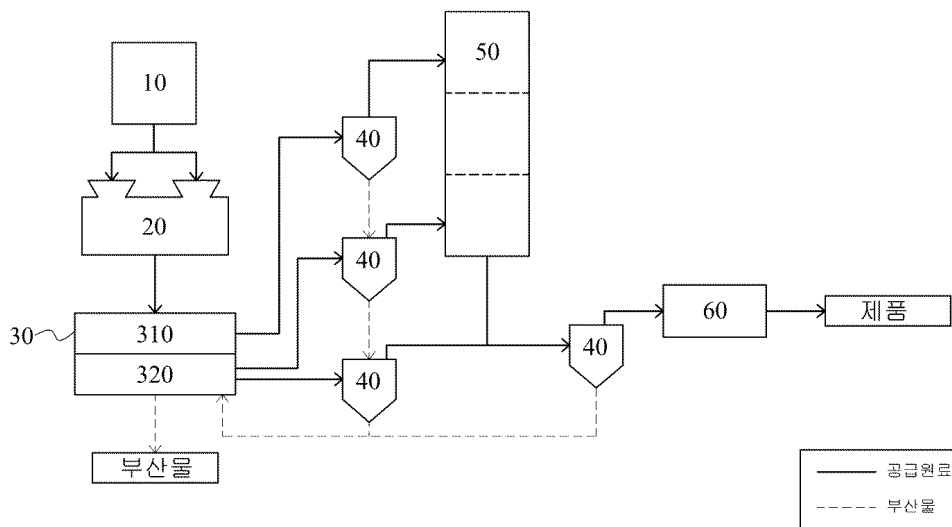
(54) 탄소질 공급원료를 합성가스로 개질하는 가스화 시스템 및 이를 이용한 가스화 방법

(57) 요약

본 발명은 다양한 탄소질의 공급원료를 합성가스로 전환시킬 수 있는 가스화 시스템에 관한 것으로, 공급원료를 저장하는 저장조(10)와; 공급원료를 무산소·간접가열방식으로 이중 열분해하는 건류로(30); 건류로(30)에서 생산된 건류가스를 과열증기와 접촉시켜 H₂ 합성하도록 자체 가열장치를 갖춘 다단의 H₂ 개질기(50); H₂ 개질기(50)에서 생산된 합성가스에 함유된 불순물을 제거하는 정제장치(60); 및 H₂ 개질기(50)에 공급될 과열증기를 생산할 수 있게 자체 가열장치를 갖춘 슈퍼 히터(130);로 구성되며, 바람직하기로, 공급원료 연속공급장치(20)와 하나 이상의 집진장치(40) 및 다수의 열교환기를 구비할 수 있다.

본 발명은 전술된 합성가스를 가스화하는 시스템을 이용한 가스화 방법을 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

공급원료를 저장하는 저장조(10)와;

상기 공급원료를 무산소·간접가열방식으로 이중으로 열분해할 수 있는 건류로(30);

상기 건류로(30)에서 생산된 건류가스와 과열증기를 접촉시켜 H₂ 합성하도록 자체 가열장치를 갖춘 다단의 H₂ 개질기(50);

상기 H₂ 개질기(50)에서 생산된 합성가스에 함유된 불순물을 제거하는 정제장치(60); 및

상기 H₂ 개질기(50)에 필요한 수분을 상기 과열증기 상태로 공급할 수 있게 자체 가열장치를 갖춘 슈퍼 히터(130);로 이루어지고,

상기 건류로(30)는, 상기 공급원료의 유입을 돕는 공급관(311)과, 내부 열원을 제공하는 연소로(312), 외부에 배치된 모터(313), 상기 모터(313)의 회전축 둘레를 따라 배치된 스크류(314), 및 열분해된 건류가스를 상기 H₂ 개질기(50)까지 안내하는 가스 이송관(315)를 갖춘 제1 건류부(310)와;

내부 열원을 제공하는 연소로(322)와, 외부에 배치된 모터(323), 상기 모터(323)의 회전축 둘레를 따라 배치된 스크류(324), 열분해된 건류가스를 외부로 배출하는 가스 이송관(325), 및 부산물을 내보내는 배출관(326)을 갖춘 제2 건류부(320); 및

상기 제1 건류부(310)와 제2 건류부(320) 사이에 배치되어 이들을 구획하는 차단밸브(330);를 구비하고, 이 차단밸브(330)의 개폐 조절로 상기 제1 건류부(310)와 제2 건류부(320)를 상호 연통가능하여 이중으로 간접 열분해 공정을 수행하는, 탄소질 공급원료를 합성가스로 개질하는 가스화 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제1건류로(310)의 내부압력(P₁)은 1.5 ~ 7.0kg/cm², 온도(T₁)는 500 ~ 1,000℃, 반응시간(Δτ₁)은 10min ≤ Δτ₁ ≤ 60min 으로 운전되는, 가스화 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제2 건류부(320)의 내부압력(P₂)은 1.5 ~ 7.0kg/cm², 온도(T₂)는 500 ~ 1,000℃, 반응시간(Δτ₂)은 3min ≤ Δτ₂ ≤ 20min 으로 운전되는, 가스화 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 공급원료를 일정한 체적량으로 연속되게 상기 건류로(30)에 공급하는 하나 이상의 공급원료 연속공급장치(20)가 상기 저장조(10)와 건류로(30) 사이에 추가로 배치되는, 가스화 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 H₂ 개질기(50)는 2단 이상의 반응기로 구성되는, 가스화 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 H₂ 개질기(50)의 가열장치와 상기 슈퍼 히터(130)의 가열장치에 고온의 연소가스 폐열을 회수하는 폐열보일러(120)와 하나 이상의 이코노마이저, 그리고 상기 H₂ 개질기(50)에서 생산된 고온의 합성가스에서 나오는 열을 회수하는 열교환기(100)를 추가로 구비하는, 가스화 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 제1 건류부(310)과 제2 건류부(320)의 하류에 하나 이상의 집진장치(40)를 추가로 구비하는, 가스화 시스템.

청구항 9

공급원료를 건류로(30)에 공급하는 단계(S100)와;

상기 건류로(30)에서 고온·고압 하에서 상기 공급원료를 무산소·간접가열방식으로 열분해하여 건류가스를 가스화하는 단계(S200);

상기 건류가스를 고온의 과열증기와 접촉시켜 합성가스로 합성하는 H₂ 개질하는 단계(S300);

상기 합성가스를 정제하는 단계(S400); 및

슈퍼 히터(130)에서 만들어진 과열증기를 상기 가스화 단계(S200) 또는 상기 H₂ 개질 단계(S300)에 공급하는 단계를 포함하여, 탄소질 공급원료를 합성가스로 개질하는 가스화 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 공급원료가 상기 건류로(30)의 상류에 배치된 하나 이상의 공급원료 연속공급장치(20)를 통해 연속적이면서 일정하게 공급하는 단계(S110)를 추가로 포함하는, 가스화 방법.

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 건류로(30)는 상호 연통되어 있는 제1 건류부(310)와 제2 건류부(320)로 구성되어, 상기 가스화 단계(S200)는 제1 건류부(310)에서 실시되는 제1 가스화 단계(S210)와 제2 건류부(320)에서 실시되는 제2 가스화 단계(S220)를 포함하는, 가스화 방법.

청구항 12

제9항에 있어서, 상기 가스화 단계(S200)의 하류에서, 건류가스 내에 함유된 다양한 유형의 고형물질을 집진하는 단계(S230)를 포함하는, 가스화 방법.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 집진 단계(S230)에서 집진된 다양한 유형의 고형물질은 상기 건류로(30)로 안내하는, 가스화 방법.

청구항 14

제9항에 있어서, 상기 H₂ 개질 단계(S300)에서 생성된 고온의 합성가스에서 방출되는 열을 열교환기(100)로 회수하는 단계를 포함하는, 가스화 방법.

청구항 15

제9항에 있어서, 상기 합성가스 정제 단계(S400)에서 고온의 포화 합성가스에서 나오는 열을 회수하는 단계를 포함하는, 가스화 방법.

청구항 16

제9항 또는 제10항에 있어서, 슈퍼 히터(130)의 가열로 생성된 과열증기는 공급원료 연속공급 단계(S110)에 공급하는, 가스화 방법.

청구항 17

제9항 또는 제16항에 있어서, 상기 H₂ 개질 단계(S300)의 연소과정에서 발생하는 고온의 연소가스를 폐열보일러(120)로 열 회수하는 단계와, 상기 슈퍼 히터(130)의 연소과정에서 발생하는 고온의 연소가스를 이코노마이저로 열 회수하는 단계를 포함하는, 가스화 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 열분해를 가능하게 하는 건류로와 H₂ 개질기를 구비한 가스화 시스템에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 이 가스화 시스템을 이용하여 합성가스를 생산하는 방법을 포함한다.

배경기술

[0002] 화석연료의 가격 상승, 지속적으로 사용가능한 에너지 확보에 대한 요구 그리고 산유국의 불안정성, 화석연료의 지역 편재성, 기후 변화 등의 지정학적 요소로 인하여, 소위 공급원료(feedstock)라고 불리는 광범위한 탄소질의 재료 혹은 유기질로 이루어진 다양한 재료로부터 만들어지는 가연성 합성가스(syngas) 원료에 대한 인식이 현재 대두되고 있다. 이와 더불어서, 고체로 된 탄소질의 재료 혹은 유기질 물성으로 이루어진 재료로서는 공급의 어려움, 연소 제어 및 부산물 처리에 있어 부가적인 어려움이 뒤따르고 있어, 이러한 형태의 에너지원에 대한 가치가 점차적으로 줄어들고 있다.

[0003] 이러한 상황에서 원료들을 합성가스로 전환하여 재활용하는 방안이 모색되고 있는데, 합성가스와 화석연료를 비교할 때, 이산화탄소의 배출량을 현저하게 줄이면서 고급 가스연료화로 전력을 생산할 수도 있으며, 기타 화학원료로의 전환을 쉽게 할 수 있을 뿐만 아니라 바이오디젤로의 전환이 쉽다.

[0004] 더욱이, 합성가스 제조에 사용되는 공급원료는 대부분 유기적 방법 혹은 합성적 방법 등에 의해서 지속적으로 공급될 수 있는 자원을 재활용할 수 있다.

[0005] 현재, 합성가스의 생산방법은 연소 열분해 방식이 가장 일반화되어 있는데, 이러한 방식은 공급원료를 건조한 후에 킬른(kiln) 혹은 배치로(batch) 등을 통과하면서 가연성 합성가스와 함께 숯(char), 타르(tar) 등의 부산물도 생성된다.

[0006] 이외에, 직접 산소연소 방법은 열분해 가열로의 상부층은 가스로 채워지는 반면에 하부층은 슬래그화된다.

[0007] 종래기술에 따른 합성가스 생산방법은 일반적으로 비효율적이고 제품을 생산하기 위해 사용되는 에너지를 고려해볼 때 그 경제적 문제를 가지고 있을 뿐만 아니라 합성가스의 품질 저하, 부산물의 처리 비용도 고려해야만 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 다양한 유형의 공급원료를 가스화 공정과 H₂ 개질 공정을 통해 고순도의 합성가스로 합성하는 온라인 공정을 포함한다.

[0009] 본 발명에 따른 가스화 공정에서, 일정량의 공급원료가 결정된 가열 온도 조건과 압력 조건 하에서 열분해하는 제1 건류부로 공급되며, 여기에서 공급원료가 분해되면서 합성가스와 부산물 분자를 함유한 열분해 건류가스(pyrolysis gas)를 생산한다.

[0010] 제1 건류부에서 비교적 높은 압력 하에서 열분해되어 생성된 일정량의 부산물은 열분해 제2 건류부로 이송되는데, 부산물을 구성하는 숯과 타르 등이 제2 열분해 과정을 거치면서 합성가스로 전환되고 나머지 고형분은 회분(ash)상태로 건류로에서 배출된다.

[0011] 제1 건류부와 제2 건류부는 상호 연통가능하게 조립되어 있기 때문에, 제1 건류부에 고온·고압 상태의 내부조건이 2차 열분해 건류로에도 전달되어 2차 열분해 건류로도 열분해 단계의 효율을 높일 수 있게 고온·고압 상태를 유지할 수 있다.

[0012] 제1 건류부에서 생성된 열분해 건류가스는 H₂ 합성을 위해서, H₂ 개질기(reformation reactor)로 공급되어 이온화된 물 혹은 고온·고압의 과열증기와 반응하여 개질 공정을 거치게 된다.

[0013] 또한, 제2 건류부에서 생성된 합성가스도 합성가스의 품질에 따라 H₂ 개질기에서 포화 합성가스로 전환된다.

[0014] 전술된 바와 같이, 제1 및/또는 제2 건류부에서 생성된 건류가스는 H₂ 개질기 내에서 H₂ 합성으로 포화 합성가스로 만들어지고, 이를 하나 이상의 정제장치를 지나면서 크린(clean)상태로 된다.

[0015] 이렇게 정제된 최종 합성가스는 천연가스 연료대체, 바이오디젤 제조용 혹은 화학 제조용으로 사용될 수 있다.

발명의 효과

[0016] 이상 본 발명의 설명에 의하면, 본 발명은 열분해에 위한 가스화 공정과 H₂ 개질 공정을 기초로 하여 공급원료를 저렴하면서도 연속되게 합성가스로 전환시킬 수 있도록 제공된다.

[0017] 본 발명은 일 반응기 내에 2개의 건류부로 구획시켜 하나 이상의 열분해 과정을 거치면서 불순물의 함량이 적은 건류가스를 생산할 수 있기 때문에, 설비의 단순화를 피할 수 있고 일 반응기 내에서 건류가스를 연속적으로 열분해할 수 있어 생산효율을 극대화시킬 수 있다.

[0018] 본 발명은 H₂ 개질시 부착성 물질(예컨대, 알칼리 금속 물질 등)을 감소시켜 설비의 수명과 운전상태를 장기화되게 한다.

[0019] 본 발명은, 정제된 합성가스가 생성되면 초기 시동에 필요한 에너지는 차단되고 자체 생산된 합성가스를 에너지원으로 하여 자급모드로 전환되어 에너지 효율을 높일 수 있고, 각 반응기에서 나오는 열을 회수하고 이를 재활용할 수 있도록 설계되어 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명에 따른 가스화 시스템의 작동원리를 개략적으로 도시한 흐름도이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 합성가스를 생산하는 가스화 시스템의 블록선도이다.
- 도 3은 도 2에 도시된 가스화 시스템과 열회수 시스템을 함께 도해한 블록선도이다.
- 도 4는 본 발명의 시스템에 구비된 건류로의 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이제, 본 발명에 따른 탄소질 공급원료를 합성가스로 개질하는 시스템과 이의 운전 방법은 첨부도면을 참조로 하여 더욱 구체적으로 기술될 것이다.
- [0022] 도 1은 본 발명에 따른 가스화 시스템의 작동원리를 개략적으로 도시한 흐름도이고, 도 2은 본 발명에 따른 합성가스를 생산하는 가스화 시스템의 블록선도이다.
- [0023] 본 발명에 따른 합성가스로의 가스화 시스템은 전술된 바와 같이 다양한 유형의 공급원료로부터 합성가스를 개질시킬 수 있도록 설계되되, 도시되었듯이 저장조(10)와, 건류로(30), H₂ 개질기(50), 및 정제장치(60)로 구성되며, 바람직하기로, 공급원료 연속공급장치(20)와 하나 이상의 집진장치(40) 및 다수의 열교환기를 구비할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 시스템에 구비된 저장조(10)는 합성가스로 개질될 다양한 유형의 공급원료를 수용하고 이들을 본 발명의 시스템으로 안내하도록 되어 있는바(S100), 여기서 '공급원료(feedstock)'라는 용어는 바이오매스(biomass; 예컨대 목재류, 볏짚(왕겨), 옥수수대(옥수수 껍질), 팜 껍질(palm)), 산업 및 생활 폐기물, 철강공장의 석탄 타르, 중질유 잔사물질(petroleum coke), 석탄 건류 잔류물질, 저질 화석연료 등의 일정한 탄소 전환 함량을 갖는 원료(carbonaceous feedstock)를 통칭한다.
- [0025] 저장조(10)에 저장된 공급원료는, 간접가열방식을 통해 무산소·무연소 상황하에서 열분해를 하는 건류로(30)로 공급되기 전에, 건류로(30) 상류에 배치된 하나 이상의 공급원료 연속공급장치(20)를 통해 건류로(30)에 일정량의 공급원료를 연속적으로 제공될 수 있다(S110). 또한, 공급원료 연속공급장치(20)는 건류로(30)에서 실행될 가스화 건류공정에서 요구되는 물리적 특성을 미리 조성하여 건전한 건류상태를 보장할 수 있도록 하는데, 이러한 목적을 구현하기 위해 외기 차단장치와 압력균형장치(accumulation system)로 구성된다.
- [0026] 외기 차단장치는 건류로(30)에 공급될 공급원료에 함유된 공기를 제거하여 무산소 상태로 건류로(30)로 공급할 수 있도록 돕는다. 또한, 압력균형장치는 건류로(30)에 공급될 공급원료의 공급량을 용적식(batch)으로, 즉 공급원료의 체적을 일정하게 하여 건류로 안내하고 이와 동시에 압력을 가할 수도 있다.
- [0027] 전술된 바와 같이, 외기 차단장치와 압력균형장치로 구성된 공급원료 연속공급장치(20)는 하나 이상으로 구비되어, 각각의 공급원료 연속공급장치(20)에서 처리된 공급원료가 연속적으로 건류로(30)에 공급될 수 있도록 하여, 합성가스의 연속 생산을 가능하게 할 수 있다.
- [0028] 덧붙여서, 공급원료 연속공급장치(20)는 공급원료에 과열증기를 제공하여 공급원료에 소정의 수분을 함유하도록 하는데, 과열증기는 슈퍼 히터(130;도 3 참조)에서 공급되는바 이에 대해서는 아래에서 더욱 구체적으로 기술될 것이다.
- [0029] 그런 다음에, 일정한 압력과 체적으로 연속공급될 공급원료는 건류로(30) 내부에서 무산소·무연소 방식으로 열분해되어 건류가스를 생산하게 된다(S200). 건류로(30)의 내부 구조와 이를 통한 건류방식에 대해서는 도 4를 참조로 하여 더욱 상세히 기술할 것이다.
- [0030] 건류로(30)는 제1 건류부(310)와 제2 건류부(320)로 구성되되, 제1 및 제2 건류부(310,320)는 상호 연통가능하게 구획되어 있는 것을 특징으로 한다. 건류로(30)는 공급원료 연속공급장치와 마찬가지로 공급원료에 과열증기를 제공하여 공급원료에 소정의 수분을 함유시켜 H₂ 개질 공정을 유도하며, 이 과열증기는 슈퍼 히터로부터 공급된다. 덧붙여서, 건류로(gasification chamber)에 수분을 주입하는데, 수분과 물의 혼합비는 약 1 ~ 2 정도의 범위로 산정되며, 수분의 혼합비는 원료의 구성원소(C, H, O, N, S) 중 탄소와 수소의 함량을 기준으로 하여 수분의 제공량을 화공양론적으로 제어하도록 한다.
- [0031] 제1 건류부(310) 및/또는 제2 건류부(320)에서 생산된 건류가스는 하나 이상의 집진장치(40)를 지나(S230) H₂

개질기(50)로 안내되어 H₂ 합성과정을 거치게 된다(S300). 건류가스 중 일부는 최종단계에서 배출되는 합성가스 성분과 유사하게 되는데, 이러한 건류가스는 H₂ 합성과정을 거치지 않고 우회하여 정제공정으로 직접 안내될 수 있다. 당해분야의 숙련자들에게 이미 널리 알려져 있듯이, H₂ 합성과정은 과열증기와의 접촉을 통해 일정한 분자비를 가진 원료가스를 생산할 수 있다.

[0032] 집진장치(40)는 건류로(30)에서 배출된 건류가스 내에 함유된 부산물(예컨대, 애쉬(ash)) 혹은 미분해된 고형물질이 후속 공정으로 유입되는 것을 방지하는데, 만약 미분해된 고형물질이 후속 공정, 즉 H₂ 개질기(50) 내로 유입된다면, 일반적으로 H₂ 개질 공정에서 요구되는 H₂ 개질기의 내부온도 조건을 유지하기 위해 초과 열량이 추가로 필요로 하게 된다. 집진장치(40)에서 집진된 미분해된 고형물질은 다시 건류로(30)로 재순환되어 가스화 공정을 통해 건류가스를 생산하고 나머지 부산물들은 외부로 배출되도록 한다.

[0033] H₂ 개질기(50)는 전술된 바와 같이 일정한 분자비를 가진 합성가스(혹은 원료가스)를 만들기 위해서, 건류로(30)로부터 배출된 건류가스를 이온화된 물 혹은 고온의 과열증기와 반응하여, 충분한 H₂ 개질 공정을 거친 건류가스는 H₂/CO의 비율이 높은 포화 합성가스로 만들어진다.

[0034] H₂ 개질기(50)는 반응기 가열장치(미도시)를 별도로 구비하여 개질반응에 필요한 온도를 제공할 수 있도록 한다. 선택가능하기로, H₂ 개질기 내의 반응기 가열장치는 본 발명의 시스템에서 생산된 합성가스를 원료로써 사용할 수 있다. H₂ 개질기(50)는 건류가스와 고온의 과열증기를 소정의 시간($\Delta \tau_R$) 동안 접촉 반응하게 하는데, $\Delta \tau_R$ 는 10초 이내 또는 10초 이상일 수 있으며, 바람직하기로는 3초 $\leq \Delta \tau_R \leq$ 7초로 유지하는 한편, 과열증기의 주입량을 제어하여 합성가스의 조성을 미리 설정된 값(H₂/CO 비율)에 맞출 수도 있다.

[0035] 이렇게 H₂ 개질기(50)에서 생산된 합성가스는 대략 900~1,000℃ 이며, 이 고온의 합성가스는 H₂ 개질기 하류에 배치된 열교환기(100;도 3 참조)와 정제장치(60)를 통해 다른 매질과 열교환되어, 본 시스템의 에너지 회수율을 향상시킬 수 있다.

[0036] H₂ 개질기(50)는 다단으로 이루어지는데, 바람직하기로 2단 이상으로 이루어지도록 하며, 도 2에서는 3단으로 구성된 개질기로 도시되어 있다. 참고로, 제1 건류부(310)에서 생산된 건류가스와 제2 건류부(320)에서 생산된 건류가스는 건류로 내부의 체류시간이 상이하기 때문에 H₂의 비율도 다르다. 그러므로, 제1 건류부(310)에서 생산된 건류가스는 H₂의 비율을 높이기 위해서 H₂ 개질기(50) 중 1단 반응기 내로 안내되어 3단 반응기로 배출되도록 하며, 제2 건류부(320)에서 생산된 건류가스는 제1 건류부에서 배출된 건류가스에 비해서 H₂의 비율이 높기 때문에 H₂ 개질기(50) 중 2단 혹은 3단 반응기로 안내된다. 선택가능하기로, 제2 건류부(320)에서 배출된 건류가스는 대체적으로 합성가스로 구성되어 있기 때문에, 추가적으로 H₂ 개질 공정을 필요로 하지 않고 이 과정을 우회하여 건류가스 내에 함유된 불순물만을 걸러 내어 제품화할 수 있다.

[0037] 그런 다음에, H₂ 개질기(50)에서 배출된 포화 합성가스는 정제장치(60)를 수단으로 하여 합성가스 내에 함유된 입자상 물질, 타르, 기타 오염물질(예컨대, 황화합물, 용해산물질) 등을 제거(S400)하여, 제품화된다.

[0038] 도 3은 도 2에 도시된 가스화 시스템과 열회수 시스템을 함께 도해한 블록선도이며, 도 3에 표시된 실선 화살표는 공급원료의 가스화 공정을 통해 합성가스로 개질되는 경로를 도해한 것이고, 일점 쇄선, 이점 쇄선, 또는 굵은 점선 화살표는 본 발명에 따른 시스템에서 사용될 열원의 이동경로를 도해한 것이다. 실선 화살표로 표기된 공급원료의 가스화 공정은 도 2를 통해 충분히 설명되었기에 여기서 그 구체적인 설명은 배제할 것이다.

[0039] 본 발명에 따른 시스템에서는, 물을 외부에서 공급받아 각각의 반응기에 필요한 과열증기로 전환시켜 공급할 수 있도록 되어 있다.

[0040] 수원(미도시)에서 공급될 물은 정제장치(60)를 통해 우선적으로 가열되며, 정제장치(60)는 H₂ 개질기(50)에서 생산된 고온의 포화 합성가스를 상대적으로 저온의 물에 열을 전달한다. 가열된 물은 제1 이코노마이저(111;economizer)와 제2 이코노마이저(112) 및 폐열보일러(120)를 거치면서 더욱 가열되고, 자체 가열장치를 갖

춘 슈퍼 히터(130;super heater)를 수단으로 하여 포화상태의 과열증기로 전환된다.

- [0041] 제1 이코노마이저(111)는 H₂ 개질기(50)의 가열장치에서 연소하는 과정에서 발생하는 고온의 연소가스를 열원으로 하여 물을 가열하게 되는바, H₂ 개질기에서 나오는 연소가스는 제1 이코노마이저(111)로 직접 이송되기 전에 폐열보일러(120)로 공급되도록 할 수 있고, 이 폐열보일러(120)는 제1 및/또는 제2 이코노마이저를 통해 공급될 고온의 물을 더욱 높은 온도로 가열할 수 있도록 한다.
- [0042] 이와 더불어서, 제2 이코노마이저(112)는 슈퍼 히터(130)의 가열장치에서 연소되는 과정에서 발생하는 고온의 연소가스를 열원으로 하여 고온의 물을 과열증기로 만들 수 있게 된다.
- [0043] 다시 말하자면, H₂ 개질기에서 발생된 고온의 연소가스는 폐열보일러(120)와 제1 이코노마이저(111)를 지나 외부로 배출되는 한편, 슈퍼 히터에서 발생된 고온의 연소가스는 제2 이코노마이저(112)를 지나 외부로 배출되도록 설계된다. 선택가능하기로, 제1 이코노마이저와 제2 이코노마이저는 단일형으로 이루어질 수도 있다.
- [0044] 슈퍼 히터(130)에서 가열된 포화상태의 과열증기는 우선적으로 H₂ 개질기(50)에 공급되는 한편, 건류로(30)와 공급원료 연속공급장치(20)에 공급된다.
- [0045] 연소용 공기는 H₂ 개질기(50)의 가열장치와 슈퍼 히터(130)의 가열장치에 필요로 하는데, 가열장치로 공급될 연소용 공기의 온도를 높이기 위해서, 본 발명의 시스템은 연소용 공기와 H₂ 개질기에서 생산된 고온의 포화 합성가스 사이의 열 교환을 유도하는 열교환기(100)를 구비한다.
- [0046] 다시 말하자면, 연소용 공기는 H₂ 개질기(50)에서 생산된 고온의 포화 합성가스로부터 열 전도되어 가열되고, 그런 다음에 H₂ 개질기(50)에서 발생된 고온의 연소가스로부터 열 전도되어 재차 가열되어, H₂ 개질기의 가열장치와 슈퍼 히터의 가열장치로 공급되도록 한다.
- [0047] 이와 같이, 본 발명에 따른 시스템은 연소용 공기와 과열증기용 물을 가열하기 위해 별도의 연소공정을 통해 가열하는 것이 아니라 시스템 내에서 유통하는 고온의 다양한 매질을 열원으로 하여 고온의 폐열을 회수하여 재활용할 수 있도록 되어 있는 한편, 각각의 가열장치는 본 발명의 시스템을 초기 운전할 때를 제외하고는 합성가스를 생산하면서 부터는 시스템 내에서 생산된 자체 합성가스를 원료로 사용할 수 있는 자급모드로 설계되어 있다.
- [0048] 도 4는 본 발명의 시스템에 구비된 건류로의 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0049] 도시된 바와 같이, 본 발명의 건류로(30)는 제1 건류부(310)와 제2 건류부(320)로 구획되어 있고, 제1 건류부(310)와 제2 건류부(320)는 상호 연통되어 있고 이들 사이는 차단밸브(330)를 매개로 하여 개폐할 수 있도록 되어 있다.
- [0050] 제1 건류부(310)는 공급관(311)과, 연소로(312), 모터(313), 이 모터(313)의 회전축 둘레를 따라 배치된 스크류(314), 및 가스 이송관(315)으로 구성되며, 이와 유사하게 제2 건류부(320)는 연소로(322)와, 모터(323), 이 모터(323)의 회전축 둘레를 따라 배치된 스크류(324), 가스 이송관(325), 및 배출관(326)으로 구성된다.
- [0051] 바람직하기로, 건류로(30)는 그 외부면에 열회수용 수관 코일(미도시)로 둘러싸여 있으며 접촉보호용 밀봉을 하여 방열에너지 회수 및 안정성을 고려할 수 있도록 되어 있다. 제1 및 제2 건류부는 연소로(312,322) 둘레를 고온에서도 견딜 수 있게 내화물로 에워싸고 있다.
- [0052] 건류로에 대한 내용은 건류로의 가스화 공정을 통해 더욱 구체적으로 기술하도록 한다. 우선적으로, 저장조(10;도 2 참조)에 수용된 공급원료는 제1 건류부(310)의 공급관(311)을 통해 건류로(30) 중 제1 건류부(310) 내부로 유입된다. 그런 다음에, 공급원료의 건류에 필요한 내부압력(P₁)과 온도(T₁)를 제어하고, 제1 건류부에서의 체류시간, 다시 말하자면 공급원료의 열분해와 가스화에 필요한 반응시간(Δτ₁)를 결정하는데, 참고로 내부압력(P₁)과 온도(T₁) 및 반응시간(Δτ₁)은 공급원료의 화학양론적 계산 혹은 실험을 통해 결정된다.
- [0053] 일반적으로, 내부압력(P₁)은 대략 1.5 ~ 7.0kg/cm², 온도(T₁)는 대략 500 ~ 1,000℃, 반응시간(Δτ₁)은 10min

$\leq \Delta \tau_1 \leq 60\text{min}$ 으로 되어 있다.

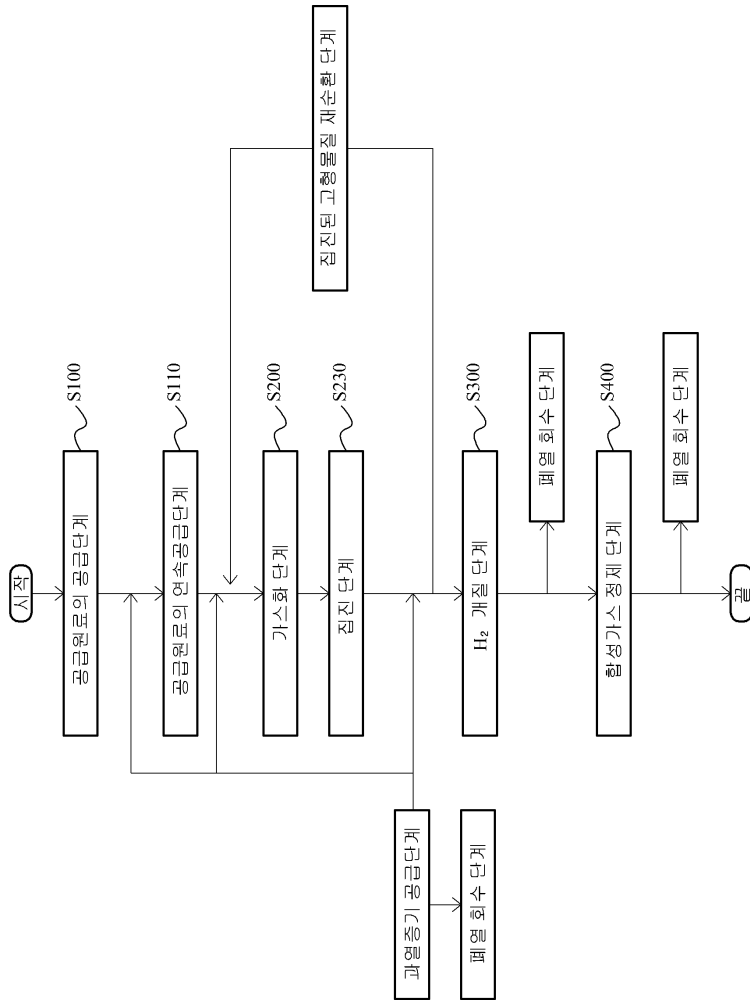
- [0054] 제1 건류부(310)의 내부조건 하에서 공급원료가 모터(313)와 이로 구동되는 스크류(314)를 수단으로 하여 차단 밸브(330)를 향해 점진적으로 이송된다. 제1 건류부(310)의 내부온도는 연소로(312)에서 합성가스를 연소시켜 간접가열방식으로 조절할 수 있고, 반응시간은 스크류(314)의 회전속도로 조절가능하다(S210).
- [0055] 이러한 무산소·무연소 과정을 거치면서 공급원료는 건류가스와 고형물질로 구분되어 배출되되, 건류가스는 가스 이송관(315)을 따라 하류 공정으로 이송되는 반면에 고형물질은 연속적으로 2차 가스화공정을 수행할 수 있도록 제2 건류부(320)로 안내된다.
- [0056] 고형물질은 개방된 차단밸브(330)를 통해 제1 건류부(310)와 유사한 내부조건을 갖춘 제2 건류부(320)로 주입되면서, 제1 건류부(310)에서와 같이 동일한 가스화공정을 거치게 된다(S220). 연소로(322)의 가열로 내부온도를 조절하고 스크류(324)의 회전속도로 반응시간을 조절할 수 있는데, 기술되었듯이 반응시간($\Delta \tau_2$)은 압력(P_2)과 온도(T_2)의 함수관계를 가진다. 건류가스의 포화율을 높이기 위해서, 제2 건류부의 내부조건, 내부압력(P_2)은 대략 $1.5 \sim 7.0\text{kg/cm}^2$, 온도(T_2)는 대략 $500 \sim 1,000^\circ\text{C}$, 반응시간($\Delta \tau_2$)은 $3\text{min} \leq \Delta \tau_2 \leq 20\text{min}$ 으로 되어 있다.
- [0057] 고형물질은 열분해되어, 건류가스는 가스 이송관(325)을 따라 하류 공정으로 이송되는 반면에 고형 배출분, 즉 탄소함유가 없는 회분은 배출관(326)으로 건류로(30) 밖으로 배출된다.
- [0058] 건류로(30)에서 열분해 공정을 통해 생성된 건류가스는 합성가스와 부산물 분자를 함유한 다른 가스상 물질로 이루어져 있기 때문에, 고품질의 연료 생산을 위해서 본 발명의 시스템과 같이 2차 가스화 공정을 필요로 하게 된다.
- [0059] 선택가능하기로, 공급원료는 고정 탄소의 함유량에 따라 2차 가스화 공정을 생략할 수도 있다. 고정 탄소의 함유량이 적은 공급원료는 분해와 가스화가 용이하지 않기 때문에 에너지 소모량이 현저하게 증가하게 되므로, 이러한 경우에는 1차 그리고 2차 가스화 단계에서 각각의 건류로에 과열증기 혹은 이온화된 물의 공급을 통해 반응을 유도하여 더 높은 농도 그리고 좋은 품질의 합성가스를 생산해 낼 수 있다.
- [0060] 가스 이송관(315,325)으로 이송될 건류가스는 H_2 합성을 위해 고온의 과열 증기를 매개로 하여 H_2 개질(reforming)단계를 실행될 수 있게 하류로 이송된다.
- [0061] 본 발명은 상세한 설명에 기술된 바람직한 실시예와 첨부도면으로 국한되지 않고 아래의 청구범위의 범주 내에서 변형과 변경이 가능함을 밝혀둔다.

부호의 설명

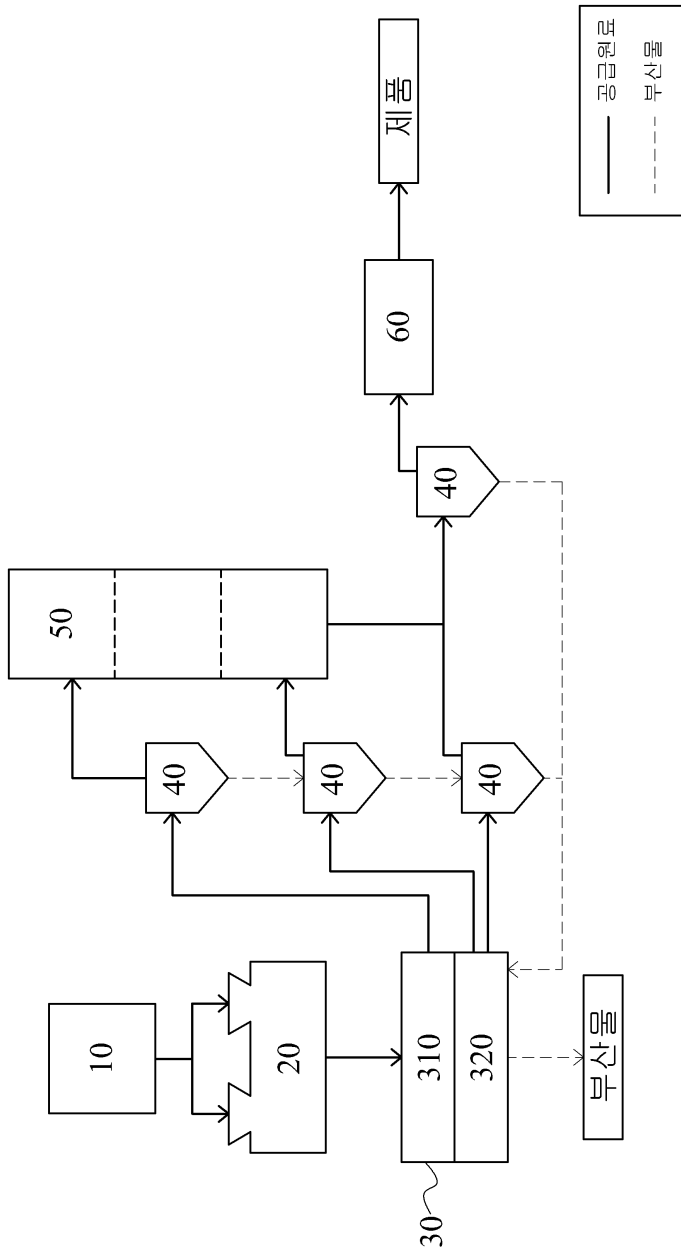
- [0062] 10 ----- 저장조,
- 20 ----- 공급원료 연속공급장치,
- 30 ----- 건류로,
- 40 ----- 집진장치,
- 50 ----- H_2 개질기,
- 60 ----- 정제장치,
- 100 ----- 열교환기,
- 111, 112 ----- 이코노마이저,
- 120 ----- 폐열보일러,
- 130 ----- 슈퍼 히터.

도면

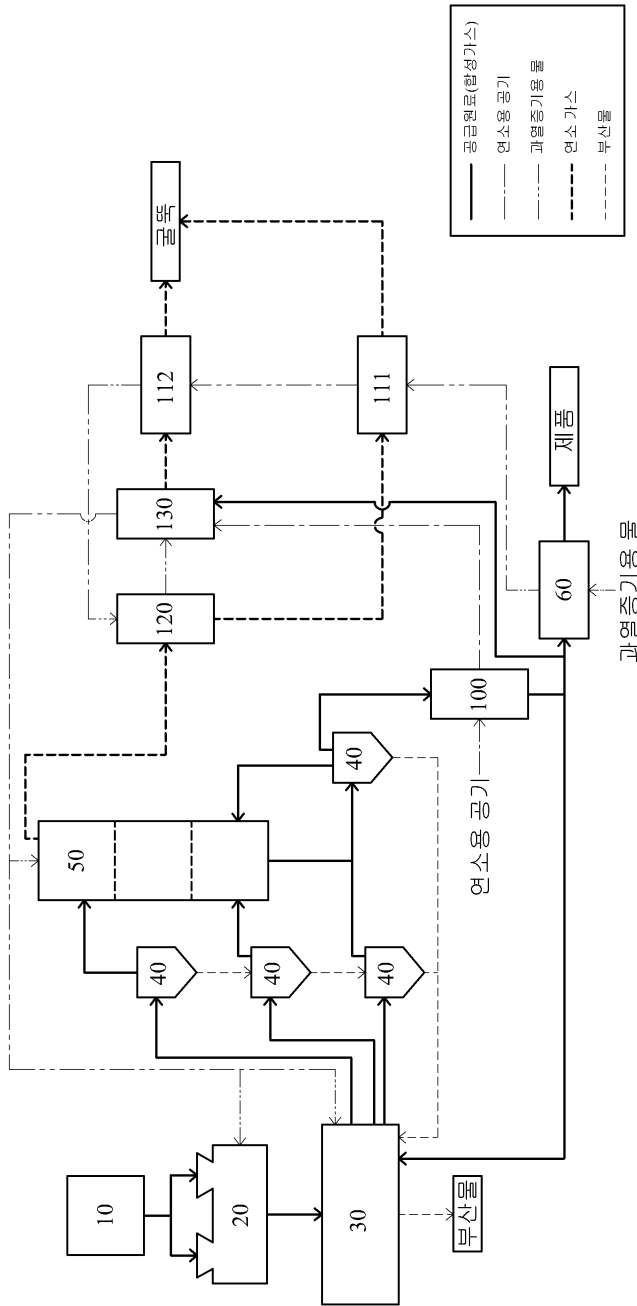
도면1



도면2



도면3



도면4

