(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년04월26일
(11) 등록번호 10-2525842
(24) 등록일자 2023년04월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C01B 3/12 (2006.01) *B01J 8/02* (2006.01)
C01B 3/48 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C01B 3/12 (2013.01)
B01J 8/0285 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0019387
(22) 출원일자 2023년02월14일
심사청구일자 2023년02월14일
(56) 선행기술조사문헌
JP2004182493 A*
JP2011207727 A*
KR1020210103677 A
KR1020210134311 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
고등기술연구원연구조합
경기도 용인시 처인구 백암면 고안로51번길 175-28
(72) 발명자
강석환
경기도 용인시 수지구 만현로67번길 19,304동 503호(상현동, 만현마을성원상떼빌아파트)
김효식
경기도 의정부시 오목로 36, 105동 701호(용현동, 현대아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인명륜

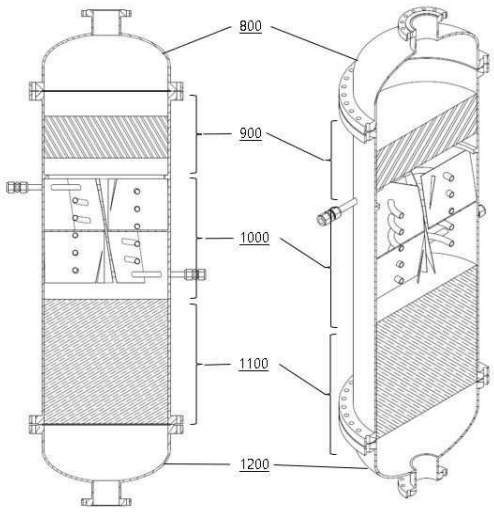
전체 청구항 수 : 총 8 항 심사관 : 이수재

(54) 발명의 명칭 **고농도 합성가스용 다단 열교환 일체형 수성가스 전환반응장치**

(57) 요 약

본 발명은 산업공정 배기가스의 저농도 이산화탄소를 전환하여 무포집형 이산화탄소 화학전환을 통한 파일럿 실증(연간 20톤) 규모의 합성가스를 생산하고, 연간 10,000톤 규모 이산화탄소 전환공정을 구현하기 위한 공정에서 산업공정 배가스를 개질기 원료로 활용하는 배가스를 직접 활용하는 이산화탄소를 포집하는 공정이 없는 건식 자열 개질 반응장치에서 생산된 고동도의 일산화탄소를 포함한 합성가스를 이용하는 다단 고정층 열교환기 일체형 수성가스 반응장치에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C01B 3/48 (2013.01)
C01B 2203/0244 (2013.01)
C01B 2203/0288 (2013.01)
C01B 2203/0485 (2013.01)
C01B 2203/0833 (2013.01)
C01B 2203/1241 (2013.01)

(72) 발명자
강태진
경기도 용인시 기흥구 동백7로 96, 2311동 102호(동백동, 백현마을한라비발디)
류재홍
대전광역시 대덕구 동춘당로 160, 103동 904호(법동, 삼익소월아파트)
이진희
경기도 용인시 처인구 양지면 용곡로1번길 18-1, 207동 205호
김진호
경기도 용인시 기흥구 중부대로 375, 102동 2702호(신갈동, 기흥역롯데캐슬스카이)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1055000938
과제번호	2022M3J2A1053003
부처명	기획재정부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	CCU3050
연구과제명	공정배가스 연계 CO2를 활용한 합성가스 생산 실증 및 플랫폼 화합물 제조 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고등기술연구원연구조합
연구기간	2022.05.24 ~ 2025.02.23

공지예외적용 : 있음

명 세 서

청구범위

청구항 1

합성가스가 주입되는 상부커버(800);

상기 합성가스가 1차 WGS(Water gas shift)반응이 일어나는 1차섹션(900);

1차반응물의 온도를 조절하는 2차섹션(1000);

상기 온도가 조절된 상기 1차반응물이 2차 WGS반응이 진행되어 반응가스가 생성되는 3차섹션(1100); 및

상기 반응가스가 배출되는 하부커버(1200);을 포함하며,

상기 상부커버의 상부에 형성된 합성가스 주입부(810);

상기 상부커버의 상부에 형성된 스팀 주입부(820); 및

상기 상부커버의 하부와 연결되는 상기 제1섹션은

상기 제1섹션의 하부에 형성된 제1지지플레이트(910); 및

상기 제1지지플레이트에 적층 형성되는 고온촉매층(920);을 포함하고,

상기 제2섹션의 일측면에 형성된 냉각매체 주입구(1010);

상기 제2섹션의 타측면에 형성된 상기 냉각매체 배출구(1020);

상기 냉각매체 주입구부터 상기 냉각매체 배출구를 연결시키는 냉각코일(1030); 및

상기 냉각코일이 복수 회 관통하는 복수의 방열판(1040);을 포함하는 다단 고정층 열교환기 일체형 수성가스 반응기.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제3섹션의 하부에 형성된 제2지지플레이트(1110);

상기 제3지지플레이트에 적층형성되는 저온촉매층(1120);

상기 제3섹션의 하부에 연결되는 상기 하부커버는

상기 하부커버의 하부에 형성된 상기 반응가스가 배출되는 반응가스 배출구(1210);를 포함하는 다단 고정층 열교환기 일체형 수성가스 반응기.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 고온촉매층의 1차온도는 300℃ 내지 500℃로 유지되며,

상기 합성가스에 일산화탄소의 1차일산화탄소전환율 0%이상 내지 40%미만이며,

상기 1차일산화탄소전환율은 상기 1차온도를 유지하는 상태인 다단 고정층 열교환기 일체형 수성가스 반응기.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 냉각매체 배출구에 연통된 냉각매체 배출관(1021);은 상기 스팀 주입부(820);에 연결되며,

상기 스팀 주입구는 상기 합성가스 주입구와 연결되거나 별도로 상기 상부커버에 형성되는 다단 고정층 열교환기 일체형 수성가스 반응기.

청구항 7

제1항에 있어서,

복수의 상기 방열판의 상부단(1041);은 상기 제2섹션의 중심축을 기준으로 소정거리(α) 이격되어 방사형으로 위치하는 다단 고정층 열교환기 일체형 수성가스 반응기.

청구항 8

제7항에 있어서,

복수의 상기 방열판의 상기 상부단과 하부단(1042);은 상기 제2섹션의 중심축의 길이방향(L)에서 소정각도(β)로 틀어져서 방사형으로 배치되는 다단 고정층 열교환기 일체형 수성가스 반응기.

청구항 9

제1항에 있어서,

탄소성분을 포함하는 연료의 연소 과정을 통해 생성되는 제1배가스(Flue gas);

메탄;

상기 배가스와 상기 메탄이 공급되어 건식 자열 개질(Dry autothermal reforming)을 통해 상기 합성가스(Syngas)를 생산하며,

상기 배가스내 이산화탄소의 농도는 10vol% 이상 내지 25vol% 이하인 저농도 이산화탄소를 전처리 없이 직접 활용한,

공정 배가스를 연계한 이산화탄소 무포집형 개질기에서 생산된 상기 합성가스를 공급받는 다단 고정층 열교환기 일체형 수성가스 반응기.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1배가스를 제1배관(110)을 통해 배출하는 플랜트(100);

상기 제1배관과 연통되어 상기 제1배가스를 반탄화 열원으로 활용하는 반탄화장치(200);

상기 반탄화장치에서 제조되는 반탄화연료를 이용하여 제2배가스를 생성하는 버너(300);

상기 반탄화장치에서 열원으로 활용 후 제2배관(120)을 통해 공급되어 상기 제1배가스내 황산화물을 제거하기 위한 SOx제거유닛(400); 및

상기 SOx제거유닛에서 제3배관(130)을 통해 공급되는 상기 제1배가스를 포함하는 원료로 상기 합성가스를 생성하는 개질기(500);를 포함하고,

상기 개질기는 상기 제1배가스에 포함된 이산화탄소 및 산소와 추가로 공급되는 상기 메탄이 반응하여 상기 합성가스를 생성하는 건식자열개질(Dry Autothermal Reforming) 반응기인 이산화탄소 무포집형 수성가스 생산시스템에 포함된 다단 고정층 열교환기 일체형 수성가스 반응기.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 고농도 합성가스용 다단 열교환 일체형 수성가스 전환반응장치에 관한 것으로, 더 상세하게는 산업공정 배기가스의 저농도 이산화탄소를 전환하여 무포집형 이산화탄소 화학전환을 통한 파일럿 실증(연간 20톤) 규모의 합성가스를 생산하고, 연간 10,000톤 규모 이산화탄소 전환공정을 구현하기 위한 공정에서 산업공정 배가스를 개질기 원료로 활용하는 배가스를 직접 활용하는 이산화탄소를 포집하는 공정이 없는 건식 자열 개질 반응장치에서 생산된 고동도의 일산화탄소를 포함한 합성가스를 이용하는 고농도 합성가스용 다단 열교환 일체형 수성가스 전환반응장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 국제적인 기후변화 대응의 일환으로 진행되고 있는 온실가스 감축 노력이 더욱 강화되면서 탄소중립에서 나아가 탈탄소를 향한 넷제로(net-zero) 정책으로 이행되면서 CCUS(Carbon Capture Utilization and Storage) 기술*이 2050년 탄소중립 실현을 위한 핵심기술로 부상하고 있으며, 주요 선진국을 중심으로 기술개발과 시설투자, 실증이 확대되면서 새로운 기후 관련 유망산업으로 주목받고 있다.

[0004] 탄소포집·활용·저장기술(CCUS)은 말 그대로 탄소를 포집(Capture), 활용(Utilization) 또는 저장/격리(Storage/Sequestration)하는 기술로, 포집한 이산화탄소를 '자원화'하는 것을 의미한다.

[0005] '20년 10월 대한민국 국가 비전으로 2050년 탄소중립 선언 및 후속대응으로「2050 탄소중립 시나리오」(2021) 수립 추진. 국내 순배출량을 0으로 하는 2개의 시나리오를 구성함. 1) 화석발전 전면 중단 등 배출 자체를 최대한 줄이는 A안 2) 화력발전이 잔존하는 대신 CCUS 등 제거기술을 적극적으로 활용하는 B안을 발표하였다.

[0006] 이처럼 CCUS 개발에 이목이 다시 집중되는 이유는 다음과 같음. 파리기후협정(Paris Climate Agreement)에서 약속한 대로 2050년까지 지구 온도 상승 폭을 1.5℃까지 낮추려면 재생에너지 사용의 증가와 에너지 효율화 그리고 에너지사용의 전기화(electrification) 등이 필수적이나 이는 산업 구조를 근본적으로 개편해야 가능한 것인데, 당장은 불가능하므로 단계적으로 개편하기 과정에서 CCUS 기술이 효과적인 방안으로 사용될 수 있기 때문이다.

[0007] 탄소배출량이 높은 산업군을 가지면서 수출에 의존하는 나라일수록 유럽이나 미국에서 도입 과정에 있는 탄소국경세(Carbon border tax)의 부담을 질 뿐 아니라, 국내적으로도 탄소세가 도입되며 이에 대한 큰 경제적인 부담을 지기에 CCUS 기술에 대한 투자와 전략적인 대책이 불가피하다.

[0008] 만약 CCUS 기술로 탄소 배출을 어느 정도 상쇄시킬 수 있거나 탄소 배출권 (Carbon Credit)을 획득하여 거래할 수 있게 된다면, 제2의 수입을 창출할 뿐 아니라 기업이 CCUS기술을 도입하게 하는 유인책이 될 수 있다.

[0009] 탄소배출이 높은 산업군은 철강(25%), 시멘트(25%), 화학 및 석유화학 제품(30%) 순으로 이들은 우리나라가 모두 보유하면서 선도하고 있는 산업군이다.

[0010] WGS 반응은 약한 발열반응으로 종래의 WGS 반응은 스팀개질반응 후단에 구비되어 반응물 중의 수분과 일산화탄소를 이용하여 수소의 생산량을 증대시킬 목적으로 사용되어 왔다.

[0011] 따라서 종래의 WGS 반응에 있어서 반응물 중 일산화탄소의 농도가 30% 미만으로 발열량 누적에 따른 온도상승이 크게 성능에 영향을 주지 않았다.

[0012] 고농도의 일산화탄소를 포함한 합성가스의 수성가스전환 기술 개발이 필요한 시점이다.

[0013] 한국 공개특허공보 제2011-0015148호에서는 석탄, 중질잔사유, 글리세린 등의 중질 탄소원의 가스화를 통해서 생산되는 고농도의 일산화탄소를 함유하고 있는 합성가스를 촉매 존재 하에 물과 반응시켜 수소를 생산하는 다단 유동층 수성가스 반응장치 및 이를 이용한 수소 생산 기술에 대한 것이다. 즉, 900-1,600℃사이의 온도에서

부분산화 및 증기 가스화반응을 통해서 발생된 수소, 일산화탄소, 이산화탄소, 황화수소, 일산화수소 등이 혼합되어 있는 합성가스 중에 포함된 30-70%의 일산화탄소를 증기와 저온 및 고온의 촉매가 내포되어 있는 다단 유동층 수성가스 반응장치를 이용하여 저온촉매 및 고온촉매의 혼합없이 수소로의 전환이 이루어지도록 하는 장치 및 방법 이 개시되어 있다.

[0014] 한국 등록특허공보 제10-1632888호는 에프오지가스(FOG: FINEX OFF GAS)의 열을 이용하여 물을 수증기로 전환하는 제1열교환기, 상기 에프오지가스와 상기 제1열교환기에서 발생된 증기를 이용하여 설정된 제1온도조건에서 수소를 포함하는 제1가스를 생성하고, 이를 배출하는 고온개질장치, 및 상기 고온개질장치에서 배출되는 제1가스의 열을 이용하여 물을 수증기로 전환하는 제2열교환기를 포함하고, 상기 제2열교환기에서 생성된 수증기의 적어도 일부를 상기 고온개질장치로 재사용하는 수성가스 반응시스템이 개시되어 있다.

[0015] 한국 공개특허공보 제2020-0000749호는 일산화탄소를 포함하는 가스 및 스팀을 포함하는 합성가스를 공급하는 합성가스공급부; 상기 합성가스를 촉매와 반응시켜 수소로 전환시키는 가스반응부; 및 상기 가스반응부를 통과하여 생성된 배출가스를 배출하도록 형성되는 배출부를 포함한 수성가스 전환 반응기를 개시하고 있다.

[0016] 그러나 상기 선행기술들은 본원 발명의 산업공정의 배가스 중의 이산화탄소의 농도를 높이기 위한 별도의 포집공정 없이 저농도의 이산화탄소와 산소를 포함한 배기스와 바이오메탄을 원료로 활용한 건식 자열 개질 반응을 이용하여 생산된 합성가스의 특징인 45vol% 이상의 일산화탄소가 포함됨에 따라 발열량 축적에 따른 성능저하를 해결할 수 있는 2단 고정층 촉매 구성과 열제어를 위한 열교환부가 일체형으로 구비된 배가스를 직접 개질한 합성가스를 이용하는 고농도 합성가스용 다단 열교환 일체형 수성가스 전환반응장치에 대한 기술은 개시된 바 없다.

선행기술문헌

특허문헌

[0018] (특허문헌 0001) 한국 공개특허공보 제2011-0015148호

(특허문헌 0002) 한국 등록특허공보 제10-1632888호

(특허문헌 0003) 한국 공개특허공보 제2020-0000749호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0019] 본 발명은 상기와 같은 문제를 해결하기 위한 것으로서 산업공정 배기가스의 저농도 이산화탄소를 전환하여 무포집형 이산화탄소 화학전환을 통한 파일럿 실증(연간 20톤) 규모의 합성가스를 생산하고, 연간 10,000톤 규모 이산화탄소 전환공정을 구현하기 위한 공정에서 산업공정 배가스를 개질기 원료로 활용하는 배가스를 직접 활용하는 이산화탄소를 포집하는 공정이 없는 건식 자열 개질 반응장치에서 생산된 고동도의 일산화탄소를 포함한 합성가스를 이용하는 고농도 합성가스용 다단 열교환 일체형 수성가스 전환반응장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0021] 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명인 배가스를 직접 개질한 합성가스를 이용하는 고농도 합성가스용 다단 열교환 일체형 수성가스 전환반응장치는 합성가스가 주입되는 상부커버(800); 상기 합성가스가 1차 WGS(Water gas shift)반응이 일어나는 1차섹션(900); 상기 1차반응물의 온도를 조절하는 2차섹션(1000); 상기 온도가 조절된 상기 1차반응물이 2차 WGS반응이 진행되어 반응가스가 생성되는 3차섹션(1100); 및 상기 반응가스가 배출되는 하부커버(1200);을 포함하는 다단 고정층 열교환기 일체형 수성가스 반응기일 수 있다.

[0022] 또한, 상기 상부커버의 상부에 형성된 합성가스 주입부(810); 상기 상부커버의 상부에 형성된 스팀 주입부(820); 및 상기 상부커버의 하부와 연결되는 상기 제1섹션은 상기 제1섹션의 하부에 형성된 제1지지플레이트(910); 및 상기 제1지지플레이트에 적층 형성되는 고온촉매층(920);을 포함할 수 있다.

[0023] 또한, 상기 제2섹션의 일측면에 형성된 냉각매체 주입구(1010); 상기 제2섹션의 타측면에 형성된 상기 냉각매체

배출구(1020); 상기 냉각매체 주입구부터 상기 냉각매체 배출구를 연결시키는 냉각코일(1030); 및 상기 냉각코일이 복수 회 관통하는 복수의 방열판(1040);을 포함할 수 있다.

[0024] 또한, 상기 제3섹션의 하부에 형성된 제2지지플레이트(1110); 상기 제3지지플레이트에 적층형성되는 저온촉매층(1120); 상기 제3섹션의 하부에 연결되는 상기 하부커버는 상기 하부커버의 하부에 형성된 상기 반응가스가 배출되는 반응가스 배출구(1210);를 포함할 수 있다.

[0025] 또한, 상기 고온촉매층의 1차온도는 300℃내지 500℃로 유지되며, 상기 합성가스에 일산화탄소의 1차일산화탄소 전환율 0%이상 내지 40%미만이며, 상기 1차일산화탄소전환율은 상기 1차온도를 유지할 수 있다.

[0026] 또한, 상기 냉각매체 배출구에 연통된 냉각매체 배출관(1021);은 상기 스팀 주입부(820);에 연결되며, 상기 스팀 주입구는 상기 합성가스 주입구와 연결되거나 별도로 상기 상부커버에 형성될 수 있다.

[0027] 또한, 복수의 상기 방열판의 상부단(1041);은 상기 제2섹션의 중심축을 기준으로 소정거리(α) 이격되어 방사형으로 위치할 수 있다.

[0028] 또한, 복수의 상기 방열판의 상기 상부단과 하부단(1042);은 상기 제2섹션의 중심축의 길이방향(L)에서 소정각도(β)로 틀어져서 방사형으로 배치될 수 있다.

[0029] 또한, 탄소성분을 포함하는 연료의 연소 과정을 통해 생성되는 제1배가스(Flue gas); 메탄; 상기 배가스와 상기 메탄이 공급되어 건식 자열 개질(Dry autothermal reforming)을 통해 상기 합성가스(Syngas)를 생산하며, 상기 배가스내 이산화탄소의 농도는 10vol% 이상 내지 25vol% 이하인 저농도 이산화탄소를 전처리 없이 직접 활용한, 공정 배가스를 연계한 이산화탄소 무포집형 개질기에서 생산된 상기 합성가스를 공급받을 수 있다.

[0030] 또한, 상기 제1배가스를 제1배관(110)을 통해 배출하는 플랜트(100); 상기 제1배관과 연통되어 상기 제1배가스를 반탄화 열원으로 활용하는 반탄화장치(200); 상기 반탄화장치에서 제조되는 반탄화연료를 이용하여 제2배가스를 생성하는 버너(300); 상기 반탄화장치에서 열원으로 활용 후 제2배관(120)을 통해 공급되어 상기 제1배가스내 황산화물을 제거하기 위한 SOx제거유닛(400); 및 상기 SOx제거유닛에서 제3배관(130)을 통해 공급되는 상기 제1배가스를 포함하는 원료로 상기 합성가스를 생성하는 개질기(500);를 포함하고, 상기 개질기는 상기 제1배가스에 포함된 이산화탄소 및 산소와 추가로 공급되는 상기 메탄이 반응하여 상기 합성가스를 생성하는 건식 자열개질(Dry Autothermal Reforming) 반응기이며, 상기 다단 고정층 열교환기 일체형 수성가스 반응기를 포함하는 이산화탄소 무포집형 수성가스 생산 시스템일 수 있다.

[0031] 본 발명은 상기 과제의 해결 수단을 다양하게 조합한 형태로도 제공이 가능하다.

발명의 효과

[0033] 본 발명의 배가스를 직접 개질한 합성가스를 이용하는 고농도 합성가스용 다단 열교환 일체형 수성가스 전환반응장치는 탄소원의 가스화를 통해서 생산되는 고농도의 일산화탄소를 함유하고 있는 합성가스를 촉매 존재하에 물과 반응시켜 수소를 생산하는 효과가 있다.

[0034] 탄소원의 배가스를 이용하여 생산된 합성가스로 수소를 생산하되, LTS(low temperature shift) 또는 HTS(high temperature shift)에서 발생되는 열을 회수하여 스팀을 생산하고, 이를 다시 재사용함으로써 외부 투입 에너지를 절감할 수 있는 효과가 있다.

[0035] HTS 또는 LTS촉매 반응 특성상 발열반응을 효과적으로 이용하여 발열반응 특성상 열을 잘 빼앗아 주어야 발열반응이 잘 일어나는데, 이를 위해 열을 회수하여 발열반응의 효율을 향상시킬 수 있다.

[0036] 고온용 WGS 촉매가 장입되는 부분으로 열역학적 평형에 의하여 고온에서의 WGS 반응에서 CO 전환율이 감소하므로 반응에 따른 발열량 또한 감소될 수 있고 이를 이용하여 1차 촉매층의 반응온도 상승을 열역학적으로 억제할 수 있다.

[0037] 냉각 코일의 간접열교환을 통해 냉각을 시키고, 냉각 코일을 따라서 설치된 중심축으로부터 0도 이상의 일정 각도를 가지고 있는 방열판을 방사형으로 배치하여 열교환 효과를 극대화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0039] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 배가스를 직접 개질한 합성가스를 이용하는 고농도 합성가스용 다단 열교환 일체형 수성가스 전환반응장치 사시 단면도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 배가스를 직접 개질한 합성가스를 이용하는 고농도 합성가스용 다단 열교환 일체형 수성가스 전환반응장치 단면도이다.

도 3은 본 실시예에 따른 배가스를 직접 개질한 합성가스를 이용하는 고농도 합성가스용 다단 열교환 일체형 수성가스 전환반응장치 2섹션의 단면도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 산업공정 배가스와 반탄화 배가스를 개질기 원료로 활용하는 건식 자열 개질장치와 연계된 고농도 합성가스용 다단 열교환 일체형 수성가스 전환반응장치 시스템 구성도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 컨베이어벨트부를 나타낸 것이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 컨베이버벨트부의 돌출부를 나타낸 것이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 스크래퍼를 나타낸 것이다.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 개질기에서 반탄화 장치로 공급되는 열원의 일부가 선택적으로 응축기로 공급되는 산업공정 배가스와 반탄화 배가스를 개질기 원료로 활용하는 건식 자열 개질장치를 포함하는 시스템 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0040] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 쉽게 실시할 수 있는 실시예를 상세히 설명한다. 다만, 본 발명의 바람직한 실시예에 대한 동작 원리를 상세하게 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.

[0041] 또한, 도면 전체에 걸쳐 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용한다. 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 연결되어 있다고 할 때, 이는 직접적으로 연결되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고, 간접적으로 연결되어 있는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 구성요소를 포함한다는 것은 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0042] 또한, 본 명세서에서 어느 실시예에 대한 한정 또는 부가사항은 특정한 실시예에 적용될 뿐 아니라, 그 외 다른 실시예들에 동일하게 적용될 수 있다.

[0043] 또한, 본 발명의 설명 및 청구범위 전반에 걸쳐서 단수로 표시된 것은 별도로 언급되지 않는 한 복수인 경우도 포함한다.

[0044] 본 발명을 도면에 따라 상세한 실시예와 같이 설명한다.

[0045] 본 발명이 속한 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기 내용을 바탕으로 본 발명의 범주내에서 다양한 응용 및 변형을 수행하는 것이 가능할 것이다.

[0046] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 배가스를 직접 개질한 합성가스를 이용하는 다단 고정층 열교환기 일체형 수성가스 반응장치 사시 단면도이다.

[0047] 온실가스 감축기술로 주목받고 있는 CCU 기술 중 하나인 건식개질 반응에서는 기존 개질 반응과는 달리 수소생산에 있어서 45%이상의 일산화탄소가 함께 생성되는 특징을 가진다.

[0048] 따라서 발열량의 축적에 따른 성능저하를 해결할 수 있도록 2단 촉매 구성과 열제어를 위한 열교환부가 일체형으로 구비된 '배가스를 직접 개질한 합성가스를 이용하는 고농도 합성가스용 다단 열교환 일체형 수성가스 전환반응장치이다.

[0049] 합성가스가 주입되는 상부커버(800); 상기 합성가스가 1차 WGS(Water gas shift)반응이 일어나는 1차섹션(900); 상기 1차반응물의 온도를 조절하는 2차섹션(1000); 상기 온도가 조절된 상기 1차반응물이 2차 WGS반응이 진행되어 반응가스가 생성되는 3차섹션(1100); 및 상기 반응가스가 배출되는 하부커버(1200);을 포함하는 다단 고정층 열교환기 일체형 수성가스 반응기일 수 있다.

[0050] 또한, 상기 상부커버의 상부에 형성된 합성가스 주입부(810); 상기 상부커버의 상부에 형성된 스팀 주입부(820); 및 상기 상부커버의 하부와 연결되는 상기 제1섹션은 상기 제1섹션의 하부에 형성된 제1지지플레이트

(910); 및 상기 제1지지플레이트에 적층 형성되는 고온촉매층(920);을 포함할 수 있다.

[0051] 고온촉매층, 바람직하게는 1차 WGS 촉매층(350->450℃일 수 있다. 고온용 WGS 촉매가 장입되는 부분으로 열역학적 평형에 의하여 고온에서의 WGS 반응에서 일산화탄소 전환율이 감소하므로 반응에 따른 발열량 또한 감소된다. 이를 이용하여 1차 WGS 촉매층의 반응온도 상승을 열역학적으로 억제한다.

[0052] 상기 고온촉매층의 촉매 장입량이 증가하면 일산화탄소 전환율이 승할 수 있다.

[0053] 상기 고온촉매층에 장입되는 촉매는 활성성분으로 철(Fe) 또는 크롬(Cr)을 포함한 화합물일 수 있다.

[0054] 또한, 상기 제2섹션의 일측면에 형성된 냉각매체 주입구(1010); 상기 제2섹션의 타측면에 형성된 상기 냉각매체 배출구(1020); 상기 냉각매체 주입구부터 상기 냉각매체 배출구를 연결시키는 냉각코일(1030); 및 상기 냉각코일이 복수 회 관통하는 복수의 방열판(1040);을 포함할 수 있다.

[0055] 상기 냉각매체는 냉각수일 수 있다.

[0056] 상기 냉각매체 주입량이 증가하면 반응온도는 하강하고 에너지효율은 향상될 수 있다.

[0057] 제2섹션, 바람직하게는 WGS 쿨러(450->250℃일 수 있다. 인입온도 보다 높아진 1차 WGS 촉매층 배출가스를 내장된 코일형의 열교환관을 통하여 간접열교환을 통해 냉각시킨다.

[0058] 이 코일형 열교환관을 따라서 설치된 중심축으로부터 0도 이상의 일정 각도를 가지고 있는 방열판을 방사형으로 배치하여 열교환 효과의 극대화와 함께 가스의 원활한 혼합을 유도한다.

[0059] 상기 방열판의 개수와 각도가 증가하면 열교환량이 상승하고 혼합효과가 증가할 수 있으나 차압이 증가할 수 있다.

[0060] 또한 이때 열교환을 통하여 추가로 스팀생산이 가능하다.

[0061] 또한, 상기 제3섹션의 하부에 형성된 제2지지플레이트(1110); 상기 제3지지플레이트에 적층형성되는 저온촉매층(1120); 상기 제3섹션의 하부에 연결되는 상기 하부커버는 상기 하부커버의 하부에 형성된 상기 반응가스가 배출되는 반응가스 배출구(1210);를 포함할 수 있다.

[0062] 저온촉매층은 바람직하게 2차 WGS 촉매층(200->350℃일 수 있다. 2차 WGS 촉매층으로 인입되는 반응가스는 1차 WGS 촉매층을 지나며 반응물 중 일산화탄소가 일정량 반응에 소모된 상태이므로 상대적으로 낮은 농도의 일산화탄소 장입이 가능하며, WGS 쿨러를 통하여 냉각되어 저온 WGS 반응이 가능하다.

[0063] 상기 저온촉매층의 촉매 장입량이 증가하면 일산화탄소 전환율이 승할 수 있다.

[0064] 상기 저온촉매층에 장입되는 촉매는 활성성분으로 구리(Cu) 또는 니켈(Ni)을 포함한 화합물일 수 있다.

[0065] 저온 WGS는 열역학적 반응평형에 있어서 고온 WGS 더 높은 전환율을 가질 수 있으므로, 한 반응기 내에서 HT-WGS(고온 WGS), LT-WGS(저온 WGS)이 모두 가능하며, 고농도 CO에 대하여 최대한의 전환이 가능, 또한 부가적으로 스팀생산이 가능한 반응기이다.

[0066] 또한, 상기 고온촉매층의 1차온도는 300℃내지 500℃로 유지되며, 상기 합성가스에 일산화탄소의 1차일산화탄소 전환율 0%이상 내지 40%미만이며, 상기 1차일산화탄소전환율은 상기 1차온도를 유지할 수 있다.

[0067]
$$1\text{차일산화탄소 전환율} = \left(1 - \frac{\text{고온촉매층 통과 후 CO 농도}}{\text{합성가스중 CO 농도}}\right) \times 100$$

[0068] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 배가스를 직접 개질한 합성가스를 이용하는 고농도 합성가스용 다단 열교환 일체형 수성가스 전환반응장치 단면도이다.

[0069] 또한, 상기 냉각매체 배출구에 연통된 냉각매체 배출관(1021);은 상기 스팀 주입부(820);에 연결되며, 상기 스팀 주입부는 상기 합성가스 주입구와 연결되거나 별도로 상기 상부커버에 형성될 수 있다.

[0070] 상기 스팀 주입부는 상기 제1섹션의 측면으로 공급될 수 있다.

[0071] 도 3은 본 실시예에 따른 배가스를 직접 개질한 합성가스를 이용하는 고농도 합성가스용 다단 열교환 일체형 수성가스 전환반응장치 2섹션의 단면도이다.

[0072] 또한, 복수의 상기 방열판의 상부단(1041);은 상기 제2섹션의 중심축을 기준으로 소정거리(α) 이격되어 방사형으로 위치할 수 있다.

[0073] 또한, 복수의 상기 방열판의 상기 상부단과 하부단(1042);은 상기 제2섹션의 중심축의 길이방향(L)에서 소정각도(β)로 틀어져서 방사형으로 배치될 수 있다.

[0074] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 산업공정 배가스와 반탄화 배가스를 개질기 원료로 활용하는 건식 자열 개질장치와 연계된 고농도 합성가스용 다단 열교환 일체형 수성가스 전환반응장치 시스템 구성도이다.

[0075] 또한, 탄소성분을 포함하는 연료의 연소 과정을 통해 생성되는 제1배가스(Flue gas); 메탄; 상기 배가스와 상기 메탄이 공급되어 건식 자열 개질(Dry autothermal reforming)을 통해 상기 합성가스(Syngas)를 생산하며, 상기 배가스내 이산화탄소의 농도는 10vol% 이상 내지 25vol% 이하인 저농도 이산화탄소를 전처리 없이 직접 활용한, 공정 배가스를 연계한 이산화탄소 무포집형 개질기에서 생산된 상기 합성가스를 공급받을 수 있다.

[0076] 또한, 상기 제1배가스를 제1배관(110)을 통해 배출하는 플랜트(100); 상기 제1배관과 연통되어 상기 제1배가스를 반탄화 열원으로 활용하는 반탄화장치(200); 상기 반탄화장치에서 제조되는 반탄화연료를 이용하여 제2배가스를 생성하는 버너(300); 상기 반탄화장치에서 열원으로 활용 후 제2배관(120)을 통해 공급되어 상기 제1배가스내 황산화물을 제거하기 위한 SOx제거유닛(400); 및 상기 SOx제거유닛에서 제3배관(130)을 통해 공급되는 상기 제1배가스를 포함하는 원료로 상기 합성가스를 생성하는 개질기(500);를 포함하고, 상기 개질기는 상기 제1배가스에 포함된 이산화탄소 및 산소와 추가로 공급되는 상기 메탄이 반응하여 상기 합성가스를 생성하는 건식 자열개질(Dry Autothermal Reforming) 반응기이며, 상기 고농도 합성가스용 다단 열교환 일체형 수성가스 전환반응장치를 포함하는 이산화탄소 무포집형 수성가스 생산 시스템일 수 있다.

[0077] 이산화탄소와 메탄의 건식 자열 개질(DAR)은 배가스 내 저농도 이산화탄소 및 산소를 활용하여 산업공정의 연소배가스와 바이오메탄의 생산처의 연계를 통해 연소배가스에 포함된 이산화탄소와 산소 메탄을 Dry Autothermal Reforming(DAR) 반응을 통해 합성가스의 생산이 가능하다.

[0078] 상기 바이오가스에서 분리한 메탄을 활용하기 위해 실증사이트에 바이오메탄 공급라인 확보되어 있으며, 소량의 산소는 메탄과 산소의 발열 반응을 유도하며, 발생한 열을 이산화탄소와 메탄의 개질 반응에 직접적으로 전달하여 강한 흡열 반응 형태에 대해 추가적인 열 에너지 전환 혹은 전달 과정을 거치지 않고 에너지 최적화된 공정 개발을 통한 합성가스의 생산이 가능하다.

[0079] 배가스 내 산소를 활용하여 자열개질을 통해 개질 반응 촉매의 비활성 문제인 탄소 침적을 일부 억제할 수 있다. 또한, 촉매 비활성화 문제는 이산화탄소 재생 공정 도입을 통한 해결이 가능하다.

[0080] 본원 발명의 시스템은 배기가스 내 저농도 이산화탄소를 활용하여 별도의 이산화탄소 포집공정이 필요하지 않는다.

[0081] 재생에너지인 바이오가스 중 메탄을 분리 활용하여 바이오메탄 공급라인을 확보된 사이트에서 구현하는 시스템이다.

[0082] 또한, 상기 제2배가스는 제4배관(310)을 통해 상기 개질기의 강한 흡열 반응의 반응열원으로 공급할 수 있다.

[0083] 또한, 상기 개질기의 상기 반응열원으로 사용된 상기 제2배가스는 제5배관(510)을 통해 공급되어 수분을 제거하는 응축기(600);으로 공급될 수 있다.

[0084] 또한, 상기 제5배관에는 3way밸브(800b)가 설치될 수 있으며, 상기 3way밸브를 통해 개질기에서 반탄화장치로 공급되어 반탄화열원으로 사용되는 제2배가스의 일부가 선택적으로 응축기로 공급될 수 있다.

[0085] 또한, 상기 응축기에서 상기 수분이 제거된 상기 제2배가스는 제6배관(610)을 통해 상기 개질기의 원료로 이산화탄소를 공급할 수 있는 버퍼탱크(700)로 공급될 수 있다.

[0086] 또한, 상기 개질기는 상기 합성가스 생성 과정 중 코크스를 추가로 생성할 수 있다.

[0087] 또한, 상기 반탄화장치의 반탄화온도는 250℃ 내지 350℃이며, 상기 개질기의 반응온도는 800℃ 내지 950℃일 수 있다.

[0088] 발전소 배가스 조성 (30 Nm^3/h)이고, 이산화탄소 10vol%, N2 85vol%, O2 5vol%일 수 있으며, 바이오메탄은 3 Nm^3/h로 시스템에 공급될 수 있다.

[0089] 발전소 배가스 내 황화물에 의한 피독 및 오염물질에 의한 촉매 비활성화로 인하여 이산화탄소 직접활용이 어려울 수 있다.

[0090] 따라서, 기존에는 이산화탄소 분리/정제 후 활용하는 방법을 사용할 수 있다.

[0091] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 컨베이어벨트부를 나타낸 것이고, 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 컨베이버벨트부의 돌출부를 나타낸 것이고, 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 스크래퍼를 나타낸 것이다.

[0092] 산업공정 배가스와 바이오가스를 개질기 원료로 활용하는 반탄화 시스템은 피건조물이 투입되는 투입부(210); 상기 투입부 하단에 위치하며, 상기 피건조물의 건조 및 반탄화를 위한 반탄화열원이 배출되는 복수의 관통공(212);을 포함하는 컨베이어벨트(220);와 상기 컨베이어벨트를 구동하는 구동롤러(214);를 포함하는 컨베이어벨트부(220); 상기 컨베이어벨트의 타면 하단의 위치하여 상기 관통공을 통해 배출되는 반탄화열원을 공급하기 위한 반탄화열원부(240);를 포함하며, 상기 컨베이어벨트의 일면은 돌출부(213);를 포함하고, 상기 돌출부는 상기 일측면에 복수로 형성되어 있으며, 상기 돌출부에는 상기 복수의 관통공이 추가로 형성된 것을 포함하는 산업공정 배가스와 바이오가스를 개질기 원료로 활용하는 반탄화 시스템을 제공한다.

[0093] 상기 피건조물은 초본계 & 목본계 바이오매스, 유기성 폐자원 중 어느 하나 이상일 수 있다.

[0094] 또한, 상기 돌출부는 상기 컨테이너벨트부에 진행방향에 따라 일부가 경사진 형태를 이루며, 상기 경사진 형태에 의해 투입되는 피건조물이 분산될 수 있다.

[0095] 또한, 상기 돌출부 중심으로 전후좌우는 돌출되지 않는 수평 형태를 갖을 수 있다.

[0096] 또한, 상기 돌출부는 전면, 후면, 상면 및 측면에 상기 관통공이 형성될 수 있다.

[0097] 또한, 상기 돌출부는 단면이 직각삼각형 형태로 상기 직각삼각형의 빗변의 경사도는 45도 이상일 수 있다.

[0098] 상기 빗변은 중간부가 안쪽으로 휘어진 라운드형태를 가질 수 있다.

[0099] 상기 돌출부의 상기 빗변의 표면에는 상기 피건조물의 흐름을 제어하기 위하여 돌출된 선형돌기가 형성될 수 있다.

[0100] 상기 선형돌기의 선두께는 일정하지 않을 수 있다.

[0101] 또한, 상기 관통공의 단면적은 상기 컨베이어벨트 면적의 2% 내지 10%일 수 있다.

[0102] 상기 관통공의 단면적이 상기 면적 범위를 벗어나면 피건조물의 건조 및 반탄화가 효과적으로 진행되지 않을 수 있다.

[0103] 상기 관통공의 직경은 1㎜ 내지 50㎜일 수 있으며, 바람직하게는 5㎜ 내지 40㎜일 수 있으며, 더욱 바람직하게는 10㎜ 내지 30㎜일 수 있다. 상기 관통공의 직경을 벗어나면 피건조물의 건조 및 반탄화가 효과적으로 진행되지 않을 수 있다.

[0104] 또한, 상기 시스템 일측에 피건조물의 건조 및 반탄화를 위한 반탄화열원의 온도 조절을 위한 온도조절수단, 피건조물의 수분함량을 측정하기 위한 수분함량측정수단을 포함하여, 상기 온도조절수단 및 수분함량측정수단과 연결되는 제어부를 포함하고, 상기 제어부를 통해 시스템의 운전시간 조정이 가능할 수 있다.

[0105] 또한, 상기 시스템은 피건조물에 위치 변화를 위하여 지속적 또는 단속적으로 상기 컨베이어벨트에 진동을 가하는 진동부(230);를 추가로 포함할 수 있다.

[0106] 상기 진동부는 상기 컨베이어벨트의 일면 하부에 접촉하여 승강하는 승강롤러일 수 있다.

[0107] 상기 승강롤러는 지속적 또는 단속적으로 승하강하면서 상기 컨베이어벨트를 진동시킬 수 있다.

[0108] 상기 진동부는 상기 구동롤러 사이에 상기 컨베이어벨트의 일면 하부에 접촉하여 상기 구동롤러 보다 돌출된 반구형 돌기일 수 있다.

[0109] 또한, 상기 컨베이어벨트의 일면 상부에 형성되어 일단이 상기 피건조물에 접하면서 상기 컨베이어벨트에 균일하게 펴주는 탄성이 있는 스크레퍼(240);를 추가로 포함할 수 있다.

[0110] 상기 스크레퍼는 탄성이 있는 갈고리 형태로 상기 컨베이어벨트의 일면 상부 폭과 대응되게 형성될 수 있다.

[0111] 상기 스크레퍼는 길이방향으로 다수의 제1갈고리가 돌출형성되고 상기 제1갈고리의 후단에 이격되어 일체로 수

평형성되어 상기 제1갈고리보다 길이가 짧은 제2갈고리가 형성될 수 있다.

[0112] 상기 제2갈고리의 후단에 이격되어 일체로 수평형성되어 평탄화 되지 못한 상기 피건조물을 평탄화시키는 갈고리솔이 형성될 수 있다.

[0113] 상기 제1갈고리는 상기 제2갈고리 및 상기 갈고리솔보다는 탄성이 낮은 재질일 수 있다. 상기 갈고리솔은 상기 제1갈고리 및 상기 제2갈고리보다 탄성이 높은 재질일 수 있다. 상기 제1갈고리 및 상기 제2갈고리는 금속 또는 탄성과 경도가 있는 플라스틱 재질일 수 있다.

[0114] 상기 제1갈고리 및 상기 제2갈고리는 끝단이 주걱형상으로 상기 컨베이어벨트의 상기 일면과 접촉하지 않고 상기 피건조물을 접촉하면서 평탄화시킬 수 있다.

[0115] 상기 갈고리솔은 탄성이 높은 플라스틱 재질일 수 있다.

[0116] 상기 갈고리솔은 끝단이 원추형으로 상기 컨베이어벨트의 상기 일면을 접촉하면서 상기 피건조물을 평탄화시킬 수 있다.

[0117] 또한, 상기 반탄화열원은 산업 공정 플랜트에서 배출되며, 상기 컨베이어벨트에 공급되는 온도가 250℃내지 400℃이고, 조성은 이산화탄소 8vol% 내지 15vol%, 산소 3vol% 내지 8vol% 이며, 나머지 성분은 질소를 포함하는 배가스성분으로 구성될 수 있다.

[0118] 상기 기타 배가스는 질소를 주성분으로 기타 3vol% 미만의 일 수 있다. 상기 질소를 제외한 기타 배가스는 일산화탄소, 탄화수소, 질소산화물, 황산화물, 아르곤 중 어느 하나 이상일 수 있다.

[0119] 상기 질소를 제외한 기타 배가스는 수증기를 포함할 수 있다.

[0120] 이러한 배가스를 열원으로 피건조물을 고형연료를 만드는 것은 공정연계를 통한 배가스를 추가활용을 통한 유용한 화합물을 생성할 수 있다.

[0121] 발전소 배가스 내 황화물에 의한 피독 및 오염물질에 의한 촉매 비활성화로 인하여 CO2 직접활용이 어려움. 따라서, 기존에는 CO2 분리/정제 후 활용하는 방법을 사용하였다..

[0122] 본 특허의 경우 배가스에서 배출되는 이산화탄소를 바이오메탄과 배가스에 포함되어 있는 산소와 반응하는 건식자열개질(Dry Authothermal Reforming, DAR) 반응을 이용함으로써 건식개질의 흡열 반응에 대비 반응온도 유지성이 높으며 coke 형성을 억제할 수 있음. 또한, 배가스 배출 후단에서 황화물 제거 후 개질 반응을 이용하기 때문에 황화물에 의한 피독 현상 제어가 가능하다.

[0123] 상기 반탄화열원을 과열증기일 수 있다. 상기 과열증기는 재열증기일 수 있다. 상기 과열증기의 온도는 350℃내지 500℃일 수 있다.

[0124] 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명인 컨베이어를 이용한 건조 및 반탄화 시스템에 있어서, 상기 피건조물이 투입되는 투입단계; 투입된 상기 피건조물의 건조 및 반탄화를 위한 상기 반탄화열원이 상기 관통공을 통해 배출되는 열원공급단계; 투입된 상기 피건조물에 진동 및/또는 평탄화를 진행하는 전처리단계; 상기 돌출부를 포함하는 상기 컨베이어벨트에서 공급되는 상기 반탄화열원을 통해 상기 피건조물이 건조 및 반탄화되는 반탄화단계;를 포함하는 고형연료 제조방법이 제공될 수 있다.

[0125] 또한, 상기 반탄화열원부는 상기 컨베이어벨트의 상부롤러면과 하부롤러면 사이에 위치하거나, 상기 컨베이어벨트 하단에 위치하여 직접적으로 열원을 공급할 수 있거나, 외부에 위치하여 별도의 열원을 이동시키기 위한 관을 통해 간접적으로 열을 공급할 수 있다.

[0126] 또한, 상기 스크래퍼는 상기 컨베이어벨트부와 소정의 이격거리를 갖을 수 있으며, 상기 이격거리는 건조대상이 상기 컨베이어벨트 위에 위치할때의 크기보다 적을 수 있다.

[0127] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 개질기에서 반탄화 장치로 공급되는 열원의 일부가 선택적으로 응축기로 공급되는 산업공정 배가스와 반탄화 배가스를 개질기 원료로 활용하는 저탄소 반탄화 시스템 구성도이다.

[0128] 상기 열교환기에서 공급받은 물은 응축기에서 제거되고 남은 이산화탄소는 버퍼탱크를 거쳐 개질기의 원료로 이용될 수 있다.

[0129] 또한, 상기 제3배관에는 버퍼탱크에서 개질기이 열원으로 이용하기 위한 이산화탄소를 공급하기 위해 3way밸브(800a)가 설치될 수 있다.

[0130] 또한, 반탄화를 통해 발생되는 휘발성물질(Volatile Material, VM)은 버너의 원료 및/또는 연료로 이용될 수 있다.

[0131] 이상에서 대표적인 실시예를 통하여 본 발명에 대하여 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다.

[0132] 그러므로 본 발명의 권리범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위 뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

[0133] 100: 플랜트

110: 제1배관

120: 제2배관

130: 제3배관

200: 반탄화장치

210: 투입부

220: 컨베이어벨트부

211: 켄베이어벨트

212: 관통공

213: 돌출부

214: 구동롤러

230: 스크레퍼

240: 반탄화열원부

250: 진동부

300: 버너

310: 제4배관

400: SOx제거유닛

500: 개질기

600: 응축기

610: 제6배관

700: 버퍼탱크

800a, 800b: 3way밸브

800: 상부커버

810: 합성가스 주입부

820: 스팀 주입부

900: 1차섹션

910: 제1지지플레이트

920: 고온촉매층

1000: 2차섹션

1010: 냉각매체 주입구

1020: 냉각매체 배출구

1030: 냉각코일

1040: 방열판

1100: 3차섹션

1110: 제2지지플레이트

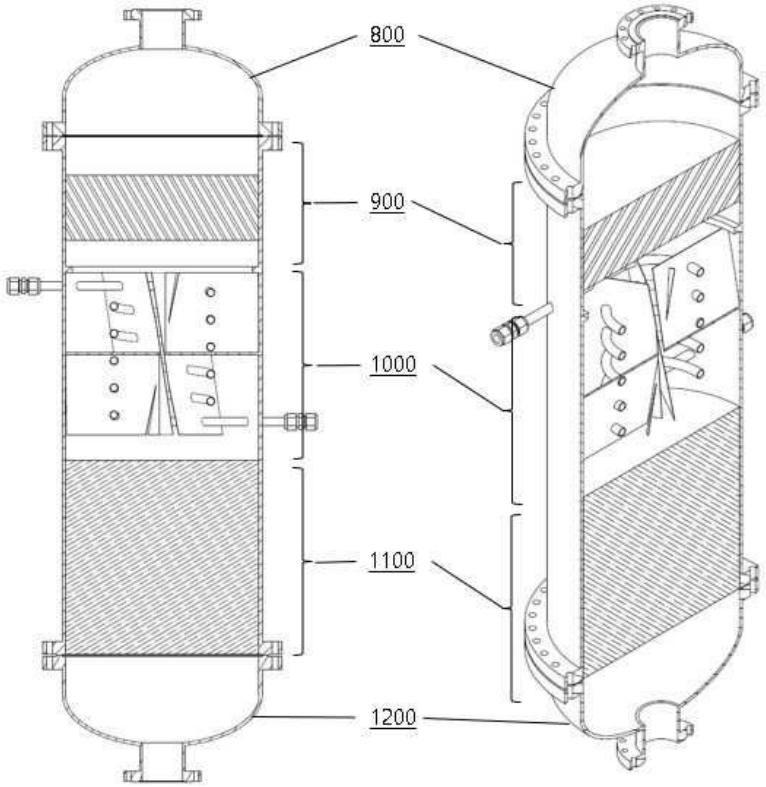
1120: 저온촉매층

1200: 하부커버

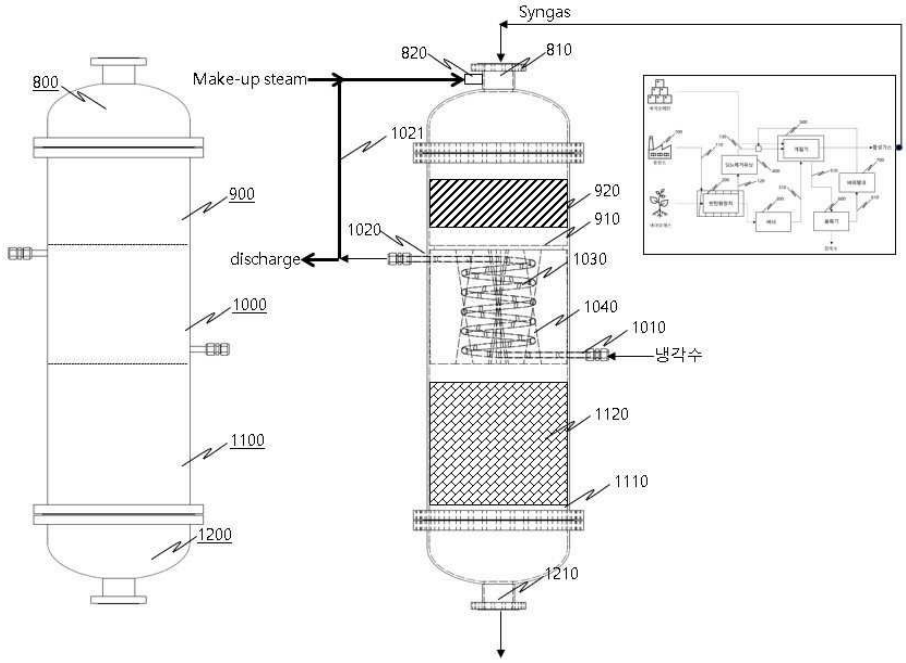
1210: 반응가스 배출구

도면

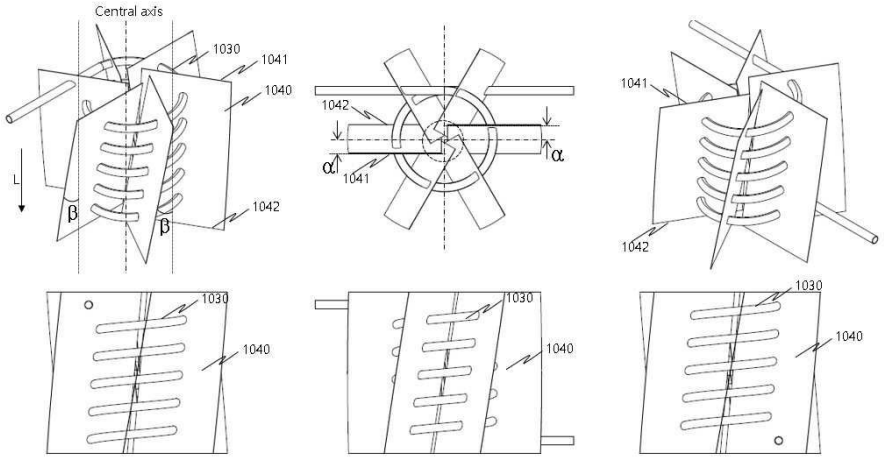
도면1



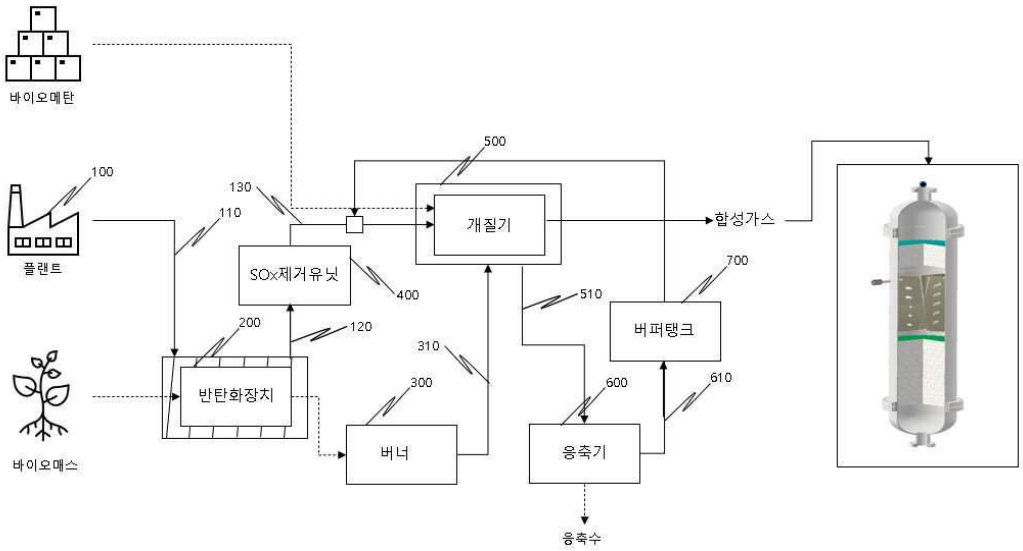
도면2


Syngas
820
810
800
Make-up steam
1021
900
920
910
1020
discharge
1030
1040
1010
냉각수
1000
1120
1100
1110
1200
1210

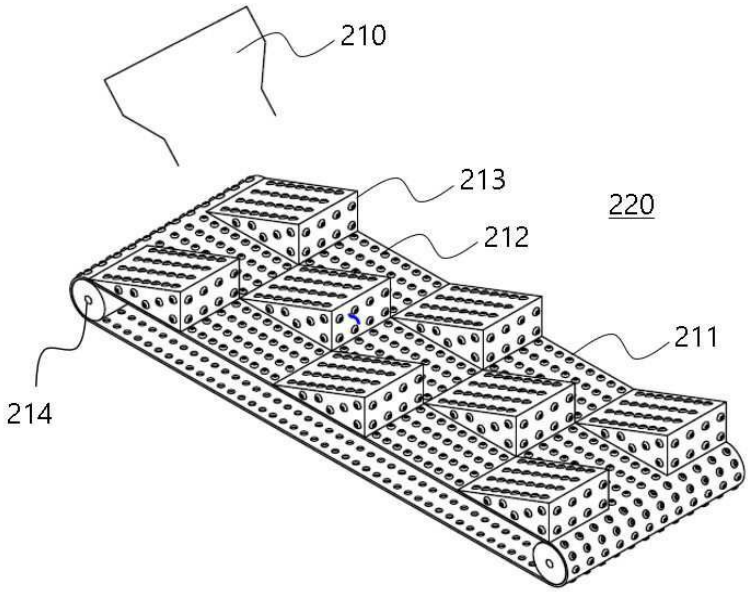
도면3


Central axis
1030
1041
1040
L
β
β
1042
1042
α
α
1041
1041
1042
1030
1040
1030
1040
1030
1040

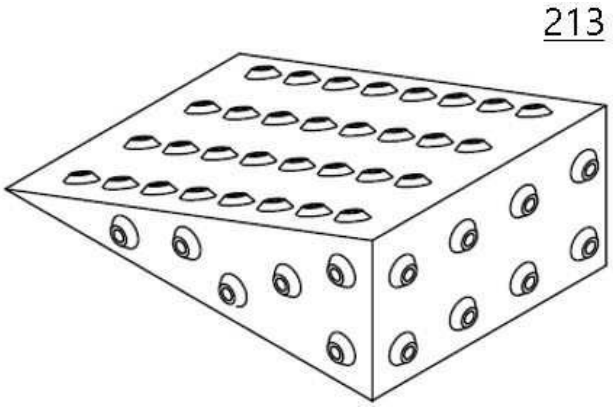
도면4


바이오메탄
100
플랜트
110
130
500
개질기
합성가스
SOx제거유닛
400
700
510
버퍼탱크
200
120
310
300
600
610
반탄화장치
버너
응축기
바이오매스
응축수

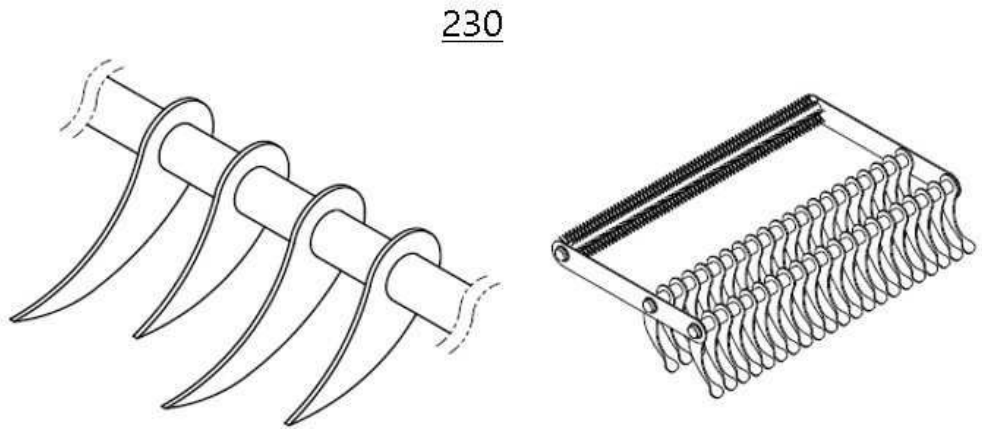
도면5


210
213
220
212
211
214

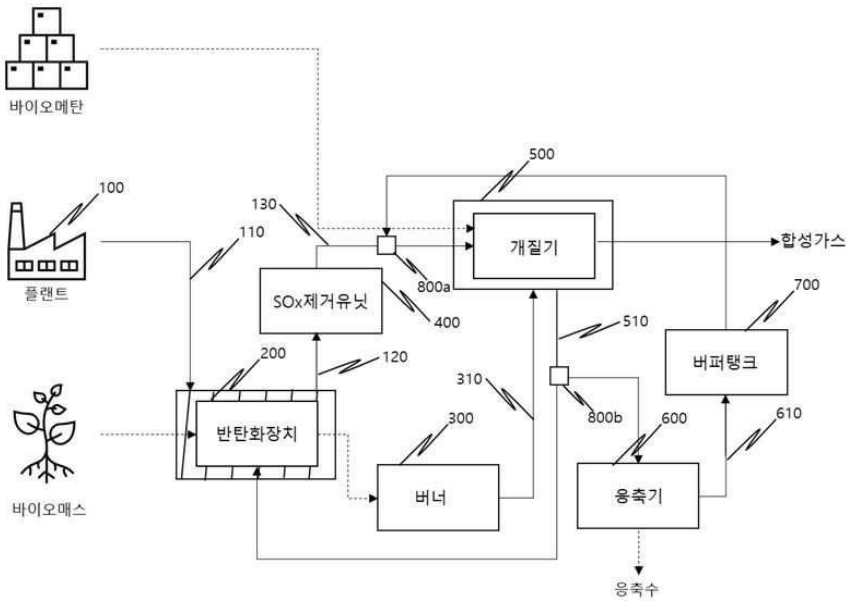
도면6


213

도면7



도면8



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

합성가스가 주입되는 상부커버(800);

상기 합성가스가 1차 WGS(Water gas shift)반응이 일어나는 1차섹션(900);

상기 1차반응물의 온도를 조절하는 2차섹션(1000);

상기 온도가 조절된 상기 1차반응물이 2차 WGS반응이 진행되어 반응가스가 생성되는 3차섹션(1100); 및

상기 반응가스가 배출되는 하부커버(1200);을 포함하며,

상기 상부커버의 상부에 형성된 합성가스 주입부(810);

상기 상부커버의 상부에 형성된 스팀 주입부(820); 및

상기 상부커버의 하부와 연결되는 상기 제1섹션은

상기 제1섹션의 하부에 형성된 제1지지플레이트(910); 및

상기 제1지지플레이트에 적층 형성되는 고온촉매층(920);을 포함하고,

상기 제2섹션의 일측면에 형성된 냉각매체 주입구(1010);

상기 제2섹션의 타측면에 형성된 상기 냉각매체 배출구(1020);

상기 냉각매체 주입구부터 상기 냉각매체 배출구를 연결시키는 냉각코일(1030); 및

상기 냉각코일이 복수 회 관통하는 복수의 방열판(1040);을 포함하는 다단 고정층 열교환기 일체형 수성가스 반응기.

【변경후】

합성가스가 주입되는 상부커버(800);

상기 합성가스가 1차 WGS(Water gas shift)반응이 일어나는 1차섹션(900);

1차반응물의 온도를 조절하는 2차섹션(1000);

상기 온도가 조절된 상기 1차반응물이 2차 WGS반응이 진행되어 반응가스가 생성되는 3차섹션(1100); 및

상기 반응가스가 배출되는 하부커버(1200);을 포함하며,

상기 상부커버의 상부에 형성된 합성가스 주입부(810);

상기 상부커버의 상부에 형성된 스팀 주입부(820); 및

상기 상부커버의 하부와 연결되는 상기 제1섹션은

상기 제1섹션의 하부에 형성된 제1지지플레이트(910); 및

상기 제1지지플레이트에 적층 형성되는 고온촉매층(920);을 포함하고,

상기 제2섹션의 일측면에 형성된 냉각매체 주입구(1010);

상기 제2섹션의 타측면에 형성된 상기 냉각매체 배출구(1020);

상기 냉각매체 주입구부터 상기 냉각매체 배출구를 연결시키는 냉각코일(1030); 및

상기 냉각코일이 복수 회 관통하는 복수의 방열판(1040);을 포함하는 다단 고정층 열교환기 일체형 수성가스 반응기.