(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2014 년 6 월 26 일 (26.06.2014)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2014/098524 A1

(51) 국제특허분류:
C10J 3/48 (2006.01) *F02C 6/00* (2006.01)
F02C 3/28 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2013/011963

(22) 국제출원일: 2013 년 12 월 20 일 (20.12.2013)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2012-0149325 2012 년 12 월 20 일 (20.12.2012) KR

(71) 출원인: **에스케이이노베이션 주식회사 (SK INNOVATION CO., LTD.)** [KR/KR]; 110-110 서울시 종로구 종로 26(서린동, SK 빌딩), Seoul (KR). **에스케이에너지 주식회사 (SK ENERGY CO., LTD.)** [KR/KR]; 110-110 서울시 종로구 종로 26(서린동, SK 빌딩), Seoul (KR).

(72) 발명자: **김용전 (KIM, Yong, Jeon)**; 305-759 대전시 유성구 하기동 송림마을아파트 509 동 804 호, Daejeon (KR). **이춘원 (LEE, Chun Won)**; 110-430 서울시 종로구 서린동 99, Seoul (KR). **김규태 (KIM, Gyoo Tae)**; 305-762 대전시 유성구 전민동 엑스포아파트 503 동 1301 호, Daejeon (KR). **박종성 (PARK, Jong Sung)**; 305-728 대전시 유성구 전민동 세종아파트 111 동 204 호, Daejeon (KR). **이동훈 (LEE, Dong Hun)**; 446-795 경기도 용인시 기흥구 중동 호수마을 상록롯데캐슬아파트 1005 동 1703 호, Gyeonggi-do (KR). **신재욱 (SHIN, Jae Wook)**; 120-110 서울시 서대문구 연희동 45-24 연희현대빌라 나동 202 호, Seoul (KR).

(74) 대리인: **청운특허법인 (LEE & PARK)**; 137-872 서울시 서초구 반포대로 112, 6 층(서초동, 장생빌딩), Seoul (KR).

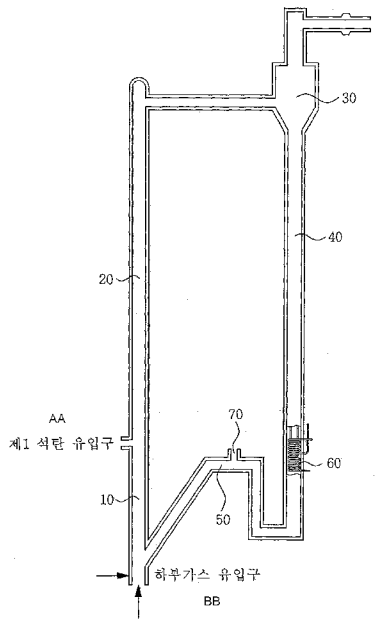
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[다음 쪽 계속]

(54) **Title**: CIRCULATING FLUIDIZED BED GASIFIER HAVING HEAT EXCHANGER

(54) **발명의 명칭** : 열 교환기가 구비된 순환 유동층 가스화기

Fig.1



AA ... First coal inlet
BB ... Lower gas inflow unit

(57) **Abstract**: According to one specific embodiment of the present invention, disclosed is a circulating fluidized bed gasifier which is capable of increasing a combustion region and providing an improved carbon conversion rate with a heat exchanger inside a downcomer of the circulating fluidized bed gasifier.

(57) **요약서**: 본 발명의 구체예에 따르면, 순환 유동층 가스화기의 다운커머(downcomer) 내부에 열 교환기를 구비함으로써 연소 영역의 증대 및 탄소전환율 향상 효과를 제공할 수 있는 순환 유동층 가스화기가 개시된다.

WO 2014/098524 A1

(84) **지정국** (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 열 교환기가 구비된 순환 유동층 가스화기

기술분야

[1] [관련출원의 상호참조]

[2] 본 출원은 2012년 12월 20일 출원된 한국특허 출원번호 제10-2012-0149325호를 우선권 주장하고 있으며, 상기 특허 문헌의 내용은 참조를 위해 본 발명에 모두 포함된다.

[3] 본 발명은 열 교환기가 구비된 순환 유동층 가스화기에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 순환 유동층 가스화기의 다운커머(downcomer) 내부에 열 교환기를 구비함으로써 연소 영역의 증대 및 탄소전환율 향상 효과를 제공할 수 있는 순환 유동층 가스화기에 관한 것이다.

배경기술

[4] 석탄 가스화 복합발전(IGCC: Integrated Gasification Combined Cycle)이란 석탄을 가스화한 후 이를 이용하여 복합발전소를 운전하는 발전기술을 말한다. 즉, 석탄을 고온, 고압 아래에서 수소와 일산화탄소를 주성분으로 한 합성가스로 전환한 뒤 합성가스 중에 포함된 분진과 황 화합물 등 유해물질을 제거하고 천연가스와 유사한 수준으로 정제하여 전기를 생산하는 친환경 발전 기술을 의미한다. 석탄 가스화 복합 발전은 석탄으로부터 합성가스를 생성하는 가스화 공정, 합성가스에 포함된 입자 및 황 화합물 등을 제거하여 청정한 합성가스를 만드는 정제공정 및 가스 터빈과 스팀 터빈으로 구성된 복합발전 공정 등으로 나누어진다.

[5] 상기 석탄 가스화 복합 발전방식은 기존의 미분탄 발전방식에 비해 발전효율의 증대로 인한 20% 내외의 이산화탄소 저감 효과를 얻을 수 있는 것으로 알려져 있다. 또한, 대기오염물질인 황산화물(SO_x)를 95% 이상, 질소산화물(NO_x)의 발생량을 70% 이상 감소시킬 수 있는 장점을 갖는다.

[6] 상술한 석탄 가스화 복합 발전기술은 수소와 일산화탄소가 주성분인 합성가스를 생산하는데, 필요에 따라 수소를 분리, 정제하여 비료 등의 공업원료와 발전효율이 60% 이상까지 이르는 가스화 복합 연료전지(IGFC: Integrated Gasification Fuel Cell)의 원료가스로도 사용될 수 있다. 또한, 석탄 가스화 복합 기술을 이용하여 석탄 내 환경오염의 주성분인 황 성분을 유용한 상품으로서 판매할 수 있는 순수 유황으로 회수할 수 있는 장점을 갖는다.

[7] 일반적으로, 석탄가스를 생성하는 가스화기는 고정층 가스화기, 유동층 가스화기, 분류층 가스화기로 분류된다. 이중 유동층 가스화기는 가스화기 내부로 공급되는 석탄이 산화제와 유동화 상태에서 반응하여 합성 가스를 생성하는 구조로 이루어진다. 이때, 유동층 가스화기 내에서는 석탄과 가스가 균일하게 혼합되므로 열 전달 및 물질 전달이 고정층 가스화기에 비하여 빠른

속도로 일어나므로 대용량화가 가능하다.

[8] 이처럼, 통상의 유동층 가스화기는 반응성이 좋은 저급탄 처리에 강점을 가지고 있으나, 반응성이 상대적으로 낮은 고급탄을 사용할 경우에는 탄소 전환율이 낮아 시스템 효율이 낮아지는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[9] 본 발명의 구체예에 따라 제공되는 가스화기는 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하고자 한다.

[10] 본 발명의 일 측면에 따르면, 다운커머의 내부에 열 교환기를 구비하여 가스화기 내 연소 영역의 온도를 용이하게 제어할 수 있고, 그 결과 저급탄 뿐만 아니라 고급탄까지 다양한 원료를 활용할 수 있는 순환 유동층 가스화기를 제공하고자 한다.

[11] 또한, 본 발명의 다른 측면에 따르면, 전술한 장점을 구현하면서도 기존 설비를 최대한 활용할 수 있도록 하여 상용화에 유리한 순환 유동층 가스화기를 제공하고자 한다.

과제 해결 수단

[12] 본 발명의 일 구체예에 따른 순환 유동층 가스화기는,

[13] 하부 가스 유입부;

[14] 상기 하부가스 유입부에 연결되고, 상기 하부 가스 유입부를 통하여 적어도 하나의 가스화제, 그리고 다운커머(downcomer)로부터 리사이클 고체 혼합물이 도입되도록 구성된 연소영역(combustion zone);

[15] 상기 연소영역과 연결되고, (i) 상기 적어도 하나의 가스화제, (ii) 상기 리사이클 고체 혼합물, 및 (iii) 상기 연소영역 내에서 생성되는, 상기 적어도 하나의 가스화제와 상기 리사이클 고체 혼합물 간의 연소 반응 생성물을 수용하도록 구성되며, 제1 석탄 유입구를 통한 탄소질 원료의 공급 하에서 기상의 가스화 반응 생성물 및 고체 입자를 배출하는 라이저(riser);

[16] 상기 라이저에 연결되고, 상기 기상의 가스화 반응 생성물로부터 고체 입자를 분리하는 사이클론(cyclone);

[17] 상기 사이클론과 연결되고, 상기 사이클론을 통하여 분리된 고체 입자를 포집하도록 구성된 다운커머;

[18] 상기 다운커머의 하부에 연결되고, 다운커머에 의하여 포집된 고체 입자를 포함하는 리사이클 고체 혼합물을 연소영역으로 공급하는 루프-실 (loop-seal);

[19] 을 포함하며,

[20] 여기서, 상기 다운커머 내에 열교환기(heat exchanger)를 구비한다.

[21] 본 발명의 일 구체예에 따르면, 선택적으로 상기 루프-실에 제2 석탄 유입구를 더 포함할 수 있다. 이때, 제1 및 제2 석탄 유입구에 투입되는 탄소질 원료로서 저급탄 및 고급탄을 모두 사용할 수 있다.

[22] 본 발명의 일 구체예에 따르면, 석탄 연소가 주로 일어나는 순환 유동층 가스화기 내 연소영역이 석탄 원료의 회재 융점 온도를 초과하는 조건 하에 있을 경우, 가스화기 내부에 응집체 등의 고체 덩어리가 형성될 수 있으므로, 열 교환기는 연소영역의 온도가 석탄의 회재 융점 이하로 유지되도록, 리사이클되는 고체 입자(리사이클 고체 혼합물)의 온도를 제어할 수 있다. 또한, 열 교환에 의하여 생성된 스팀(steam)을 이용하여 스팀 터빈을 가동할 수 있다.

[23] 본 발명의 일 구체예에 있어서, 상기 열 교환기는 다운커머 내부의 하측 영역에 위치하며, 냉각수 입구, 이코노마이저, 및 스팀(냉각수) 출구를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[24] 본 발명의 구체예에서 제공되는 가스화기는 연소영역으로 리사이클되는 고체 성분(재/차르(ash/char) 및 선택적으로 석탄 입자를 함유)의 온도를 감소시켜, 고체 리사이클 량이 낮더라도 연소가 주로 일어나 가스화 반응에 필요한 열을 공급하는 연소 영역의 온도 제어에 유리하며, 핫 스팟(hotspot)의 발생을 억제할 수 있다.

[25] 또한, 종래의 가스화기의 경우, 고급탄을 사용하면 탄소전환율이 감소하는 문제점이 있었으나, 본 발명의 일 구체예에 따르면, 연소 영역을 증대시켜 탄소전환율을 높일 수 있는 장점을 갖는다.

[26] 이외에도, 본 발명의 구체예에서 제공되는 순환 유동식 가스화기는 기존의 설비 구성을 그대로 유지하면서 다운커머 내부에 열 교환기를 구비하기 때문에 상용화에 유리한 장점을 갖는다.

도면의 간단한 설명

[27] 도 1은 본 발명의 일 구체예에 의한 가스화기를 나타낸 도면이고; 그리고

[28] 도 2는 본 발명의 일 구체예에 의한 가스화기의 구성 중 다운커머 내부의 하측 영역에 배치되는 열 교환기의 구성을 개략적으로 도시하는 도면이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[29] 본 발명은 첨부된 도면을 참고로 하여 하기의 설명에 의하여 모두 달성될 수 있다. 하기의 설명은 본 발명의 바람직한 구체예를 기술하는 것으로 이해되어야 하며, 본 발명이 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[30] 도 1은 본 발명의 일 구체예에 따른 가스화기를 개략적으로 도시한다. 상기 도면에 따르면, 가스화기는 하부가스 유입구, 연소영역(10), 상기 연소영역(10)의 상측에 위치하며, 제1 석탄 유입구(주된(main) 석탄 유입구)가 구비된 라이저(20), 사이클론(30), 다운커머(40), 루프-실(50), 열교환기(60), 및 제2 석탄 유입구(70)를 포함한다.

[31] 이때, 적어도 하나의 가스화제(예를 들면, 스팀, 이산화탄소 및/또는 공기/산소)는 하부가스 유입부(구체적으로, 단일 또는 복수의 유입구)를 통하여 연소영역(10)으로 도입된다. 이때, 연료, 황 등을 흡착하기 위한 흡착제를 연소영역에 선택적으로 배치할 수 있다. 상기 가스화제(예를 들면, 스팀,

이산화탄소 및/또는 공기/산소), 흡착제(선택적), 및 다운커머(40)로부터 이송되는 리사이클 고체 혼합물(탄소를 함유함)은 상기 연소영역(10)에서 함께 혼합되고, 연소 반응이 일어난다. 상기 연소 반응으로부터 생성되는 열 에너지는 라이저(20)에서 석탄의 열분해 및 가스화 반응이 이루어질 수 있도록 에너지를 제공한다.

[32] 도시된 구체예에 따르면, 적어도 하나의 가스화제, 리사이클 고체 혼합물, 및 상기 연소영역(10) 내에서 생성되는, 적어도 하나의 가스화제(특히, 산소/공기)와 리사이클 고체 혼합물 간의 연소 반응 생성물은 연소영역(10)에 연결된 라이저(20)로 이동하며(하측에서 상측으로), 이와 함께 제1 석탄 유입구(예를 들면, 연소영역(10)의 상측에 위치하는 라이저(20)의 하부 영역에 형성될 수 있음)로부터 도입되는 탄소질 원료(석탄)가 가스화된다.

[33] 제1 석탄 유입구를 통하여 도입되는 탄소질 원료는 연소영역(10)으로부터 라이저(20)로 유입되는 연소 반응 생성물로부터 열을 전달받아 탄소질 원료의 열분해 반응 및 가스화 반응이 일어난다. 특히, 라이저(20)에서 가스화 반응의 대부분이 일어나며, 그 결과 라이저(20)로부터 기상의 가스화 반응 생성물 및 고체의 혼합물이 배출된다.

[34] 이후, 기상의 가스화 반응 생성물 및 고체의 혼합물은 라이저(20) 상부에 연결된 사이클론(30)으로 이송되고, 이로부터 기상의 가스화 반응 생성물이 고체와 분리된다. 즉, 사이클론(30)의 상측으로 가스화 반응 생성물이 배출되는 한편, 사이클론(30)과 연결된 다운커머(40)가 사이클론(30)의 하측으로 분리된 고체를 수용(포획)한다. 여기서, 다운커머(40)는 루프-실(50)을 경유하여 고체 입자(리사이클 고체 혼합물)를 연소영역(10)으로 리사이클하도록 구성된다.

[35] 상기 구체예에서 주목할 점은, 다운커머(40)의 내부, 특히 이의 하측(또는 하측 영역)에 열 교환기(60)가 설치되어 리사이클되는 고체(즉, 재/차르를 함유하는 고체 또는 고체 혼합물)의 온도를 감소시킨다는 것이다. 상기 냉각된 고체 입자는 루프-실(50)을 통하여 연소영역(10)으로 리사이클된다.

[36] 예시적 구체예에 따르면, 도 1에 도시된 바와 같이 루프-실(50)에 제2 석탄 유입구(70)가 형성될 수 있다. 보다 구체적으로, 루프-실(50)의 수평관 영역에 제2 석탄 유입구(70)가 선택적으로 형성될 수 있는 바, 이를 통하여 도입된 탄소질 원료(전형적으로, 석탄)는 다운커머(40)로부터 리사이클되는 고체와 함께 루프-실(50), 연소영역(10) 및 라이저(20) 순으로 이동하면서 추가적인 열분해 반응, 연소, 및 가스화 반응이 일어날 수 있다. 이와 같이 루프-실(50)을 통하여 탄소질 원료(석탄)가 추가적으로 공급되는 경우, 산소가 공급되지 않기 때문에 열분해 반응이 일어날 수 있다. 즉, 제2 석탄 유입구(70)로 공급된 탄소질 원료(석탄)는 루프-실(50)을 통과하면서 석탄 내 휘발 성분의 열 분해(크래킹)가 진행되며, 연소영역(10)으로 이동함에 따라 석탄은 휘발 성분 및 수분이 제거된 차르(char)로 전환될 수 있다. 이때, 루프-실(50)을 이동하면서 열 분해 가스 역시 리사이클 고체를 따라 연소영역(10) 및 라이저(20)로 이동함으로써(이때, 열 분해

가스가 다운커머(40) 영역으로 이동하지는 않음), 열 분해 가스의 체류시간이 극대화되어 열분해 시 발생된 타르 및 중질 탄화수소 역시 분해될 수 있다.

[37] 일 구체예에 따른 순환 유동층 가스화기 내 반응 조건은 연료의 타입, 성상 등에 따라 변화 가능하나, 전형적으로는 내부 온도가 700 내지 1100 ℃(보다 구체적으로 약 900 내지 1100 ℃)의 회재 융점 이하의 온도 조건, 그리고 약 1 내지 50 bar(구체적으로, 약 5 내지 40 bar)의 압력 조건 하에서 운전될 수 있다. 이때, 가스화기 내 다운커머(40)로부터 배출되는 재(ash)는 냉각되고, 이의 적어도 일부가 재 배출구(도시되지 않음)를 통하여 가스화기로부터 배출될 수도 있다. 순환 유동층 가스화기 내 다른 조건, 예를 들면 스팀/탄소 몰 비율, CO2 /탄소 몰 비율, 연소영역(10)에서 리사이클 고체 혼합물을 연소시켜 가스화에 필요한 열을 제공하기 위한 가스화제 내 산소(또는 공기)의 주입량 등은 투입되는 원료의 성상 및 량에 따라 적절히 변경할 수 있다.

[38] 일 구체예에 따라 제공되는 가스화기는 비교적 낮은 온도 조건 및 높은 수준의 리사이클을 구현할 수 있기 때문에, 저급 석탄(low rank coal)에서 고급탄(high rank coal)까지 다양한 원료를 사용할 수 있다.

[39] 일반적으로 저급탄의 경우, 고정탄소 함량이 낮고 다량의 수분, 재 및 산소를 함유하는 석탄으로서, 전형적으로 갈탄(lignite), 아역청탄(sub-bituminous coal) 등을 예시할 수 있다. 특히, 수분 및 휘발분이 상대적으로 많고, 회재 함량이 높아 발열량이 낮은 특성을 갖는다. 반면, 고급탄의 경우, 고정탄소 함량이 높고, 수분 및 휘발분의 함량이 낮기 때문에 발열량이 높은 석탄을 의미할 수 있다. 대표적으로, 역청탄(bituminous coal) 및 무연탄을 들 수 있다. 또한, 예시적 구체예에 따르면, Petcoke, 바이오매스 등의 다양한 고상의 탄소질 원료도 사용 가능하며, 이의 혼합물 형태로 사용될 수 있다.

[40] 하기 표 1에 고급탄인 역청탄 및 저급탄인 갈탄의 예시적인 조성을 나타내었다. 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

[41] 표 1

[Table 1]

성상	역청탄	갈탄
수분(%)	13.0	36.9
재(%)	10.7	10.4
휘발 성분(%)	37.0	24.9
고정 탄소(%)	39.3	27.8
발열량(kJ/kg)	33700	26700

[42] 예시적 구체예에 따르면, 하부 가스 유입부를 통하여 도입되는 적어도 하나의 가스화제(스팀, 이산화탄소, 및/또는 공기/산소)는 연소영역(10)으로 이송되는 바, 상기 가스화제는 연소영역(10)으로 도입되는 고체 입자(리사이클 고체 혼합물)와 혼합된다. 다만, 상기 도입되는 가스화제 내에 산화제로서 산소/공기를 포함할 수 있는 바, 이때 연소영역(10)으로 도입되는 고체는 산화제에 의하여 연소되어 가스화 반응에 요구되는 열을 제공할 수 있다.

[43] 상기 고체가 가스화제와 잘 혼합되었는지 여부는 연소영역(10)의 온도로부터 확인할 수 있다. 예를 들면, 충분한 량의 고체가 연소영역으로 도입되는 경우, 연소영역(10)의 온도는 가스화기 내부의 다른 영역에서의 온도와 거의 동일하다. 만약, 연소영역(10)으로 도입되는 고체의 량이 충분하지 않으면, 가스화기에 비활성 고체를 첨가함으로써 라이저(20) 내부의 고체 량을 증가시킬 수 있다.

[44] 예시적 구체예에 있어서, 가스화기로 공급되는 산소/공기는 연소영역(10)에서 모두 소비될 수 있기 때문에, 제1 석탄 유입구를 통하여 도입되는 탄소질(구체적으로, 석탄) 원료는 공급 가스 중의 산소와 접촉하지 않을 수 있다. 대부분의 경우, 탄소질 원료는 이산화탄소 또는 질소, 리사이클되는 기상생성물(recycled syngas)에 의하여 가스화기로 공급될 수 있다. 이때, 탄소질 원료가 산소와 접촉하지 않기 때문에 국부적인 핫 스팟(hot spot)의 발생을 억제할 수 있다. 다만, 경우에 따라서는 탄소질 원료를 공기와 함께 운반할 수도 있다.

[45] 상기 연소영역(10)에 연결된 라이저(20)의 하부에서는 탄소질 원료의 입자가 빠른 속도로 가열되므로 물 및 휘발 성분이 배출되고, 공급 연료의 열 소모가 상당량 야기될 수 있다. 또한, 휘발 성분의 열 분해(크래킹) 및 가스화 반응 대부분이 라이저(20)에서 이루어진다.

[46] 라이저(20)로부터 배출된 기상의 가스화 반응 생성물 및 고체는 사이클론(30)으로 도입된다. 사이클론(30)은 원심력(centrifugal force)을 이용하여 유체(가스) 내에 존재하는 입자를 분리하는 장치로서, 적어도 고체를 함유하는 가스를 도입하기 위한 접선(tangential) 유입구 및 감소된 고상물을 함유하는 가스 배출구 및 수집된 고체의 배출구를 구비한다. 예시적 구체예에 따르면, 사이클론(30)은 실린더 부 및 상기 실린더 부와 연결된 콘 형상의 부위를 포함하며, 다운커머(40)의 상단부가 사이클론(30)의 콘 형상 부위의 좁은 단부와 연결되도록 구성될 수 있다. 상기 다운커머(40)의 입구는 사이클론(30)의 고체 배출구와 연결되며, 파이프 형상을 가질 수 있다. 또한, 상기 다운커머(40)의 하부는 후술하는 루프-실(50)의 일부를 구성하게 된다.

[47] 전술한 바와 같이, 사이클론(30)에서 고체가 분리되며, 상기 분리된 고체는 다운커머(40)에 의하여 포집된다. 상기 다운커머(40)에 의하여 포집된 고체 입자(또는 고체 혼합물)는 다운커머(40)와 연소영역(10)을 연결하는 비기계적 밸브, 구체적으로는 루프-실(loop-seal; 50)을 이용하여 연소영역(10)으로 리사이클된다. 상기 루프-실(50)은 유동화된 고체 입자에 의하여 수두(static head)를 형성시킴으로써(즉, 고체가 원활히 흐를 수 있는 상태에 있도록 함으로써) 고체 입자가 다운커머(40)로부터 연소영역(10)으로 이송되도록 한다.

[48] 예시적 구체예에 따르면, 고압(루프-실 구조 내 압력보다 높은 압력)의 유동화 가스를 루프-실(50)에 구비된 포트(구체적으로, 복수의 포트)를 통하여 공급한다. 상기 루프-실(50)에서는 공급된 고압의 유동화 가스가 루프-실(50) 내 고체 입자를 유동 상태로 유지시켜 내부 차압에 의한 유동 흐름이 발생함으로써

연소영역(10)으로 고체 입자가 이송될 수 있다. 이때, 유동화 가스로서 질소, 이산화탄소, 스팀, 가스화기로부터 생성된 합성가스, 이의 혼합물 등을 사용할 수 있다.

[49] 예시적인 구체예에 따르면, 다운커머(40)의 내부, 구체적으로는 다운커머(40) 내부의 하측(또는 하측 영역)에 열 교환기(60)가 구비된다. 구체적으로, "다운커머 내부의 하측"은 루프-실(50)의 시작 지점의 상부에 위치하는 다운커머(40) 하측 영역을 의미할 수 있다.

[50] 다운커머(40) 내부의 하측 영역에 위치한 열 교환기(60)에 의하여 연소영역(10)으로 이송되는 리사이클되는 고체(회재/차르 함유 고체)의 온도가 감소하게 된다. 이와 같이 열 교환을 거친 고체 입자는 연소영역(10)으로 비교적 많은 량의 산소를 주입하더라도 고체 입자들의 온도가 현저히 상승하지 않기 때문에 핫 스팟(hot spot)의 형성 가능성이 낮아진다. 이는 보다 많은 량의 산소를 주입할 수 있음을 의미하며, 연소 영역의 증대 및 탄소전환율의 향상 효과를 제공할 수 있다.

[51] 또한, 일반적으로 유동층 가스화기에 있어서, 반응성이 뛰어난 저급탄과 달리, 고급탄의 경우에는 반응성이 낮기 때문에 동일한 산소 주입 조건에서도 상대적으로 고급탄의 탄소전환율이 감소한다. 그러나, 본 구체예에서와 같이 다운커머(40) 내부의 하측에 열 교환기(60)를 설치할 경우, 전술한 바와 같이, 많은 량의 산소를 주입할 수 있기 때문에, 반응성이 낮은 고급탄의 연소 영역이 증대될 수 있다. 따라서, 고급탄의 연소가 활발히 이루어짐에 따라 탄소전환율이 증가하게 된다.

[52] 도 2는 본 발명의 일 구체예에 의한 가스화기의 구성 중 다운커머 내부의 하측 영역에 배치되는 열 교환기의 구성을 개략적으로 도시하는 도면이다.

[53] 상기 도면에 따르면, 열 교환기(60)의 경우, 다운커머(40) 내부에 파이프가 구비되어 있는 형태로서, 공급되는 물 또는 저압의 스팀이 파이프를 통과하면서 다운커머(40)로부터 연소영역(10)으로 리사이클되는 고체 입자가 보유하는 열 에너지에 의하여 유입되는 물 또는 저압의 스팀이 고압의 스팀으로 전환되도록 구성된다. 구체적으로, 열 교환기(60)는 냉각수 입구(61)를 통하여 냉각수 또는 저압의 스팀이 공급되고, 이코노마이저(62)를 거쳐 냉각수 출구(63)에서 스팀(고압의 스팀)으로 배출된다. 이때, 리사이클되는 고체 입자는 열 교환기(60)를 통과함에 따라 냉각된 상태에서 루프-실(50)을 경유하여 연소영역(10)으로 이송되는 한편, 열 교환기(60)로부터 생성된 고압의 스팀은 후속적으로 터빈을 구동하는 용도 등으로 활용될 수 있다.

[54] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 모두 본 발명의 영역에 속하는 것으로 본 발명의 구체적인 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의하여 명확해질 것이다.

[55] [부호의 설명]

[56] 10: 연소영역

[57] 20: 라이저

[58] 30: 사이클론

[59] 40: 다운커머

[60] 50: 루프-실

[61] 60: 열 교환기

[62] 61: 냉각수 입구

[63] 62: 이코노마이저

[64] 63: 냉각수 출구

[65] 70: 제2 석탄유입구

청구범위

[청구항 1] 하부 가스 유입부;
상기 하부가스 유입부에 연결되고, 상기 하부 가스 유입부를 통하여 적어도 하나의 가스화제, 그리고
다운커머(downcomer)로부터 리사이클 고체 혼합물이 도입되도록 구성된 연소영역(combustion zone);
상기 연소영역과 연결되고, (i) 상기 적어도 하나의 가스화제, (ii) 상기 리사이클 고체 혼합물, 및 (iii) 상기 연소영역 내에서 생성되는, 상기 적어도 하나의 가스화제와 상기 리사이클 고체 혼합물 간의 연소 반응 생성물을 수용하도록 구성되며, 제1 석탄 유입구를 통한 탄소질 원료의 공급 하에서 기상의 가스화 반응 생성물 및 고체 입자를 배출하는 라이저(riser);
상기 라이저에 연결되고, 상기 기상의 가스화 반응 생성물로부터 고체 입자를 분리하는 사이클론(cyclone);
상기 사이클론과 연결되고, 상기 사이클론을 통하여 분리된 고체 입자를 포집하도록 구성된 다운커머;
상기 다운커머의 하부에 연결되고, 다운커머에 의하여 포집된 고체 입자를 포함하는 리사이클 고체 혼합물을 연소영역으로 공급하는 루프-실 (loop-seal);
을 포함하며,
여기서, 상기 다운커머 내에 열교환기(heat exchanger)를 구비되는 순환 유동층 가스화기.

[청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 연소영역의 상측에 위치하는 라이저의 하부 영역에 제1 석탄 유입구가 형성된 것을 특징으로 하는 순환 유동층 가스화기.

[청구항 3] 제2항에 있어서, 상기 루프-실에 탄소질 원료를 도입하기 위한 제2 석탄 유입구를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 순환 유동층 가스화기.

[청구항 4] 제3항에 있어서, 상기 제1 및 제2 석탄 유입구에 투입되는 탄소질 원료는 저급탄, 고급탄, Petcoke, 바이오매스 및 이의 혼합물로부터 선택되는 탄소질 원료인 것을 특징으로 하는 순환 유동층 가스화기.

[청구항 5] 제1항에 있어서, 상기 열 교환기는 상기 연소영역의 온도가 석탄의 회재 융점 이하로 유지되도록, 상기 리사이클 고체 혼합물의 온도를 제어하는 것을 특징으로 하는 순환 유동층 가스화기.

[청구항 6] 제1항에 있어서, 상기 열 교환기는 다운커머 내부의 하측 영역에 위치하며, 냉각수 입구, 이코노마이저 및 냉각수 출구를 포함하는

것을 특징으로 하는 순환 유동층 가스화기.

[청구항 7] 제1항에 있어서, 상기 가스화기는 700 내지 1100 ℃의 온도 조건에서 운전되는 것을 특징으로 하는 순환 유동층 가스화기.

[청구항 8] 제7항에 있어서, 상기 가스화기는 1 내지 50 bar의 압력 조건에서 운전되는 것을 특징으로 하는 순환 유동층 가스화기.

[청구항 9] 제1항에 있어서, 상기 루프-실은 유동화 가스로서 질소, 이산화탄소, 스팀, 가스화기로부터 생성된 합성가스, 또는 이의 혼합물을 사용하는 것을 특징으로 하는 순환 유동층 가스화기.

[청구항 10] 제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 가스화제는 스팀, 공기/산소, 이산화탄소 또는 이의 혼합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 순환 유동층 가스화기.

[청구항 11] 제10항에 있어서, 상기 적어도 하나의 가스화제는 공기/산소를 포함하는 것을 특징으로 하는 순환 유동층 가스화기.

Fig.1

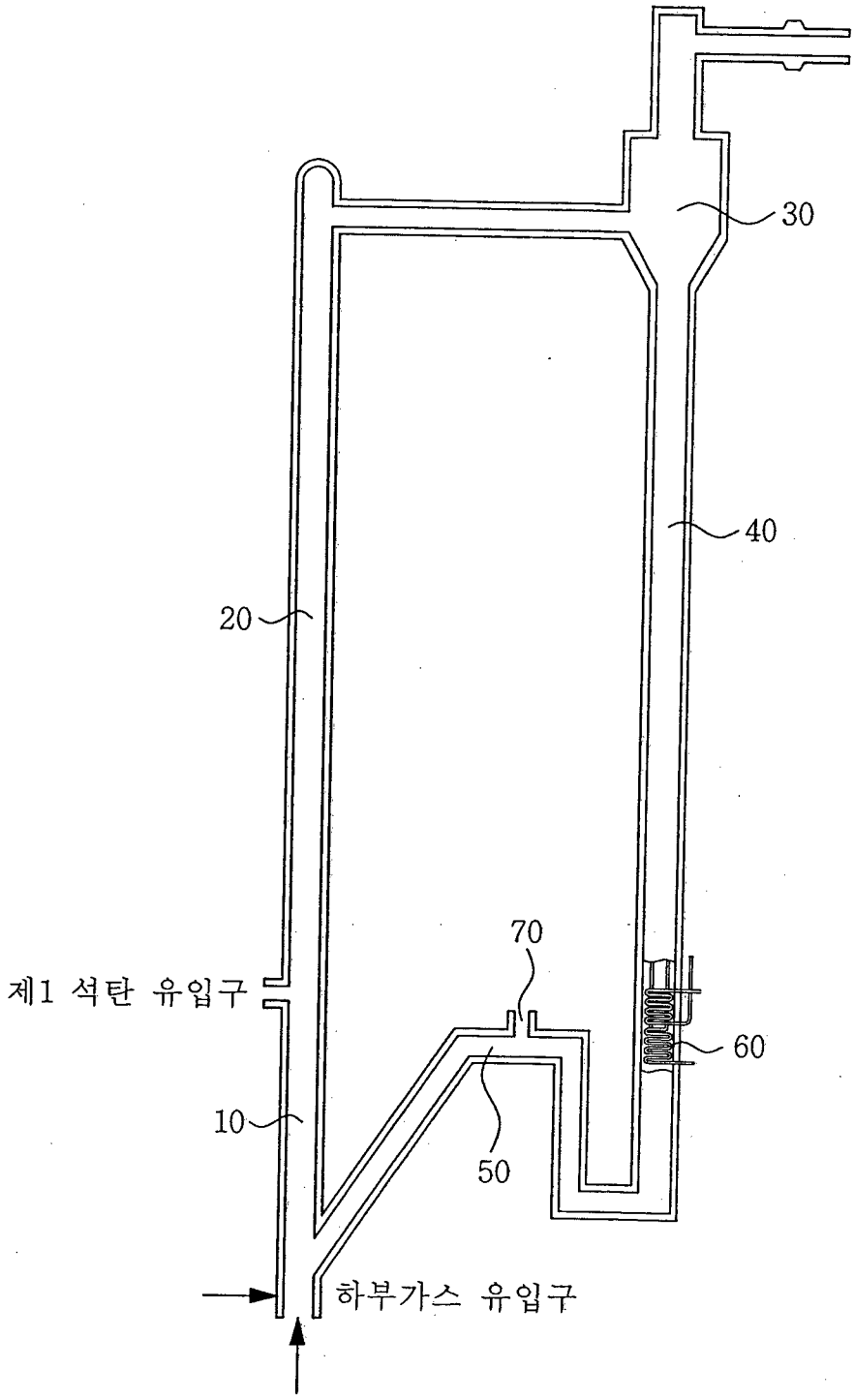
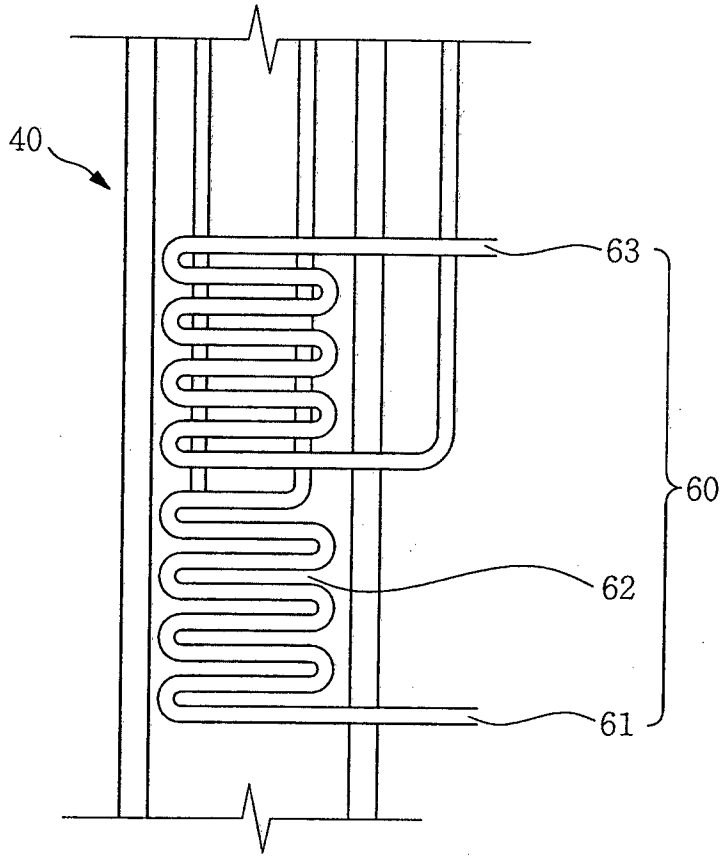


Fig.2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2013/011963

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C10J 3/48(2006.01)i, F02C 3/28(2006.01)i, F02C 6/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C10J 3/48; C10J 3/56; C10L 3/00; F27B 15/16; C10J 3/46; C10J 3/00; C21B 13/00; F02C 3/28; F02C 6/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: circulation flow, gas inflow unit, combustion unit, riser, cyclone, downcomer, loop-seal, heat exchanger

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2012-0106816 A (SOUTHERN COMPANY SERVICES, INC.) 26 September 2012 See paragraphs [0022]-[0023], [0027], [0030], [0031], [0034]; claim 16; figure 2.	1-11
Y	JP 09-210562 A (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) 12 August 1997 See paragraphs [0001], [0014]; figure 1.	1-11
A	KR 10-0460217 B1 (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 08 December 2004 See page 3, paragraphs 3-6; figure 1.	1-11
A	JP 4546862 B2 (METAWATER CO LTD) 22 September 2010 See paragraphs [0007], [0014]; figure 1.	1-11
A	JP 4930732 B2 (IHI CORPORATION) 16 May 2012 See paragraph [0014]; figure 2.	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
04 APRIL 2014 (04.04.2014)	**04 APRIL 2014 (04.04.2014)**

Name and mailing address of the ISA/KR
Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea
Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2013/011963

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2012-0106816 A	26/09/2012	CA 2785333 A1	14/07/2011
		EP 2516600 A2	31/10/2012
		US 2011-0146152 A1	23/06/2011
		WO 2011-084734 A2	14/07/2011
		WO 2011-084734 A3	15/12/2011
JP 09-210562A	12/08/1997	NONE	
KR 10-0460217 B1	08/12/2004	NONE	
JP 4546862 B2	22/09/2010	JP 2006-265454 A	05/10/2006
JP 4930732 B2	16/05/2012	JP 2011-042726 A	03/03/2011

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2013/011963

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C10J 3/48(2006.01)i, F02C 3/28(2006.01)i, F02C 6/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C10J 3/48; C10J 3/56; C10L 3/00; F27B 15/16; C10J 3/46; C10J 3/00; C21B 13/00; F02C 3/28; F02C 6/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 순환 유동, 가스 유입부, 연소부, 라이저, 사이크론, 다운커머, 루프실, 열교환기

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2012-0106816 A (서던 컴퍼니 서비시즈 인코포레이티드) 2012.09.26 단락 [0022]-[0023], [0027], [0030], [0031], [0034]; 청구항 16; 도면 2 참조.	1-11
Y	JP 09-210562 A (신일본제철주식회사) 1997.08.12 단락 [0001], [0014]; 도면 1 참조.	1-11
A	KR 10-0460217 B1 (한국과학기술원) 2004.12.08 페이지 3, 단락 3-6; 도면 1 참조.	1-11
A	JP 4546862 B2 (메타워타주식회사) 2010.09.22 단락 [0007], [0014]; 도면 1 참조.	1-11
A	JP 4930732 B2 (주식회사 IHI) 2012.05.16 단락 [0014]; 도면 2 참조.	1-11

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2014년 04월 04일 (04.04.2014)	2014년 04월 04일 (04.04.2014)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관
이동욱
전화번호 +82-42-481-8163

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2013/011963

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2012-0106816 A	2012/09/26	CA 2785333 A1	2011/07/14
		EP 2516600 A2	2012/10/31
		US 2011-0146152 A1	2011/06/23
		WO 2011-084734 A2	2011/07/14
		WO 2011-084734 A3	2011/12/15
JP 09-210562A	1997/08/12	없음	
KR 10-0460217 B1	2004/12/08	없음	
JP 4546862 B2	2010/09/22	JP 2006-265454 A	2006/10/05
JP 4930732 B2	2012/05/16	JP 2011-042726 A	2011/03/03