

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2019년 11월 14일 (14.11.2019) WIPO | PCT



(10) 국제공개번호

WO 2019/216701 A1

(51) 국제특허분류:

B01J 38/02 (2006.01)

B01J 8/24 (2006.01)

B01J 8/18 (2006.01)

C10G 11/18 (2006.01)

B01J 38/04 (2006.01)

B01J 38/10 (2006.01)

시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR). 한국화학연구원 (CENTER KOREA RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY) [KR/KR]; 34114 대전시 유성구 가정로 141, Daejeon (KR).

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2019/005644

(22) 국제출원일:

2019년 5월 10일 (10.05.2019)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2018-0053736 2018년 5월 10일 (10.05.2018) KR

10-2018-0086095 2018년 7월 24일 (24.07.2018) KR

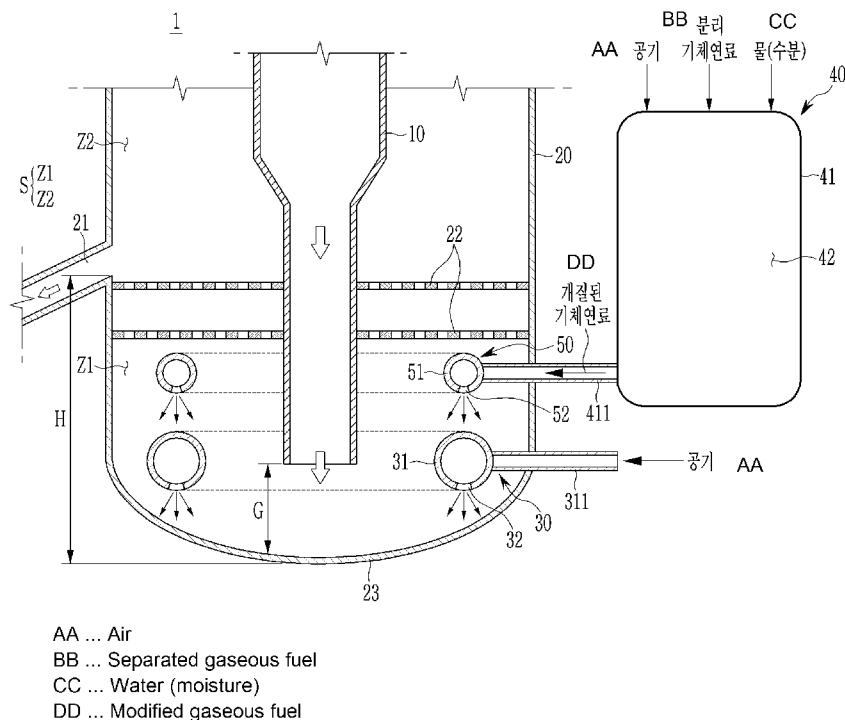
10-2018-0167508 2018년 12월 21일 (21.12.2018) KR

(71) 출원인: 한국기계연구원 (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS) [KR/KR]; 34103 대전

(72) 발명자: 조성권 (JO, Sungkwon); 34103 대전시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR). 최성일 (CHOI, Seongil); 34103 대전시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR). 조동현 (CHO, Donghyun); 34103 대전시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR). 이대훈 (LEE, Dae-hoon); 34103 대전시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR). 김관태 (KIM, Kwan-Tae); 34103 대전시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR). 송영훈 (SONG, Younghoon); 34103 대전시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR). 박용기 (PARK, Yong-Ki); 34103 대전시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR). 강나영 (KANG, Na Young); 34103 대전시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR).

(54) Title: CATALYST REGENERATOR

(54) 발명의 명칭: 촉매 재생기



(57) Abstract: A catalyst regenerator, according to one embodiment of the present invention, is a catalyst regenerator for regenerating a coked catalyst separated from a product generated from an endothermic catalytic reaction of a fluidized bed reactor, the catalyst regenerator comprising: a reaction chamber which has a regeneration space, receives a coked catalyst from a standpipe connected to the regeneration space, and discharges the regenerated catalyst via an outlet; a fuel supply part which is connected to the reaction chamber, and sprays, in the regeneration space, fuel for combustion; and an air supply part which is connected to the reaction chamber, and sprays, in the regeneration space, air for combustion, wherein the fuel sprayed from the fuel supply part is modified fuel containing hydrogen and carbon monoxide.

[다음 쪽 계속]

(74) 대리인: 팬코리아특허법인 (PANKOREA PATENT AND LAW FIRM); 06234 서울시 강남구 논현로85길 70 13F, 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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.

(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, ST, 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 제21조(3))
- 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

(57) 요약서: 본 발명의 실시예에 따른 촉매 재생기(CATALYST REGENERATOR)는, 유동층 반응기의 흡열 촉매 반응에서 생성된 생성물로부터 분리된 코킹된 촉매를 재생하는 촉매 재생기로서, 재생 공간을 구비하며, 상기 재생 공간에 연결된 스탠드 파이프에서 상기 코킹된 촉매를 공급받고 재생된 촉매를 출구로 배출하는 반응 챔버; 상기 반응 챔버에 연결되어, 연소를 위한 연료를 상기 재생 공간에 분사하는 연료 공급부; 및 상기 반응 챔버에 연결되어, 연소를 위한 공기를 상기 재생 공간에 분사하는 공기 공급부; 를 포함하며, 상기 연료 공급부에서 분사되는 상기 연료는 수소와 일산화탄소를 포함하는 개질된 연료이다.

명세서

발명의 명칭: 촉매 재생기

기술분야

- [1] 본 발명은 촉매 재생기에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 촉매 분해 시스템을 이용하는 유동층 반응기에서 코킹된 촉매 표면의 카본(carbon)을 제거하여 재생하고, 촉매의 온도를 상승시키는 촉매 재생기에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 석유 화학 공정에서 유동층 반응기는 촉매를 작은 입자(particle) 형태로 공급하고, 유동의 흐름 상태에서 반응시켜 다양한 화합물을 생산하는 공정에 널리 활용되고 있다. 유동층 반응기 내의 반응 특성에 따라 열을 회수하거나 보충할 필요가 있다. 보충할 필요가 있을 때, 연료를 연소시켜 유동층 반응기 내의 온도를 상승시킨다.
- [3] 대표적인 일례로써, 나프타에서 올레핀을 생산하는 공정이 있다. 이 공정에서 유동층 반응기는 파우더 형태의 촉매를 순환시켜 유동장을 형성하며, 특정 영역(예, 라이저)에서 촉매 반응을 유도한다. 유동층 반응기는 촉매 재생기를 포함하며, 촉매 재생기는 촉매 반응 후 촉매 표면에 생성된 카본을 제거하여 촉매를 재생하고, 촉매 반응에 필요한 열량을 보충한다.
- [4] 촉매 재생기에서 촉매 표면의 카본을 제거하고 촉매 반응에 부족한 열량을 보충하기 위하여, 추가로 연료를 공급한 후, 촉매 재생기 내에 공기를 공급하여 추가 연료를 연소시킴으로써 촉매 재생기 내의 촉매 온도가 상승된 후, 가열된 촉매가 라이저로 공급된다.
- [5] 그러나, 종래의 촉매 재생기는 촉매의 온도를 상승시킬 때, 연료의 낮은 분산성으로 인하여 온도 불균형을 유발하여 반응 챔버 내에서 핫스팟(hot spot)이 발생할 수 있다. 이로 인해, 촉매의 재생 성능이 저하되는 문제가 발생할 수 있다.
- [6] 또한, 반응 챔버 내에서 촉매가 밀집되어 있는 영역에서 연료가 충분히 연소되지 못하고, 촉매가 희박한 영역에서 연료가 연소되는 후연소(after-burning) 현상이 발생하는 문제가 발생할 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명의 일 측면은, 코킹된 촉매의 내부에 개질된 기체연료(즉 자열개질된 기체연료)를 공급할 수 있는 자열개질반응기를 구비하고, 기체연료의 버블(bubble) 크기를 최소로 유지하여, 촉매밀집영역(catalyst dense zone)에서 개질된 기체연료의 연소 및 열전달을 가속화 하는 촉매 재생기를 제공하고자 한다.
- [8] 본 발명의 다른 측면은, 발열량이 높은 액상의 연료를 고상의 카본과 가스 상태로 개질하여 반응 챔버로 공급하여 반응 챔버 내에서 촉매를 재생하고

촉매의 온도를 상승시키며, 이때, 반응 챔버 내의 온도 균형을 형성하는 액상 연료 개질부를 포함하는 촉매 재생기를 제공하고자 한다.

- [9] 본 발명의 또 다른 측면은, 코킹된 촉매를 재생하는 공정 중, 촉매 밀집 영역에서 연소를 안정시켜, 촉매 회박 영역에서 후연소(after-burning)를 방지하는 촉매 재생기를 제공하고자 한다.

과제 해결 수단

- [10] 본 발명의 실시예에 따른 촉매 재생기는, 유동층 반응기의 흡열 촉매 반응에서 생성된 생성물로부터 분리된 코킹된 촉매를 재생하는 촉매 재생기로서, 재생 공간을 구비하며, 상기 재생 공간에 연결된 스탠드 파이프에서 상기 코킹된 촉매를 공급받고 재생된 촉매를 출구로 배출하는 반응 챔버; 상기 반응 챔버에 연결되어, 연소를 위한 연료를 상기 재생 공간에 분사하는 연료 공급부; 및 상기 반응 챔버에 연결되어, 연소를 위한 공기를 상기 재생 공간에 분사하는 공기 공급부;를 포함하며, 상기 연료 공급부에서 분사되는 상기 연료는 수소와 일산화탄소를 포함하는 개질된 연료이다.
- [11] 상기 공기 공급부는 상기 공기를 공급받는 공기 분배링, 및 상기 공기 분배링에 형성되는 공기 분사구를 포함하고, 상기 연료 공급부는 상기 연료를 공급받고 상기 공기 분배링에 인접하게 배치되는 연료 분배링, 및 상기 연료 분배링에 형성되는 연료 분사구를 포함할 수 있다.
- [12] 상기 출구는 상기 반응 챔버의 바닥으로부터 설정된 높이에 설치되며, 상기 재생 공간은 상기 출구보다 낮은 높이에서 설정되는 촉매 밀집 영역, 및 상기 출구의 상측에서 설정되는 촉매 회박 영역을 포함할 수 있다.
- [13] 상기 연료 공급부는, 개질촉매가 내장된 개질용기가 구비되어, 상기 흡열 촉매 반응의 생성물에서 분리된 분리기체연료를 공급받아서 상기 개질촉매에서 자열개질반응시키는 자열개질반응기를 더 포함할 수 있다.
- [14] 상기 자열개질반응기는 공기와 물을 더 공급받을 수 있다.
- [15] 상기 자열개질반응기는 외부로부터 외부기체연료를 더 공급받을 수 있다.
- [16] 상기 자열개질반응기는 상기 개질용기에 파일럿 버너(pilot burner) 또는 점화기(igniter)를 구비할 수 있다.
- [17] 상기 자열개질반응기는 고온의 연소 생성물 가스를 공급하는 외부 연소기가 상기 개질용기에 연결될 수 있다.
- [18] 상기 자열개질반응기는 상기 개질용기에 구비되어 상기 분리기체연료와 상기 공기를 혼합하는 제1믹서, 상기 제1믹서의 하류 방향에 구비되어 상기 개질용기에 공급되는 물을 분사하는 물공급부, 및 상기 개질용기에 내장된 상기 개질촉매 및 상기 물공급부 사이에 구비되어 상기 분리기체연료와 상기 공기 및 상기 물을 혼합하는 제2믹서를 포함할 수 있다.
- [19] 상기 자열개질반응기는 상기 개질용기에 구비되어 상기 분리기체연료와 상기 공기를 혼합하는 믹서, 및 상기 개질용기에 내장된 상기 개질촉매 및 상기 믹서

- 사이에 구비되어 상기 개질용기에 공급되는 물을 분사하는 물공급부를 포함할 수 있다.
- [20] 상기 물공급부는 상기 개질용기의 내부에서 열을 교환하는 열교환부를 포함할 수 있다.
- [21] 상기 자열개질반응기는 상기 제상 공간에 설치될 수 있다.
- [22] 상기 반응 챔버는 상기 연료 분배링의 상측에 다공판(perforate plate)을 구비하며, 상기 다공판은 상기 촉매밀집영역에 단층 또는 복층으로 구비될 수 있다.
- [23] 상기 연료 공급부는, 상기 반응 챔버에 연결되어, 액상 연료의 부분산화로 수소, 일산화탄소 및 고상의 카본을 포함하는 개질가스를 생성하여 상기 제상 공간으로 공급하는 액상 연료 개질부; 를 포함할 수 있다.
- [24] 상기 액상 연료 개질부는, 상기 반응 챔버에 연결되는 하우징, 상기 하우징의 일측에서 공급되는 제1액상 연료와 제1공기로 제1헷가스 흐름을 형성하는 희박연소영역, 및 상기 희박연소영역의 내측에 설치되는 연료 공급관을 통하여 공급되는 제2액상 연료로 제2헷가스 흐름을 형성하는 농후연소영역을 포함할 수 있다.
- [25] 상기 농후연소영역에서, 상기 하우징의 내부에 스페이서를 개재하여 설치되는 내부관을 더 포함할 수 있다.
- [26] 상기 내부관의 외면과 상기 하우징의 내면은 서로의 사이에 상기 제1헷가스를 흐르게 하는 제1헷가스 흐름 통로를 설정하고, 상기 내부관의 내면은 상기 제2헷가스를 흐르게 하는 제2헷가스 흐름 통로를 설정할 수 있다.
- [27] 상기 하우징의 외부에 설치되는 외부관을 더 포함할 수 있다.
- [28] 상기 하우징의 외면과 상기 외부관의 내면은 서로의 사이에 제2공기를 흐르게 하는 제2공기 흐름 통로를 설정할 수 있다.
- [29] 상기 하우징은 상기 농후연소영역에서보다 상기 희박연소영역에서 확장 형성되는 확장부를 포함하고, 상기 확장부에 설치되어 제1액상 연료 및 제1공기에 의하여 플라즈마를 발생시키고 점화 연소하는 플라즈마 점화/연소부를 포함할 수 있다.
- [30] 상기 하우징은 상기 농후연소영역에 설치되어 고온노출 시간을 증대시키는 고온노출 증대부재를 포함할 수 있다.
- [31] 상기 고온노출 증대부재는 메탈폼, 메탈메쉬 또는 세라믹 모노리스(monolith) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [32] 상기 하우징은 외면에 설치되어 내부 온도를 높이는 가열부재를 포함할 수 있다.
- [33] 상기 액상 연료 개질부는 상기 반응 챔버의 하측에 복수로 배치될 수 있다.
- [34] 상기 촉매 밀집 영역에 배치되고, 상기 연료 공급부로부터 공급되는 연료와 상기 공기 공급부로부터 공급되는 공기를 예혼합(pre-mixing)하는 예혼합 영역이 구비된 예혼합 수단을 포함할 수 있다.

- [35] 상기 예혼합 수단은 상기 예혼합 영역에서 생성된 연소 반응물을 상기 촉매 밀집 영역에 분사하는 연소 반응물 노즐이고, 상기 연소 반응물 노즐은, 상기 공기 분사구와 연결되는 공기 노즐, 및 상기 연료 분사구와 연결되는 연료 노즐을 포함하며, 상기 공기 노즐 및 상기 연료 노즐은 상기 예혼합 영역의 입구 측에 연결될 수 있다.
- [36] 상기 연료 분사구와 상기 연료 노즐을 연결하는 연료 연결관은, 상기 공기 노즐에 연결되는 상기 연소 반응물 노즐의 외부에서 내부로 설치되어, 분사되는 공기 가운데에 상기 연료를 분사할 수 있다.
- [37] 상기 연료 배관은 상기 연료 노즐의 주위에 다공을 형성할 수 있다.
- [38] 상기 연소 반응물 노즐은 상기 예혼합 영역에 설치되는 점화장치를 더 포함할 수 있다.
- [39] 상기 공기 분배링과 상기 연료 분배링은 상기 반응 챔버의 내부에 각각 독립적으로 설치될 수 있다.

발명의 효과

- [40] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 자열개질반응기가 흡열 촉매 반응의 생성물 중에서 분리된 메탄을 주 성분으로 하는 분리기체연료를 공급받아서 개질용기에 내장된 개질촉매에서 자열개질반응하고, 기체연료 공급부가 자열개질반응기에서 공급되는 수소와 일산화탄소를 주 성분으로 개질된 기체연료를 재생공간의 촉매에 분사함으로써, 작은 입자(particle) 형태의 코킹된 촉매의 촉매밀집영역(catalyst dense zone) 내부에서도 안정적인 수소 및 일산화탄소의 연소를 통해 온도를 승온시킬 수 있다.
- [41] 또한, 일 실시예는 촉매 재생기의 내부에 다공판을 구비하여 개질된 기체연료의 버블(bubble) 크기를 최소로 유지할 수 있기 때문에, 촉매밀집영역(catalyst dense zone)에서 개질된 기체연료의 연소 및 열전달을 가속화 할 수 있다.
- [42] 또한, 일 실시예는 기체연료 중 하나인 메탄을 분리기체연료로 활용할 경우(대부분의 탄화수소(hydrocarbon) 연료(예, 납사, 프로판 등)의 유동층 반응기에서 부산물로 발생하는 메탄을 활용하여 개질된 기체연료), 코킹된 촉매를 재생하는 공정비용을 줄일 수 있다.
- [43] 본 발명의 다른 실시예는, 액상 연료 개질기를 구비함으로써, 액상 연료의 부분산화로 수소, 일산화탄소 및 고상의 카본을 포함하는 개질가스를 생성하여 개질가스를 반응 챔버의 재생공간에 공급하므로 코킹 촉매를 재생하고 촉매의 온도를 가열하는 반응 챔버 내의 온도 균형을 형성할 수 있다.
- [44] 따라서 반응 챔버 내에서 핫스팟(hot spot)의 발생이 방지되고, 촉매의 에이징(aging)이 방지된다. 즉 촉매의 성능이 유지될 수 있다.
- [45] 본 발명의 또 다른 실시예는, 예혼합 영역(pre-mixing zone)을 구성하여 연료와 공기를 포함하는 연소 반응물을 예혼합 및 반응하여 촉매 밀집 영역에 연소

반응물을 공급하므로 촉매 밀집 영역에서의 안정적인 연소를 구현하여, 촉매 회박 영역에서의 후연소(after-burning)를 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [46] 도 1은 본 발명의 제1실시예의 제1형태에 따른 촉매 재생기의 구성도이다.
- [47] 도 2는 본 발명의 제1실시예의 제2형태에 따른 촉매 재생기에 적용되는 자열개질반응기의 구성도이다.
- [48] 도 3은 본 발명의 제1실시예의 제3형태에 따른 촉매 재생기에 적용되는 자열개질반응기의 구성도이다.
- [49] 도 4는 도 3에 적용되는 자열개질반응기의 구동 순서도이다.
- [50] 도 5는 본 발명의 제1실시예의 제4형태에 따른 촉매 재생기에 적용되는 자열개질반응기의 구성도이다.
- [51] 도 6은 도 5에 적용되는 자열개질반응기의 구동 순서도이다.
- [52] 도 7은 본 발명의 제1실시예의 제5형태에 따른 촉매 재생기에 적용되는 자열개질반응기의 구성도이다.
- [53] 도 8은 본 발명의 제1실시예의 제6형태에 따른 촉매 재생기에 적용되는 자열개질반응기의 구성도이다.
- [54] 도 9는 본 발명의 제1실시예의 제7형태에 따른 촉매 재생기의 구성도이다.
- [55] 도 10은 본 발명의 제2실시예에 따른 촉매 재생기의 단면도이다.
- [56] 도 11은 도 10에 적용되는 액상 연료 개질부의 단면도이다.
- [57] 도 12는 도 11의 XI-XI 선을 따라 자른 단면도이다.
- [58] 도 13은 도 11의 액상 연료 개질부의 회박연소영역과 농후연소영역에 대한 당량비와 온도 관계를 도시한 그래프이다.
- [59] 도 14는 본 발명의 제2실시예의 제2형태에 적용되는 액상 연료 개질부의 단면도이다.
- [60] 도 15는 본 발명의 제2실시예의 제3형태에 적용되는 액상 연료 개질부의 단면도이다.
- [61] 도 16은 본 발명의 제2실시예의 제4형태에 적용되는 액상 연료 개질부의 단면도이다.
- [62] 도 17은 본 발명의 제2실시예의 제5형태에 따른 액상 연료 개질부를 포함하는 촉매 재생기의 단면도이다.
- [63] 도 18은 본 발명의 제2실시예의 제6형태에 적용되는 액상 연료 개질부의 단면도이다.
- [64] 도 19는 본 발명의 제3실시예의 촉매 재생기에 적용되는 연소 반응물 노즐의 구성도이다.
- [65] 도 20은 본 발명의 제3실시예의 제1형태에 따른 촉매 재생기의 구성도이다.
- [66] 도 21은 본 발명의 제3실시예의 제2형태에 따른 촉매 재생기의 구성도이다.
- [67] 도 22는 본 발명의 제3실시예의 제3형태에 따른 촉매 재생기의 구성도이다.

[68] 도 23은 본 발명의 제3실시예의 제4형태에 따른 촉매 재생기의 구성도이다.

[69] 도 24는 본 발명의 제3실시예의 제5형태에 따른 유동층 촉매 재생기에 적용되는 연소 반응물 노즐의 구성도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[70] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 따라서 여기에서 설명하는 실시예로 한정되는 것은 아니다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[71] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 “연결(접속, 접촉, 결합)”되어 있다고 할 때, 이는 “직접적으로 연결”되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 부재를 사이에 두고 “간접적으로 연결”되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 “포함”한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 구비할 수 있다는 것을 의미한다.

[72] 도시하지 않았으나, 촉매 분해 시스템을 이용하는 유동층 반응기는 라이저(미도시)에서 반응물과 촉매를 혼합하여, 반응물의 분해 반응을 일으킨 후, 코킹된 촉매와 생성물을 사이클론으로 분리하여, 코킹된 촉매를 촉매 재생기로 떨어뜨린다.

[73] 실시예로써, 납사를 반응물로 하여 올레핀을 생성하는 공정은 납사와 촉매를 혼합하여, 납사의 분해 반응을 일으킨 후, 코킹된 촉매와 생성된 올레핀을 사이클론(미도시)에서 분리하여, 코킹된 촉매를 촉매 재생기(도 1 참조)로 떨어뜨린다.

[74] 즉 납사는 스팀과 함께 라이저의 하부로 주입되어 고온의 촉매(재생 촉매 포함)와 만나면서 촉매 반응을 통하여 납사가 분해되기 시작한다. 납사는 라이저를 따라 상승하면서 계속 흡열 촉매 반응하여 분해된다.

[75] 납사의 분해 반응 후, 고체 카본 입자들로 덮여지는 촉매, 즉 코킹된 촉매와 분해 반응으로 생성된 올레핀은 사이클론으로 유입되어 서로 분리된다. 사이클론에서 분리되는 코킹된 촉매는 스탠드 파이프(10)(도 1 참조)를 타고 아래에 구비되는 실시예의 촉매 재생기 내부로 떨어진다.

[76] 유동층 반응기에서, 촉매 재생기는 크게 두 가지 역할을 수행한다. 첫 번째 역할은 유동층 반응기의 주 반응에서 발생하는 촉매 표면의 부산물을 고온의 환경에서 산화시킨다.

[77] 즉 촉매 재생기는 코킹된 촉매를 재생시킨다. 촉매 표면의 형성되는 부산물의 주요 성분은 카본 입자이며, 경우에 따라 제거되지 못한 탄화수소계 물질을 포함할 수도 있다.

[78] 두 번째 역할은 유동층 반응기의 주 반응이 흡열 반응인 경우, 촉매 재생기에서

촉매의 온도를 상승시켜 주 반응에서 필요한 열량을 미리 보충해 준다. 예를 들면, 주 반응이 납사 크래킹이나 프로판올 프로필렌으로 전환하는 탈수수화반응일 수 있다.

- [79] 이 경우, 주 반응은 모두 흡열반응이다. 따라서 촉매 재생기에서 추가로 필요한 열량을 보충하기 위하여, 연료를 연소하여, 열량을 보충할 필요가 있다.
- [80] 촉매 재생기는 첫 번째와 두 번째 역할을 동시에 수행하거나 하나의 역할만을 달성하기 위하여 사용될 수도 있다.
- [81] 촉매 재생기는 유동층 반응기에서 흡열 촉매 반응을 일으킨 후, 코킹된 촉매와 생성된 생성물을 분리하고, 코킹된 촉매의 온도를 상승시키거나 코킹된 촉매 표면의 부산물을 산화시키도록 구성될 수 있다.
- [82] 본 발명의 실시예에 따른 촉매 재생기는, 코킹된 촉매를 연소시켜서 코킹된 촉매의 온도를 상승시키거나 코킹된 촉매 표면의 부산물을 산화시키기 위해 연료와 공기를 공급할 수 있는데, 특히, 액체 연료나 기체 연료를 개질하여 수소와 일산화탄소를 포함하는 개질 연료를 코킹된 촉매에 공급할 수 있다. 이하 본 발명의 다양한 실시예와 각 실시예의 다양한 변형례를 설명한다.
- [83] 도 1은 본 발명의 제1실시예의 제1형태에 따른 촉매 재생기의 구성도이다. 도 1을 참조하면, 제1형태의 촉매 재생기(1)는 반응 챔버(20), 공기 공급부(30), 및 연료 공급부를 포함한다. 이 때, 연료 공급부는 자열개질반응기(auto-thermal reforming reactor)(40) 및 기체연료 공급부(50)를 포함할 수 있다.
- [84] 반응 챔버(20)는 촉매의 재생 공간(S)을 설정하고, 일측에 구비되는 출구(21)를 통하여, 온도가 상승되고, 재생된, 즉, 코킹된 촉매 표면의 부산물(카본 입자)이 제거된 촉매를 라이저(미도시)로 공급하도록 구성된다.
- [85] 출구(21)는 반응 챔버(20)를 라이저의 하방에 연결하여, 재생된 촉매를 라이저로 공급한다. 출구(21)는 용기(20)의 바닥으로부터 설정된 높이(H)에 설치된다.
- [86] 반응 챔버(20)는 기체연료 공급부(50)의 상측에 다공판(perforate plate)(22)을 구비할 수 있다. 이에 따라, 재생 공간(S)은 출구(21)보다 낮은 높이에서 설정되는 촉매 밀집 영역(Z1), 및 출구(21)의 상측에서 설정되는 촉매 희박 영역(Z2)을 포함한다.
- [87] 일례로써, 다공판(22)은 촉매 밀집 영역(Z1)에 단층 또는 복층으로 구비될 수 있다. 다공판(22)은 촉매 밀집 영역(Z1)에서 재생된 촉매를 촉매 희박 영역(Z2)으로 상향시키면서 재생된 촉매의 역류를 방지하면서 출구(21)로 연속적으로 공급될 수 있게 한다.
- [88] 다공판(22)은 반응 용기(20)의 내부에 설치되어 재생 공간(S)에 공기층(bubbling bed) 형태를 구성하여, 파우더(powder) 형태의 코킹된 촉매 내부에서 개질된 기체연료, 연소혼합물 및 반응생성물의 버블(bubble) 크기를 최소로 유지시킬 수 있게 한다.
- [89] 공기 공급부(30)는 재생 공간(S)으로 공급되는 코킹된 촉매의 연소를 가능하게

- 하고, 이 연소를 위한 공기를 재생 공간(S)으로 분사하도록 재생 공간(S)에 설치된다. 공기 공급부(30)는 재생 공간(S)의 코킹된 촉매에 공기를 분사한다.
- [90] 기체연료 공급부(50)는 재생 공간(S)의 코킹된 촉매에 연소를 위한 기체연료를 재생 공간(S)으로 공급하도록 재생 공간(S)에 설치된다. 기체연료 공급부(50)는 공기에 개질된 기체연료를 분사한다.
- [91] 따라서 공기 공급부(30) 및 기체연료 공급부(50)에서 분사되는 공기와 개질된 기체연료는 재생 공간(S) 내에서 연소되며, 코킹된 촉매의 카본 입자를 연소시켜 코킹된 촉매를 재생시킨다.
- [92] 일례를 들면, 공기 공급부(30)는 촉매 밀집 영역(Z1)에 설치되는 공기 분배링(31) 및 공기 분사구(32)를 포함한다. 공기 분배링(31)은 반응 챔버(20)의 내부에 원주방향을 따라 형성되어 원주방향으로 배치된다.
- [93] 공기 분사구(32)는 공기 분배링(31)에 형성되어, 촉매 밀집 영역(Z1)에서 하측을 향하여 구비되어 하측으로 공기를 분사한다. 공기 분사구(32)는 복수로 구비되고, 공기 분배링(31)의 원주방향을 따라 이격 배치되어, 반응 챔버(20) 내부의 원주방향에서 공기를 균일하게 분사 및 공급한다. 이에 따라, 촉매 밀집 영역(Z1)의 원주방향에서 균일한 화염 및 촉매의 균일한 재생을 가능하게 한다.
- [94] 기체연료 공급부(50)는 연료 분배링(51)과 연료 분사구(52)를 포함한다. 연료 분배링(51)은 촉매 밀집 영역(Z1)에서 공기 공급부(30)의 공기 분배링(31)에 인접하게, 예를 들어, 공기 분배링(31)의 상방 또는 하방에 설치될 수 있다. 도 1에는 예시적으로 공기 분배링(31)의 상방에 연료 분배링(51)이 설치된 형태를 도시하였다. 연료 분배링(51)은 공기 분배링(31)에 대응하여 원주방향을 따라 형성되어 원주방향으로 배치된다.
- [95] 연료 분사구(52)는 연료 분배링(51)에 복수로 구비되어, 촉매 밀집 영역(Z1)으로 개질된 기체연료를 하향 분사한다. 연료 분사구(52)는 원주방향을 따라 연료 분배링(51) 상에 이격 배치되어, 반응 챔버(20)의 원주방향에서 개질된 기체연료를 균일하게 분사 및 공급하여, 촉매 밀집 영역(Z1)의 원주방향에서 균일한 화염 및 촉매의 균일한 재생을 가능하게 한다.
- [96] 반응 챔버(20)는 하방으로 볼록한 바닥(23)을 형성한다. 즉 바닥(23)의 내부에서는 오목 구조로 형성된다. 스탠드 파이프(10)는 흡열 촉매 반응의 생성물로부터 분리된, 코킹된 촉매를 반응 챔버(20)로 공급하며, 이를 위하여, 반응 챔버(20)의 중앙에서, 공기 분배링(31) 및 연료 분배링(51)의 중심에 상하 방향으로 설치된다. 공기 분배링(31)은 공기 관(311)으로 연결되어 반응 챔버(20)의 외부로 인출된다. 다만, 스탠드 파이프(10)는 반응 챔버(20)의 중앙이 아닌 다양한 위치에 설치될 수도 있다.
- [97] 스탠드 파이프(10)의 하단 개구는 바닥(23)과 설정된 간격(G)을 형성한다. 따라서 스탠드 파이프(10)의 개구로 공급되는 코킹된 촉매는 간격(G)을 통하여 재생 공간(S)으로 공급된다. 오목한 바닥(23)은 코킹된 촉매의 하향 후 상향 흐름의 전환을 용이하게 하면서 상향 흐름을 원주 방향으로 균일하게

분산시킨다.

- [98] 스탠드 파이프(10)로 공급되는 코킹된 촉매는 공기 분배링(31)으로부터 공급되는 공기와 혼합되고, 연료 분배링(51)으로부터 공급되는 개질된 기체연료와 더 혼합된다.
- [99] 이때, 다공판(22)은 촉매, 공기 및 개질된 기체연료에 의하여, 작은 입자(particle) 형태의 코킹된 촉매 내에서 개질된 기체연료의 연소혼합물 및 반응생성물의 버블 크기를 최소로 유지시킨다. 따라서 촉매 밀집 영역(Z1)에서 열전달 및 개질된 기체연료의 연소가 가속화될 수 있다.
- [100] 재생 공간(S) 중 다공판(22) 하측의 촉매 밀집 영역(Z1)은 출구(21)보다 낮은 하측에 설정되어 코킹된 촉매를 집중적으로 연소 및 재생시키며, 다공판(22) 상측의 촉매 희박 영역(Z2)은 출구(21)보다 높은 상측에 설정되어 후연소(after-burning)를 최소화한다. 이 때, 다공판은 촉매 밀집 영역(Z1)에 단층 또는 복층으로 구비될 수 있다.
- [101] 자열개질반응기(40)는 흡열 촉매 반응의 생성물과 분리된 메탄을 주 성분으로 하는 분리기체연료를 공급받아서 개질용기(41)에 내장된 개질촉매(42)에서 자열개질반응을 수행한다.
- [102] 개질용기(41)는 연결관(411)으로 기체연료 공급부(50)에 연결되어, 자열개질반응기(40)에서 개질된 기체연료를 기체연료 공급부(50)로 공급한다. 개질된 기체연료는 촉매 재생기(1) 내에서 연소되며, 코킹된 촉매의 표면 온도 상승을 유도하여 표면에 형성되는 카본의 연소를 가속시킨다.
- [103] 기체연료 공급부(50)는 자열개질반응기(40)에 연결되고 공기 공급부(30)의 상방 또는 하방에서 재생 공간(S)에 설치된다. 자열개질반응기(40)는 분리기체연료를 개질하여 개질된 기체연료를 공급한다.
- [104] 기체연료 공급부(50)는 자열개질반응기(40)에서 공급되는 수소와 일산화탄소를 주 성분으로 개질된 기체연료를 재생 공간(S)의 코킹된 촉매에 분사하여, 촉매를 재생시킨다.
- [105] 한편, 자열개질반응은 반응물인 분리기체연료와 공기 및 물(수분)을 필요로 한다. 따라서 자열개질반응기(40)는 분리기체연료에 더하여 공기와 물(수분)을 더 공급받을 수 있다.
- [106] 수분은 자열개질반응기(40) 내의 개질촉매(42)의 촉매반응에서 온도 제어와 개질촉매(42)의 표면에 생성되는 카본(carbon)을 제거하여, 개질촉매(42)의 내구성을 높일 수 있다.
- [107] 일반적인 부분산화 촉매개질반응은 기체 메탄과 공기를 반응물로 하여 수소와 일산화탄소를 발생시킨다. 그러나 부분산화 촉매개질반응은 촉매의 표면에 카본 생성으로 인한 촉매 성능의 감소 및 배관 막힘 현상을 발생시킨다.
- [108] 이에 비하여, 제1실시예에서 자열개질반응기(40)의 자열개질반응은 부분산화 조건인 O_2/CH_4 비율 0.5에 비해 같거나 높은 조건인 O_2/CH_4 비율 0.5 내지 1.0에서 운용된다.

- [109] 일반적인 부분산화 촉매개질반응에 비하여, 제1실시예의 자열개질반응은 부분산화 촉매개질에 물(수분)을 추가로 공급하여 촉매반응을 위한 열원 공급 및 수분과 카본의 반응을 통하여, 수소의 추가 발생 및 카본 연소를 통하여 카본을 추가 제거하는 장점을 가질 수 있다.
- [110] 유동층 반응기에서 흡열 촉매 반응을 일으킨 후, 분리된 분리기체연료를 재사용하여 자열개질반응기(40)의 자열개질반응을 통하여 개질하여, 수소와 일산화탄소를 주성분으로 하는 개질된 기체연료는 촉매 재생기(1)의 내부로 공급되어 코킹된 촉매 표면의 카본 입자와 함께 연소된다.
- [111] 제1실시예는 자열개질반응을 통하여 추가되는 열원이나 전력의 소요가 불필요하게 되므로 촉매 재생기의 운용을 최소의 에너지로 구현할 수 있다.
- [112] 이하, 본 발명의 제1실시예의 다양한 형태들에 대하여 설명한다. 이하 설명하는 형태들과 기 설명된 형태들을 비교하여, 동일한 구성을 생략하고, 서로 다른 구성들에 대하여 설명한다.
- [113] 도 2는 본 발명의 제1실시예의 제2형태에 따른 촉매 재생기에 적용되는 자열개질반응기의 구성도이다. 도 2를 참조하면, 제2형태의 촉매 재생기에 적용되는 자열개질반응기(240)는 분리기체연료를 공급받는 제1실시예의 자열개질반응기(40)의 구조에 개질용기(41)의 외부로부터 외부기체연료(예, 메탄, 분리기체연료 아님)를 더 공급받는다. 즉 개질용기(41)에는 분리기체연료와 외부기체연료가 공급된다.
- [114] 자열개질반응기(240)의 자열개질반응은 분리기체연료와 외부기체연료가 부분산화 조건인 O_2/CH_4 비율 0.5에 비해 높은 조건이고, 연소 조건인 O_2/CH_4 비율 2.0보다 낮은 조건에서 운용되어, 분리기체연료(예, 메탄)와 외부기체연료의 일부 연소 반응을 진행한다.
- [115] 이때, 발생하는 열이 개질촉매(42)의 열원으로 활용된다. 추가로 공급되는 물(수분)은 카본과 반응하여 개질촉매(42) 표면의 카본 생성을 억제하거나, 메탄과 반응하여 수소와 이산화탄소를 발생시킨다.
- [116] 자열개질반응기(240)에서 분리기체연료 및 외부기체연료로부터 개질된 기체연료는 연결관(411)을 통하여 촉매 재생기(1)의 내부로 공급되어 코킹된 촉매 표면의 카본 입자와 함께 연소된다.
- [117] 도 3은 본 발명의 제1실시예의 제3형태에 따른 촉매 재생기에 적용되는 자열개질반응기의 구성도이고, 도 4는 도 3에 적용되는 자열개질반응기의 구동 순서도이다. 도 3 및 도 4를 참조하면, 제3형태의 촉매 재생기에 적용되는 자열개질반응기(340)는 제1형태의 자열개질반응기(40)의 구조에 파일럿 버너(pilot burner) 또는 점화기(igniter)(344)를 개질용기(41)에 더 구비한다.
- [118] 파일럿 버너(pilot burner) 또는 점화기(igniter)(344)는 개질용기(41)의 내부에(서상측에) 구비되어, 분리기체연료의 O_2/CH_4 비율이 2.0에서 연소 반응을 시작한다.
- [119] 자열개질반응기(340)의 구동 순서는 제1단계(ST1), 제2단계(ST2), 제3단계(ST3) 및 제4단계(ST4)를 포함한다. 제1단계(ST1)는 파일럿 버너(pilot

- burner) 또는 점화기(igniter)(344)를 이용하여, 분리기체연료의 O_2/CH_4 비율이 2.0에서 연소 반응을 시작한다.
- [120] 제2단계(ST2)는 분리기체연료의 O_2/CH_4 비율을 2.0에서 단계적으로 줄이되, 1.0 이상으로 유지하여 자열개질반응기(340)의 연소반응영역에서 발생하는 연소열을 활용하여, 개질용기(41)의 내부를 가열한다(heat up).
- [121] 제3단계(ST3)는 자열개질반응기(340)의 물(수분) 공급을 통하여 개질용기(41) 내부의 온도분포를 안정화시킨다.
- [122] 제4단계(ST4)는 분리기체연료의 O_2/CH_4 비율을 단계적으로 감소시켜, 분리기체연료(예 메탄) 개질 영역으로 전환, 개질용기(41)의 온도, 및 분리기체연료(예, 메탄) 전환율에 따라 최적 O_2/CH_4 비율을 선정하고, 선정된 비율로 운용한다.
- [123] 즉 자열개질반응기(340)는 분리기체연료(예, 메탄)에서 개질된 개질가스를 연결관(411)을 통하여 촉매 재생기(1)로 공급한다. 공급된 개질가스는 촉매 재생기의 내부에서 코킹된 촉매의 카본 입자와 함께 연소된다.
- [124] 도 5는 본 발명의 제1실시예의 제4형태에 따른 촉매 재생기에 적용되는 자열개질반응기의 구성도이고, 도 6은 도 5에 적용되는 자열개질반응기의 구동 순서도이다. 도 5 및 도 6을 참조하면, 제4실시예의 촉매 재생기에 적용되는 자열개질반응기(440)는 제1실시예의 자열개질반응기(40)의 구조에 외부 연소기(444)를 개질용기(41)에 더 연결한다.
- [125] 외부 연소기(444)는 개질용기(41)(의 상부)에 연결되어 고온의 연소 생성물 가스를 개질용기(41)의 내부로 공급한다.
- [126] 자열개질반응기(440)의 구동 순서는 제1단계(ST21), 제2단계(ST22), 제3단계(ST23) 및 제4단계(ST24)를 포함한다. 제1단계(ST21) 외부 연소기(444)를 활용하여 고온의 연소 생성물 가스를 자열개질반응기(440)의 개질용기(41) 내부로 공급한다.
- [127] 제2단계(ST22)는 자열개질반응기(440)의 개질용기(41) 내부 온도가 $700^{\circ}C$ 전후에서 공기 및 물(수분)을 공급하여, 개질용기(41) 내부의 온도분포를 안정화시킨다.
- [128] 제3단계(ST23)는 분리기체연료를 개질용기(41) 내부로 공급하여 자열개질반응을 진행하고, 분리기체연료에서 O_2/CH_4 비율 제어를 통하여 개질용기(41) 내부의 온도를 안정화하며, 외부 연소기(444)에서의 연소가스를 차단한다.
- [129] 제4단계(ST24)는 온도 안정화 및 생성된 개질가스를 연결관(411)을 통하여 촉매 재생기(1) 내부로 공급하여, 코킹된 촉매의 카본 입자와 함께 연소된다.
- [130] 도 7은 본 발명의 제1실시예의 제5형태에 따른 촉매 재생기에 적용되는 자열개질반응기의 구성도이다. 도 7을 참조하면, 제5형태의 촉매 재생기에 적용되는 자열개질반응기(540)는 개질용기(41), 제1믹서(541), 물공급부(543) 및 제2믹서(542)를 포함한다.

- [131] 제1믹서(541)는 개질용기(41)의 (상방) 내부에 구비되어, (상방으로부터) 공급되는 분리기체연료와 공기를 혼합하여, 개질용기(41) 내부에서 균일한 연소 반응을 시작할 수 있게 한다.
- [132] 물공급부(543)는 제1믹서(541)의 하류 방향에 구비되어 개질용기(41)의 (측방에서)에 공급되는 물(수분)을 개질용기(41)의 내부에 분사한다. 물공급부(543)는 개질용기(41) 내부에 물(수분)을 균일하게 공급하고, 물(수분) 공급을 통하여 개질용기(41) 내부의 온도분포를 안정화시킨다.
- [133] 제2믹서(542)는 개질용기(41)의 (하부)에 내장된 개질촉매(42)의 상류 방향 및 물공급부(543) 사이에 구비되어, 분리기체연료와 공기 및 물(수분)을 균일하게 혼합하여 내장된 개질촉매(42)에 공급하므로 개질촉매(42)의 균일한 촉매반응을 가능하게 한다. 개질된 개질가스는 연결관(411)을 통하여 촉매 재생기(1)의 내부로 공급되어 코킹 된 촉매의 카본 입자와 함께 연소된다.
- [134] 도 8은 본 발명의 제1실시예의 제6형태에 따른 촉매 재생기에 적용되는 자열개질반응기의 구성도이다. 도 8을 참조하면, 제6형태의 촉매 재생기에 적용되는 자열개질반응기(640)는 개질용기(41), 믹서(642) 및 물공급부(643)를 포함한다.
- [135] 믹서(642)는 개질용기(41)의 (상방 내부)에 구비되어, 상류 방향으로부터 공급되는 분리기체연료와 공기를 혼합하여, 개질용기(41)의 내부에서 균일한 연소 반응을 시작할 수 있게 한다.
- [136] 물공급부(643)는 개질용기(41)의 (하부)에 내장된 개질촉매(42)의 상류 방향 및 믹서(642) 사이에 구비되어, 개질용기(41)의 (하방에서)로 공급되는 물(수분)을 분사하여, 개질용기(41) 내부의 온도분포를 안정화시킨다.
- [137] 또한, 물공급부(643)는 개질용기(41) 내부에 물(수분)을 균일하게 공급하고, 분리기체연료와 공기 및 물(수분)을 균일하게 혼합하여 내장된 개질촉매(42)에 균일한 혼합물을 공급하므로 개질촉매(42)의 균일한 촉매반응을 가능하게 한다.
- [138] 물공급부(643)는 개질용기(41)의 하류 방향으로부터 연결되고 개질용기(41)의 내부에서 넓은 면적으로 열을 교환하는 열교환부(644)를 더 포함한다. 열교환부(644)는 개질용기(41) 내에서의 열교환 작용으로 인하여, 개질용기(41) 내부에서 개질촉매(42)의 온도분포를 더욱 균일하게 하고, 개질촉매(42)의 균일한 촉매반응을 가능하게 한다.
- [139] 도 9는 본 발명의 제1실시예의 제7형태에 따른 촉매 재생기의 구성도이다. 도 9를 참조하면, 제7형태의 촉매 재생기(1')에 적용되는 자열개질반응기(240)는 반응 챔버(20)의 내부, 예를 들어 촉매 밀집 영역(Z1)에 설치될 수 있다. 이때, 자열개질반응기(240)는 도 9에 도시된 바와 같이 반응 챔버(20)의 바닥(23)에 지지될 수 있으며, 반응 챔버(20)의 중앙에 배치될 수 있다.
- [140] 자열개질반응기(240)의 개질용기(41)는 외부에서 연결된 배관을 통해 분리기체연료, 공기, 및 물(미도시)을 공급받으며, 개질용기(41)에 연결된 연결관(411)을 통해 개질된 기체연료를 재생 공간(S)의 코킹된 촉매에 분사하여,

촉매를 재생시킨다. 이때, 연결관(411)은 복수개로 구성되어 개질용기(41)의 원주방향으로 균일한 간격으로 배치될 수 있다.

- [141] 도면에 도시되지 않았지만, 전술한 제1형태와 동일하게 연결관(411)은 연료 분배링(51)으로 연결되어 연료 분배링(51)에 형성된 연료 분사구(52)를 통해 개질된 기체연료가 분사될 수 있다.
- [142] 한편, 자열개질반응기(240)에서 일어나는 개질반응은 발열반응이기 때문에, 자열개질반응기(240)로부터 열을 공급받을 수 있다. 이에 따라, 본 발명의 제1실시예의 제7형태의 경우, 자열개질반응기(240)가 반응 챔버(20)의 외부가 아닌 내부에 설치됨으로써, 재생 공간(S)에서 일어나는 촉매의 재생 및 가열 과정의 열효율을 향상시킬 수 있다.
- [143] 이하 본 발명의 제2실시예에 대하여 설명한다. 제2실시예는 개질된 연료를 공급하는 연료 공급부로서 액상 연료 개질부를 구비한다.
- [144] 도 10은 본 발명의 제2실시예의 제1형태에 따른 액상 연료 개질부를 포함하는 촉매 재생기의 단면도이다. 도 10을 참조하면, 제2실시예의 제1형태의 촉매 재생기(2)는 반응 챔버(20), 연료 공급부 및 공기 공급부(30)를 포함하여, 코킹된 촉매를 재생 및 가열하도록 구성된다. 이 때, 연료 공급부는 액상 연료 개질부(60)로 구성된다.
- [145] 제2실시예의 촉매 재생기(2)는 발열량이 높은 (제1, 제2)액상의 연료를 고상의 카본과 가스 상태로 개질하여, 반응 챔버(20)로 공급하여 반응 챔버(20) 내의 온도 균형을 형성하도록 구성된다.
- [146] 제2실시예의 촉매 재생기(2)는 고상의 카본과 가스 상태(수소, 일산화탄소)의 개질가스에 추가로 공급되는 공기로 코킹된 촉매의 표면에 잔류하는 카본을 산화 제거하면서 촉매를 재생 및 가열시킨다.
- [147] 액상 연료 개질부(60)는 (제1, 제2)액상 연료를 부분산화시켜서, 수소, 일산화탄소 및 고상의 카본을 포함하는 개질가스를 생성하여 재생 공간(S)으로 공급하도록 구성된다.
- [148] 공기 공급부(30)는 반응 챔버(20) 내부의 재생 공간(S)에 설치되어 개질가스를 연소시켜, 코킹 촉매를 재생 및 가열하도록 재생 공간(S)에 연소를 위한 공기를 공급한다.
- [149] 도 11은 도 10에 적용되는 액상 연료 개질부의 단면도이고, 도 12는 도 11의 XI-XI 선을 따라 자른 단면도이다. 도 11 및 도 12를 참조하면, 액상 연료 개질부(60)는 하우징(61), 회박연소영역(LBA) 및 농후연소영역(RBA)을 포함한다.
- [150] 하우징(61)은 반응 챔버(20)에 연결되어, 부분산화로 개질 생성한 개질가스를 반응 챔버(20) 내의 재생 공간(S)으로 공급한다. 회박연소영역(LBA)은 하우징(61)의 일측에서 공급되는 제1액상 연료와 제1공기로 제1핫가스(HG1) 흐름을 형성한다. 제1핫가스(HG1) 흐름은 제1액상 연료와 제1공기에 의한 일반적인 연소로 형성된다.

- [151] 농후연소영역(RBA)은 희박연소영역(LBA)의 내측에 설치되는 연료 공급관(62)을 통하여 공급되는 제2액상 연료(LF2)로 제2홋가스(HG2) 흐름을 형성한다. 연료 공급관(62)으로 공급되는 제2액상 연료(LF2)는 제1홋가스(HG1) 흐름에 공급되어 공기 부족으로 인하여 부분산화된다.
- [152] 하우징(61)은 농후연소영역(RBA)에서보다 희박연소영역(LBA)에서 단면적이 확장되는 확장부(611)를 포함한다. 따라서 하우징(61)은 확장부(611)를 통하여 희박연소영역(LBA)에서 제1액상 연료의 공급량에 비하여 제1공기의 공급량을 크게 증대하므로, 보다 완전한 희박연소를 가능하게 하여 제1홋가스를 생성 및 공급할 수 있다.
- [153] 도 13은 도 11의 액상 연료 개질부의 희박연소영역과 농후연소영역에 대한 당량비와 온도 관계를 도시한 그래프이다. 도 13을 참조하면, 제2홋가스(HG2) 흐름은 제1홋가스와 제2액상 연료(LF2)의 부분산화로 형성된다. 따라서 농후연소영역(RBA)은 희박연소영역(LBA)에서보다 높은 당량비로 연소된다.
- [154] 희박연소영역(LBA)에서는 당량비와 연소 온도가 대략 비례 관계로 나타나며, 연료 공급관(62)을 통하여 제2액상 연료(LF2)를 공급한 후에 형성되는 농후연소영역(RBA)에서는 당량비와 연소 온도가 대략 반비례 관계로 나타난다.
- [155] 이때, 제2액상 연료(LF2)의 부분 산화로 인하여, 수소, 일산화탄소 및 고상의 카본을 포함하는 개질가스가 생성된다. 따라서 내부관(64)의 내부에 설정되는 제2홋가스 흐름 통로(P2)는 고상의 카본이 포함된 개질가스를 반응 챔버(20)로 공급한다.
- [156] 다시 도 11 내지 도 12를 참조하여, 구체적으로 설명하면, 농후연소영역(RBA)에서 하우징(61)의 내부에 스페이서(63)를 개재하여 설치되는 내부관(64)을 포함한다. 스페이서(63)는 복수로 구비되어, 하우징(61)의 내면 및 내부관(64)의 외면에서 원주 방향을 따라 이격 배치된다.
- [157] 따라서 내부관(64)의 외면과 하우징(61)의 내면은 서로의 사이 및 이웃하는 스페이서들(63) 사이에서 제1홋가스 흐름 통로(P1)를 설정한다. 이로써, 제1홋가스 흐름 통로(P1)는 희박연소영역(LBA)에서 연소된 제1홋가스를 흐르게 한다.
- [158] 그리고 내부관(64)의 내면은 제2홋가스 흐름 통로(P2)를 설정하여 제2홋가스를 흐르게 한다. 제1홋가스(HG1)와 제2액상 연료(LF2)의 부분산화로 형성된 제2홋가스(HG2) 흐름은 제1홋가스 흐름 통로(P1)로 흐르는 제1홋가스(HG1) 흐름에 의하여, 보온되어 제2홋가스(HG2)의 고온 흐름을 가능하게 한다. 제2홋가스(HG2)는 수소, 일산화탄소 및 고상의 카본을 포함하는 개질가스이다.
- [159] 따라서 제2홋가스 흐름 통로(P2)를 설정하는 내부관(64)의 내부 벽면은 개질가스를 고온으로 유지하게 되고, 이로 인하여, 내부 벽면에 대하여 개질가스에 포함된 고상 카본의 흡착이 최소화 될 수 있다.
- [160] 또한, 내부관(64)은 제1홋가스 흐름 통로(P1)를 경유한 제1홋가스(HG1)를 제2홋가스 흐름 통로(P2)로 유도하도록 제1, 제2홋가스 흐름 통로(P1, P2)의 끝

부분에 유도구(65)를 구비할 수 있다.

- [161] 유도구(65)는 복수로 구비되며, 내부관(64)의 원주 방향을 따라 등간격으로 구비되어, 제1핫가스(HG1)가 제2핫가스(HG2)에 균일하게 공급될 수 있게 한다. 또한 유도구(65)는 반응 챔버(20)에 인접하여 형성되므로 제1, 제2핫가스(HG1, HG2)를 반응 챔버(20)의 재생 공간(S)으로 공급할 수 있다.
- [162] 이때, 하우징(61)과 내부관(64)의 길이 방향 끝 부분(반응 챔버(20)에 인접하는)에서, 스페이서(66)는 하우징(61)과 내부관(64) 사이를 원주 방향으로 완전히 밀폐할 수 있다.
- [163] 또한, 스페이서(66)는 복수로 구비되어 원주 방향을 따라 등간격을 배치될 수도 있다. 이 경우, 제1핫가스(HG1)는 제1, 제2핫가스 흐름 통로(P1, P2)를 통하여 반응 챔버(20)로 공급될 수 있다.
- [164] 다시 도 10을 참조하면, 액상 연료 개질부(60)의 제2핫가스 흐름 통로(P2) 또는 제1, 제2핫가스 흐름 통로(P1, P2)를 통하여 반응 챔버(20)로 공급되는 제1, 제2핫가스(HG1, HG2)는 재생 공간(S)에서 공급되는 공기에 의하여 더 연소되면서, 코킹된 촉매 표면의 카본을 연소시켜 촉매를 재생하면서 촉매의 온도를 상승시킨다.
- [165] 이와 같이, 제2실시예는 발열량이 높은 액상의 연료를 사용하면서 고상의 카본과 가스 상태로 개질하여 반응 챔버(20)로 공급하여, 코킹된 촉매를 개질하고 촉매의 온도를 상승시키므로 반응 챔버(20) 내에서 온도 균형을 형성한다. 즉 반응 챔버(20) 내에서 핫스팟의 발생이 방지된다.
- [166] 재생 및 가열된 촉매는 출구(21)를 통하여 유출된다. 일례를 들면, 유출된 재생된 촉매는 납사와 촉매를 혼합하여, 납사의 분해 반응을 일으키는 데 사용된다. 이 공정에서 코킹된 촉매와 생성된 올레핀은 사이클론(미도시)에서 분리되고, 코킹된 촉매는 촉매 재생기(1)로 공급되어 재생 및 승온되어 재사용된다.
- [167] 이하 본 발명의 제2실시예의 다양한 형태들에 대하여 설명한다. 기 설명된 실시예 및 형태와 동일한 부분에 대한 설명을 생략하고, 서로 다른 부분에 대하여 설명한다.
- [168] 도 14는 본 발명의 제2실시예의 제2형태에 적용되는 액상 연료 개질부의 단면도이다. 도 14를 참조하면, 제2형태의 액상 연료 개질부(260)에서, 하우징(61)은 농후연소영역(RBA)에서보다 희박연소영역(LBA)에서 확장 형성된 확장부(611)에 플라즈마 점화/연소부(67)를 더 포함한다.
- [169] 플라즈마 점화/연소부(67)는 제1액상 연료 및 제1공기에 의하여 플라즈마를 발생시켜 점화 연소 작용하므로 앞서 설명한 제1형태와 비교할 때, 제1액상 연료와 제1공기가 더 희박한 연소를 구현하여, 희박연소영역(LBA)에서 보다 안정적인 연소를 구현할 수 있다.
- [170] 따라서 제2실시예의 제2형태는 제1형태에 비하여, 연료 공급관(62)을 통하여 공급되는 제2액상 연료(LF2)를 농후연소영역(RBA)에서 부분산화를 더욱

가능하게 하여, 수소, 일산화탄소 및 고상의 카본을 포함하는 개질가스를 생성하여 반응 챔버(20)로 공급한다.

- [171] 이와 같이, 제2형태는 플라즈마 점화/연소부(67)를 이용하여 희박연소영역(LBA)에서 연소를 안정적으로 구현하므로 농후연소영역(RBA)에서 부분산화를 효과적으로 구현하여 생성된 고상의 카본을 포함하는 개질가스를 반응 챔버(20)로 공급하여 코킹된 촉매를 개질한다.
- [172] 따라서 제1형태에 비하여, 제2형태는 반응 챔버(20) 내에서 온도 균형을 더욱 형성하고, 반응 챔버(20) 내에서 핫스팟의 발생을 더욱 방지한다.
- [173] 도 15는 본 발명의 제2실시예의 제3형태에 적용되는 액상 연료 개질부의 단면도이다. 도 15를 참조하면, 제3형태의 액상 연료 개질부(360)에서, 하우스징(61)은 농후연소영역(RBA)에 설치되어 고온노출 시간을 증대시키는 고온노출 증대부재(68)를 포함한다.
- [174] 고온노출 증대부재(68)는 내열성을 갖는다. 일례로써, 고온노출 증대부재(68)는 메탈폼(metal form), 메탈메쉬(metal mesh) 또는 세라믹 모노리스(ceramic monolith)중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [175] 고온노출 증대부재(68)는 희박연소영역(LBA)에서 연소된 제1헷가스(HG1)의 제1헷가스 흐름 및 연료 공급관(62)으로 공급되는 제2액상 연료(LF2)를 장시간 노출시켜서, 제2액상 연료(LF2)를 기화 및 개질시킨다. 따라서 액상 연료 개질부(360)는 희박연소영역(LBA)에서 부분산화된 수소, 일산화탄소 및 고상의 카본을 포함하는 개질가스를 반응 챔버(20)로 공급한다.
- [176] 이와 같이, 제3형태는 고온노출 증대부재(28)를 이용하여 농후연소영역(RBA)에서 부분산화를 효과적으로 구현하여 생성된 고상의 카본을 포함하는 개질가스를 반응 챔버(20)로 공급하여 코킹된 촉매를 개질 및 가열한다.
- [177] 따라서 제1형태에 비하여, 제3형태는 반응 챔버(20) 내에서 온도 균형을 더욱 형성하고, 반응 챔버(20) 내에서 핫스팟의 발생을 더욱 방지할 수 있다.
- [178] 도 16은 본 발명의 제2실시예의 제4형태에 적용되는 액상 연료 개질부의 단면도이다. 도 16을 참조하면, 제4형태의 액상 연료 개질부(460)는, 하우스징(61)의 외면에 설치되어 내부 온도를 높이는 가열부재(69)를 더 포함한다.
- [179] 일례로써, 가열부재(69)는 단열재, 전기히터 또는 열교환기를 포함할 수 있다. 보다 구체적으로 보면, 가열부재(69)는 하우스징(61)의 농후연소영역(RBA)에 설치될 수 있다. 가열부재(69)는 농후연소영역(RBA)에서 제2액체 연료를 개질할 때, 내부관(24)의 내부를 가열시킨다.
- [180] 고상의 카본은 온도가 높을수록 내부관(64)의 내 표면에 흡착 및 성장하지 않는 특성을 갖는다. 따라서 가열부재(69)는 내부관(64) 내의 온도를 상승시켜 제2액상 연료(LF2)의 부분산화시, 발생하는 고상의 카본이 내부관(64)의 내면에 흡착되는 것을 방지한다. 고상 카본이 내부관(64)의 내 표면에 흡착되는 것은 온도의 영향을 가장 크게 받는다.

- [181] 이와 같이, 제4형태는 가열부재(69)를 이용하여, 농후연소영역(RBA)에서 부분산화를 효과적으로 구현하여 생성된 고상의 카본을 포함하는 개질가스를 반응 챔버(20)로 공급하여 코킹된 촉매를 재생 및 가열한다.
- [182] 따라서 제1형태에 비하여, 제4형태는 반응 챔버(20) 내에서 온도 균형을 더욱 형성하고, 반응 챔버(20) 내에서 핫스팟의 발생을 더욱 방지할 수 있다.
- [183] 도 17은 본 발명의 제2실시예의 제5형태에 따른 액상 연료 개질부를 포함하는 촉매 재생기의 단면도이다. 도 17을 참조하면, 제5형태의 촉매 재생기(2')는 액상 연료 개질부를 반응 챔버(20)의 하측에 복수로 배치하고 있다.
- [184] 예를 들면, 액상 연료 개질부는 N 개의 액상 연료 개질부(561~56N)를 포함할 수 있다. 이때, N 개의 액상 연료 개질부(561~56N)는 고상의 카본을 주성분으로 하며 다른 기상 가스를 포함하는 개질가스를 반응 챔버(20) 내의 재생 공간(S)로 공급하여, 재생 공간(S)에서 공기에 의하여 연소하면서, 코킹된 촉매 표면의 카본을 연소시켜 촉매를 재생하면서 촉매의 온도를 상승시킨다.
- [185] 도 18은 본 발명의 제2실시예의 제6형태에 적용되는 액상 연료 개질부의 단면도이다. 도 18을 참조하면, 제6형태의 액상 연료 개질부(660)에서, 농후연소영역(RBA)에서 하우징(61)의 외부에 설치되는 외부관(61)을 포함한다.
- [186] 하우징(61)의 외면과 외부관(61)의 내면은 서로의 사이에 제2공기 흐름 통로(P3)를 설정하여 제2공기(A2)를 흐르게 한다.
- [187] 제2공기 흐름 통로(P3)를 통하여 공급되는 제2공기(A2)는 제1액상 연료, 제2액상 연료(LF2) 및 제1공기의 혼합 비율에 따라 농후연소영역(RBA)의 온도가 과도하게 높아질 때, 하우징(61)의 외면을 냉각하므로 내부관(64)의 내면에 형성되는 제2핫가스 흐름 통로(P2)의 온도를 안정적으로 유지 및 구현할 수 있다.
- [188] 이하, 본 발명의 제3실시예에 대하여 설명한다. 제3실시예는 촉매 회박 영역에서의 후연소(after-burning)를 방지하기 위한 예혼합 수단을 구비한다.
- [189] 도 19는 본 발명의 제3실시예의 촉매 재생기에 적용되는 연소 반응물 노즐의 구성도이다. 도 19를 참조하면, 제3실시예의 촉매 재생기는 촉매 회박 영역에서의 후연소(after-burning)를 방지하기 위한 예혼합 수단으로서 연소 반응물 노즐(80)을 포함한다.
- [190] 도 19를 참조하면, 연소 반응물 노즐(80)은 예시적으로 반응 챔버(20)의 외부에서 내부에 걸쳐 설치될 수 있으며, 예혼합 영역(81) 및 출구(82) 측이 촉매 밀집 영역(Z1)에 위치한다. 따라서 예혼합 영역(81)과 촉매 밀집 영역(Z1)은 상호 열교환 작용한다.
- [191] 연소 반응물 노즐(80)은 공급되는 연료와 공기를 예혼합 영역(81)에서 예혼합(pre-mixing)하고, 반응하여 생성된 연소 반응물을 반응 챔버(20)의 촉매 밀집 영역(Z1)에 분사한다.
- [192] 반응 챔버(20)는 코킹된 촉매가 쌓이는 하부(유동장의 상류)의 촉매 밀집 영역(Z1)과 상부(유동장의 하류)의 촉매 회박 영역(Z2)을 구성한다(도 1 등 참조).

- [193] 연소 반응물 노즐(80)이 연료와 공기를 예혼합 영역(81)에서 예혼합 및 반응시켜 생성된 연소 반응물을 반응 챔버(20) 내의 촉매 밀집 영역(Z1)에 분사 공급하므로 촉매 밀집 영역(Z1)에서 안정적인 연소가 일어나면서 코킹된 촉매 표면의 카본을 제거하고, 이로 인하여, 촉매 회박 영역(Z2)에서 후연소(after-burning)가 방지될 수 있다.
- [194] 도 19를 참조하면, 사용되는 연소 반응물 노즐(80)은 예혼합 영역(81)의 출구(82) 측이 반응 챔버(20) 내부의 촉매 밀집 영역(Z1)에 위치한다.
- [195] 따라서 연소 반응물 노즐(80)에서 예혼합 및 반응으로 생성된 연소 반응물은 출구(82)를 통하여 반응 챔버(20)의 촉매 밀집 영역(Z1)에 직접 분사되어, 코킹된 촉매의 재생에 사용된다.
- [196] 연소 반응물 노즐(80)은 공기를 분사하는 공기 노즐(83)과 연료를 공급하는 연료 노즐(84)을 포함한다. 공기 노즐(83)과 연료 노즐(84)은 예혼합 영역(21)의 입구(25) 측에 연결된다.
- [197] 연료 노즐(84)에 연결되는 연료 배관(841)은 공기 노즐(83)에 연결되는 연소 반응물 노즐(80)의 외부에서 내부로 설치되어, 분사되는 공기 가운데 연료를 분사한다. 즉 연료 배관(841)과 공기 노즐(83)은 이중 구조를 형성한다.
- [198] 연소 반응물 노즐(80)은 혼합부재(86)를 더 포함할 수 있다. 예를 들면, 혼합부재(86)는 오리피스(orifice), 스월 베인(swirl vane) 또는 스월 블레이드(swirl blade) 중 하나를 포함할 수 있다. 혼합부재(86)는 예혼합 영역(81)을 형성하는 연소 반응물 노즐(80)의 내면에 구비되어 분사되는 공기와 연료의 예혼합을 촉진시킨다.
- [199] 연소 반응물 노즐(80)은 방열핀(87)을 더 포함할 수 있다. 방열핀(87)은 예혼합 영역(81)을 형성하는 외면에 구비되어 내부의 예혼합 영역(81)과 외부의 촉매 밀집 영역(Z1)의 열교환을 촉진시킨다.
- [200] 연소 반응물 노즐(80)은 혼합부재(86)와 방열핀(87) 중 어느 하나를 구비하여 예혼합 또는 열교환을 촉진할 수도 있고, 둘 모두를 구비하여 예혼합 및 열교환을 동시에 촉진할 수도 있다.
- [201] 이하에서 본 발명의 제3실시예의 다양한 형태들에 대하여 설명한다. 기 설명된 실시예 및 형태와 비교하여 동일한 구성을 생략하고, 서로 다른 구성에 대하여 설명한다.
- [202] 도 20은 본 발명의 제3실시예의 제1형태에 따른 촉매 재생기의 구성도이다. 도 20을 참조하면, 제3실시예의 제1형태에 따른 촉매 재생기(301)는 연소 반응물 노즐(280)을 구비하고 있다. 연소 반응물 노즐(280)은 반응 챔버(20)의 내부에 설치되어, 예혼합 영역(81) 및 출구(82) 측이 촉매 밀집 영역(Z1)에 위치한다.
- [203] 코킹된 촉매는 반응 챔버(20)의 내부에 설치되는 스탠드 파이프(10)를 타고 반응 챔버(20)의 내부로 떨어진다. 그리고 반응 챔버(20)에서 재생된 촉매는 출구(21)를 경유하여 반응 챔버(20)의 외부로 배출된다.
- [204] 이러한 일련의 공정에 의하여, 반응 챔버(20)의 내부에 유동장이 하부(유동장의

상류영역)에서 상부(유동장의 하류영역)로 형성된다. 하부의 촉매 밀집 영역(Z1)에 유동장의 상류영역이 형성되고, 상부의 촉매 희박 영역(Z2)에 유동장의 하류영역이 형성된다.

- [205] 촉매 재생기(301)는 공기를 공급하는 공기 분배링(431)과 연료를 공급하는 연료 분배링(441)을 구비한다. 공기 분배링(431)과 연료 분배링(441)은 반응 챔버(20)의 내부에 각각 독립적으로 설치된다. 공기 분배링(431)과 연료 분배링(441)은 반응 챔버(20)의 외부로 인출되어, 외부로부터 공급되는 공기와 연료를 각각 반응 챔버(20)의 내부로 분배한다.
- [206] 공기 분배링(431)은 공기를 분사하는 공기 분사구(423)를 구비하고, 연료 분배링(441)은 연료를 분사하는 연료 분사구(424)를 구비한다. 공기 분사구(423)는 공기 노즐(83, 도 19 참조)이거나 공기 노즐과 연결되고, 연료 분사구(424)는 연료 노즐(84)과 연결된다. 이에 따라, 공기 분사구(423)와 연료 분사구(424)는 예혼합 영역(81)의 입구 측에 연결되어, 공기와 연료를 각각 예혼합 영역(81)으로 분사한다.
- [207] 즉, 공기 분사구(423)는 연소 반응물 노즐(280)의 입구 측에 연결되고, 연료 분사구(424)에 연결되는 연료 연결관(442)은 공기 분사구(423)에 연결되는 연소 반응물 노즐(280)의 외부에서 내부로 설치되어, 분사되는 공기 가운데 연료를 분사한다. 여기서 연료 연결관(442)은 도 19의 연료 배관(841)일 수 있으며, 후술할 제2 형태에서의 연료 연결관(542)도 동일하다.
- [208] 공기 분사구(423) 및 연료 분사구(424)와 연료 연결관(442)은 복수로 구비되어 공기 분배링(431) 및 연료 분배링(441)에 설정된 간격으로 이격 배치된다. 이에 대응하여 연소 반응물 노즐(280)이 복수로 구비된다. 편의상, 도 20은 예시적으로 2개의 연소 반응물 노즐(280)을 도시하고 있다.
- [209] 예혼합 영역(81)을 구비한 연소 반응물 노즐(280)은 공기와 연료의 예혼합 및 반응에 의한 연소 반응물을 연소 반응물 노즐(280)이 위치하는 주위의 촉매 밀집 영역(Z1)에 공급한다.
- [210] 이 경우, 촉매 재생기(301)는 촉매 밀집 영역(Z1)에서 안정된 연소를 구현하면서 촉매 밀집 영역(Z1)의 상부에 설정되는 촉매 희박 영역(Z2)에서 후연소(after-burning) 현상을 발생시키지 않는다. 출구(82)가 반응챔버(20)의 하부를 향하여 연소 반응물을 분사하므로 촉매 밀집 영역(Z1)에서 더욱 안정된 연소가 구현될 수 있다.
- [211] 도 21은 본 발명의 제3실시예의 제2형태에 따른 촉매 재생기의 구성도이다. 도 21을 참조하면, 제2형태의 촉매 재생기(303)의 연소 반응물 노즐(480)은 반응 챔버(20)의 외부에서 내부에 걸쳐 설치되어, 출구(82) 측이 촉매 밀집 영역(Z1)에 연결된다. 반응챔버(20)의 외부에서, 연료 분배링(541)은 공기 분배링(531)의 내부에 설치되어 공기 분배링(531)과 이중구조를 형성한다.
- [212] 연소 반응물 노즐(480)은 복수의 세트 및 각 세트에 복수 개로 구비되며, 1세트는 반응챔버(20)의 하방에서 상향 설치되고, 다른 1세트는 반응챔버(20)의

측방에서 중심을 향하여 설치된다.

- [213] 촉매 밀집 영역(Z1)의 크기에 따라 연소 반응물 노즐(480) 세트는 더 많은 개수 및 다양한 각도로 설치될 수 있다. 따라서 연소 반응물 노즐(480)은 촉매 밀집 영역(Z1)에 연소 반응물을 효과적으로 분사할 수 있다.
- [214] 공기 분사구(523)는 연소 반응물 노즐(480)의 입구 측에 연결되고, 연료 분사구(524)에 연결되는 연료 연결관(542)은 공기 분사구(523)에 연결되는 연소 반응물 노즐(480)의 내부에 설치되어, 연소 반응물 노즐(480)과 이중구조를 형성하여 분사되는 공기 가운데 연료를 분사한다.
- [215] 연료 분사구(524)로 분사되는 연료는 연료 연결관(542)을 통하여 공급되면서 연료 연결관(542)과 연소 반응물 노즐(320)의 이중구조로 인하여 공기와 열교환되면서 예혼합 영역(81)으로 분사된다. 예혼합 영역(81)에서 연료와 공기는 효과적으로 예혼합될 수 있다.
- [216] 예혼합 영역(81)을 구비한 연소 반응물 노즐(480)은 이중구조를 경유한 공기와 연료의 예혼합 및 반응에 의한 연소 반응물을 연소 반응물 노즐(480)이 위치하는 주위의 촉매 밀집 영역(Z1)에 공급한다.
- [217] 이 경우, 촉매 재생기(303)는 촉매 밀집 영역(Z1)에서 더욱 안정된 연소를 구현하면서 촉매 밀집 영역(Z1)의 상부에 설정되는 촉매 회박 영역(Z2)에서 후연소(after-burning) 현상을 발생시키지 않는다. 출구(82)가 다양한 개수 및 다양한 각도로 연소 반응물을 촉매 밀집 영역(Z1)에 분사하므로 촉매 밀집 영역(Z1)에서 더욱 안정된 연소가 구현될 수 있다.
- [218] 도 22는 본 발명의 제3실시예의 제3형태에 따른 촉매 재생기의 구성도이다. 도 22를 참조하면, 제3형태의 촉매 재생기(304)에서 연소 반응물 노즐(580)은 연료에 수소가 포함되어 공급되므로 연료와 수소 및 공기를 예혼합 영역(581)에서 예혼합하고 연소한다.
- [219] 공기 노즐(83)과 연료 노즐(84)은 예혼합 영역(581)의 입구 측에 연결되어, 공기와 연료 및 수소를 예혼합 영역(581)으로 분사한다. 연소 반응물 노즐(580)은 공기와 연료 및 수소를 예혼합 및 연소에 의한 연소 반응물을 연소 반응물 노즐(580)이 위치하는 주위의 촉매 밀집 영역(Z1)에 공급한다. 연료에 포함된 수소는 연소 반응을 가속화시킨다.
- [220] 이 경우, 촉매 재생기(304)는 촉매 밀집 영역(Z1)에서 보다 안정된 연소를 구현하면서 촉매 밀집 영역(Z1)의 상부에 설정되는 촉매 회박 영역(Z2)에서 후연소(after-burning) 현상을 발생시키지 않는다.
- [221] 그리고 연소 반응물 노즐(580)은 제1형태의 연소 반응물 노즐(80, 도 19 참조)과 비교할 때, 혼합부재(86)와 방열핀(87)을 구비하지 않고, 연소 반응물을 생성하기 위한 최소의 구성을 개시하고 있다.
- [222] 도 23은 본 발명의 제3실시예의 제4형태에 따른 촉매 재생기의 구성도이다. 도 23을 참조하면, 제4형태의 촉매 재생기(307)에서 연소 반응물 노즐(880)의 연료 배관(841)은 연료 노즐(840)의 주위에 다공(842)을 구비한다.

- [223] 연료 노즐(840)에 연결되는 연료 배관(841)은 공기 노즐(83)에 연결되는 연소 반응물 노즐(880)의 외부에서 내부로 설치되어 분사되는 공기 가운데 연료를 분사한다. 즉 연료 배관(841)과 공기 노즐(83)은 이중 구조를 형성한다.
- [224] 공기 노즐(83)에서 분사되는 공기가 다공(842)으로 유입되어 연료와 함께 연료 노즐(840)로 혼합 분사되거나, 연료 노즐(840)에서 분사되는 연료가 다공(842)으로 유출되어 공기 노즐(83) 내에서 공기와 함께 혼합되어, 예혼합 영역(881)으로 분사될 수 있다.
- [225] 즉 다공(842)은 분사 압력에 따라 연료의 유출 또는 공기의 유입을 가능하게 하여, 연료와 공기의 혼합을 가속화 시킬 수 있다. 따라서 다공(842)은 예혼합 영역(881) 내에서 공기와 연료의 예혼합을 더욱 촉진시킬 수 있다.
- [226] 예혼합 영역(881)을 구비한 연소 반응물 노즐(880)은 이중구조 및 다공(842)을 경유한 공기와 연료의 예혼합 및 반응에 의한 연소 반응물을 연소 반응물 노즐(880)이 위치하는 주위의 촉매 밀집 영역(Z1)에 공급한다.
- [227] 이 경우, 촉매 재생기(307)는 촉매 밀집 영역(Z1)에서 안정된 연소를 구현하면서 촉매 밀집 영역(Z1)의 상부에 설정되는 촉매 회박 영역(Z2)에서 후연소(after-burning) 현상을 발생시키지 않는다.
- [228] 도 24는 본 발명의 제3실시예의 제5형태에 따른 유동층 촉매 재생기에 적용되는 연소 반응물 노즐의 구성도이다. 도 24를 참조하면, 제5형태의 촉매 재생기(310)에서, 연소 반응물 노즐(1180)은 제3형태의 연소 반응물 노즐(580, 도 22 참조)과 비교할 때, 점화장치(88)를 더 구비한다.
- [229] 즉 연소 반응물 노즐(1180)은 필요에 따라서 예혼합 영역(581) 내에 점화장치(88)를 구비하여, 예혼합 영역(581)에서 연료와 수소 및 공기의 예혼합 및 반응을 더 촉진할 수 있다. 예를 들면, 점화장치(88)는 플라즈마 점화기, 스파크 점화기 또는 글로우 점화기 중 하나로 구성될 수 있다.
- [230] 이상을 통해 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고 특허청구범위와 발명의 상세한 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러 가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 본 발명의 범위에 속하는 것은 당연하다.
- [231] - 부호의 설명 -
- [232] 1, 1', 2, 2', 301, 303, 304, 307, 310: 촉매 재생기
- [233] 10: 스탠드 파이프 20: 반응 챔버
- [234] 21: 출구 22: 다공판(perforate plate)
- [235] 23: 바닥 30: 공기 공급부
- [236] 31: 공기 분배링 32: 공기 분사구
- [237] 40, 240, 340, 440, 540, 640: 자열개질반응기
- [238] 41: 개질용기 42: 개질촉매
- [239] 50: 기체연료 공급부 51: 연료 분배링
- [240] 52: 연료 분사구 311: 공기 관

- [241] 344: 파일럿 버너 또는 점화기 411: 연결관
- [242] 444: 외부 연소기 541, 542: 제1, 제2믹서
- [243] 543, 643: 물공급부 642: 믹서
- [244] 644: 열교환부 61: 하우징
- [245] 10, 260, 360, 460, 561~56N, 660: 액상 연료 개질부
- [246] 62: 연료 공급관 63, 66: 스페이서
- [247] 64: 내부관 65: 유도구
- [248] 67: 플라즈마 점화/연소부 68: 고온노출 증대부재
- [249] 69: 가열부재 631: 외부관
- [250] 611: 확장부
- [251] 80, 280, 480, 580, 880, 1180: 연소 반응물 노즐
- [252] 81, 581, 881: 예혼합 영역
- [253] 82: 출구 83: 공기 노즐
- [254] 84, 840: 연료 노즐 85: 입구
- [255] 86: 혼합부재 87: 방열핀
- [256] 88: 점화장치

청구범위

- [청구항 1] 유동층 반응기의 흡열 촉매 반응에서 생성된 생성물로부터 분리된 코킹된 촉매를 재생하는 촉매 재생기로서,
 재생 공간을 구비하며, 상기 재생 공간에 연결된 스탠드 파이프에서 상기 코킹된 촉매를 공급받고 재생된 촉매를 출구로 배출하는 반응 챔버;
 상기 반응 챔버에 연결되어, 연소를 위한 연료를 상기 재생 공간에 분사하는 연료 공급부; 및
 상기 반응 챔버에 연결되어, 연소를 위한 공기를 상기 재생 공간에 분사하는 공기 공급부;
 를 포함하며,
 상기 연료 공급부에서 분사되는 상기 연료는 수소와 일산화탄소를 포함하는 개질된 연료인, 촉매 재생기.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 공기 공급부는
 상기 공기를 공급받는 공기 분배링, 및 상기 공기 분배링에 형성되는 공기 분사구를 포함하고,
 상기 연료 공급부는
 상기 연료를 공급받고 상기 공기 분배링에 인접하게 배치되는 연료 분배링, 및 상기 연료 분배링에 형성되는 연료 분사구를 포함하는, 촉매 재생기.
- [청구항 3] 제 2 항에 있어서,
 상기 출구는 상기 반응 챔버의 바닥으로부터 설정된 높이에 설치되며,
 상기 재생 공간은
 상기 출구보다 낮은 높이에서 설정되는 촉매 밀집 영역, 및 상기 출구의 상측에서 설정되는 촉매 희박 영역
 을 포함하는, 촉매 재생기.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서,
 상기 연료 공급부는,
 개질촉매가 내장된 개질용기가 구비되어, 상기 흡열 촉매 반응의 생성물에서 분리된 분리기체연료를 공급받아서 상기 개질촉매에서 자열개질반응시키는 자열개질반응기를 더 포함하는, 촉매 재생기.
- [청구항 5] 제 4 항에 있어서,
 상기 자열개질반응기는 공기와 물을 더 공급받는, 촉매 재생기.
- [청구항 6] 제 3 항에 있어서,

- 상기 자열개질반응기는 외부로부터 외부기체연료를 더 공급받는, 촉매 재생기.
- [청구항 7] 제 4 항에 있어서,
상기 자열개질반응기는
상기 개질용기에 파일럿 버너(pilot burner) 또는 점화기(igniter)를 구비하는, 촉매 재생기.
- [청구항 8] 제 4 항에 있어서,
상기 자열개질반응기는
고온의 연소 생성물 가스를 공급하는 외부 연소기가 상기 개질용기에 연결되는, 촉매 재생기.
- [청구항 9] 제 5 항에 있어서,
상기 자열개질반응기는
상기 개질용기에 구비되어 상기 분리기체연료와 상기 공기를 혼합하는 제1믹서,
상기 제1믹서의 하류 방향에 구비되어 상기 개질용기에 공급되는 물을 분사하는 물공급부, 및
상기 개질용기에 내장된 상기 개질촉매 및 상기 물공급부 사이에 구비되어 상기 분리기체연료와 상기 공기 및 상기 물을 혼합하는 제2믹서
를 포함하는, 촉매 재생기.
- [청구항 10] 제 5 항에 있어서,
상기 자열개질반응기는
상기 개질용기에 구비되어 상기 분리기체연료와 상기 공기를 혼합하는 믹서, 및
상기 개질용기에 내장된 상기 개질촉매 및 상기 믹서 사이에 구비되어 상기 개질용기에 공급되는 물을 분사하는 물공급부,
를 포함하는 촉매 재생기.
- [청구항 11] 제 10 항에 있어서,
상기 물공급부는 상기 개질용기의 내부에서 열을 교환하는 열교환부를 포함하는, 촉매 재생기.
- [청구항 12] 제 4 항에 있어서,
상기 자열개질반응기는 상기 재생 공간에 설치되는, 촉매 재생기.
- [청구항 13] 제 4 항에 있어서,
상기 반응 챔버는 상기 연료 분배링의 상측에 다공판(perforate plate)을 구비하며,
상기 다공판은 상기 촉매밀집영역에 단층 또는 복층으로 구비되는, 촉매 재생기.
- [청구항 14] 제 1 항에 있어서,

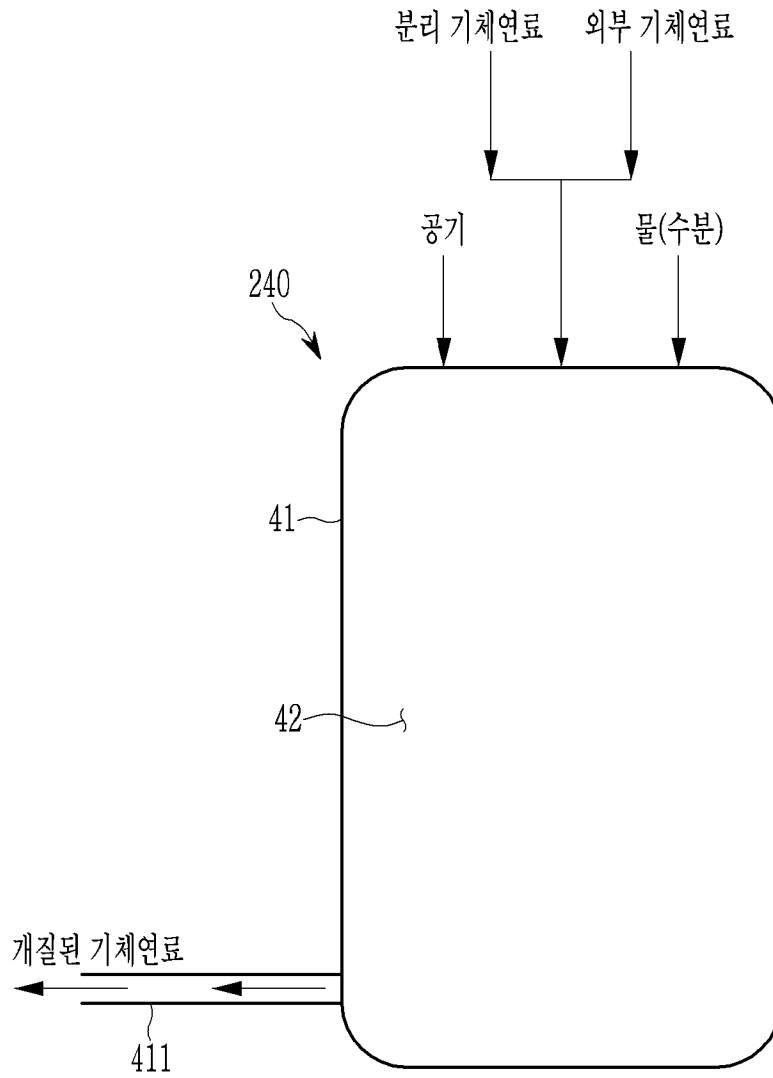
- 상기 연료 공급부는,
 상기 반응 챔버에 연결되어, 액상 연료의 부분산화로 수소,
 일산화탄소 및 고상의 카본을 포함하는 개질가스를 생성하여 상기
 재생 공간으로 공급하는 액상 연료 개질부;
 를 포함하는, 촉매 재생기.
- [청구항 15] 제 14항에 있어서,
 상기 액상 연료 개질부는,
 상기 반응 챔버에 연결되는 하우징,
 상기 하우징의 일측에서 공급되는 제1액상 연료와 제1공기로
 제1핫가스 흐름을 형성하는 희박연소영역, 및
 상기 희박연소영역의 내측에 설치되는 연료 공급관을 통하여
 공급되는 제2액상 연료로 제2핫가스 흐름을 형성하는
 농후연소영역
 을 포함하는, 촉매 재생기.
- [청구항 16] 제 15 항에 있어서,
 상기 농후연소영역에서, 상기 하우징의 내부에 스페이서를
 개재하여 설치되는 내부관
 을 더 포함하는 촉매 재생기.
- [청구항 17] 제 16 항에 있어서,
 상기 내부관의 외면과 상기 하우징의 내면은 서로의 사이에 상기
 제1핫가스를 흐르게 하는 제1핫가스 흐름 통로를 설정하고,
 상기 내부관의 내면은 상기 제2핫가스를 흐르게 하는 제2핫가스
 흐름 통로를 설정하는, 촉매 재생기.
- [청구항 18] 제 15 항에 있어서,
 상기 하우징의 외부에 설치되는 외부관을 더 포함하는, 촉매
 재생기.
- [청구항 19] 제 18 항에 있어서,
 상기 하우징의 외면과 상기 외부관의 내면은 서로의 사이에
 제2공기를 흐르게 하는 제2공기 흐름 통로를 설정하는, 촉매
 재생기.
- [청구항 20] 제 15 항에 있어서,
 상기 하우징은 상기 농후연소영역에서보다 상기
 희박연소영역에서 확장 형성되는 확장부를 포함하고,
 상기 확장부에 설치되어 제1액상 연료 및 제1공기에 의하여
 플라즈마를 발생시키고 점화 연소하는 플라즈마 점화/연소부
 를 포함하는 촉매 재생기.
- [청구항 21] 제 15 항에 있어서,
 상기 하우징은

- 상기 농후연소영역에 설치되어 고온노출 시간을 증대시키는
고온노출 증대부재를 포함하는, 촉매 재생기.
- [청구항 22] 제 21 항에 있어서,
상기 고온노출 증대부재는
메탈폼, 메탈메쉬 또는 세라믹 모노리스(monolith) 중 적어도
하나를 포함하는, 촉매 재생기.
- [청구항 23] 제 15 항에 있어서,
상기 하우징은
외면에 설치되어 내부 온도를 높이는 가열부재를 포함하는, 촉매
재생기.
- [청구항 24] 제 15 항에 있어서,
상기 액상 연료 개질부는
상기 반응 챔버의 하측에 복수로 배치되는, 촉매 재생기.
- [청구항 25] 제 3 항에 있어서,
상기 촉매 밀집 영역에 배치되고, 상기 연료 공급부로부터
공급되는 연료와 상기 공기 공급부로부터 공급되는 공기를
예혼합(pre-mixing)하는 예혼합 영역
이 구비된 예혼합 수단을 포함하는, 촉매 재생기.
- [청구항 26] 제 25 항에 있어서,
상기 예혼합 수단은 상기 예혼합 영역에서 생성된 연소 반응물을
상기 촉매 밀집 영역에 분사하는 연소 반응물 노즐이고,
상기 연소 반응물 노즐은,
상기 공기 분사구와 연결되는 공기 노즐, 및 상기 연료 분사구와
연결되는 연료 노즐을 포함하며,
상기 공기 노즐 및 상기 연료 노즐은 상기 예혼합 영역의 입구 측에
연결되는, 촉매 재생기.
- [청구항 27] 제 26 항에 있어서,
상기 연료 분사구와 상기 연료 노즐을 연결하는 연료 연결관은
상기 공기 노즐에 연결되는 상기 연소 반응물 노즐의 외부에서
내부로 설치되어, 분사되는 공기 가운데에 상기 연료를 분사하는,
촉매 재생기.
- [청구항 28] 제 26 항에 있어서,
상기 연료 배관은 상기 연료 노즐의 주위에 다공을 형성하는, 촉매
재생기.
- [청구항 29] 제 26 항에 있어서,
상기 연소 반응물 노즐은
상기 예혼합 영역에 설치되는 점화장치를 더 포함하는, 촉매
재생기.

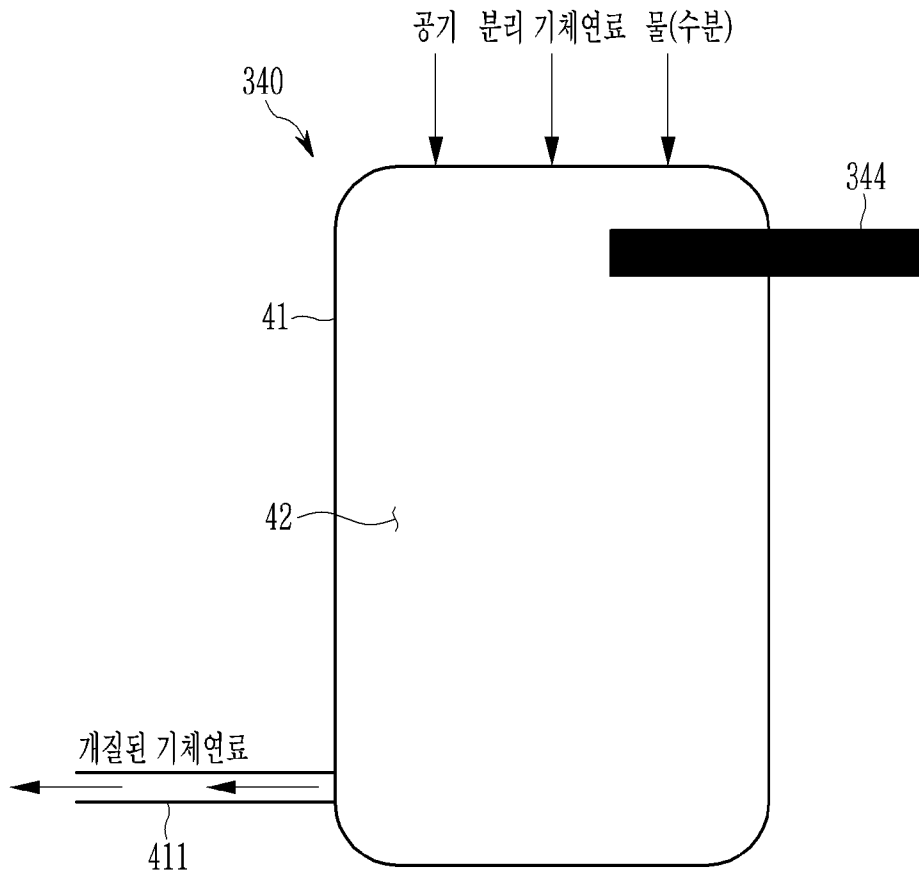
[청구항 30]

제 27 항에 있어서,
상기 공기 분배링과 상기 연료 분배링은
상기 반응 챔버의 내부에 각각 독립적으로 설치되는, 촉매 재생기.

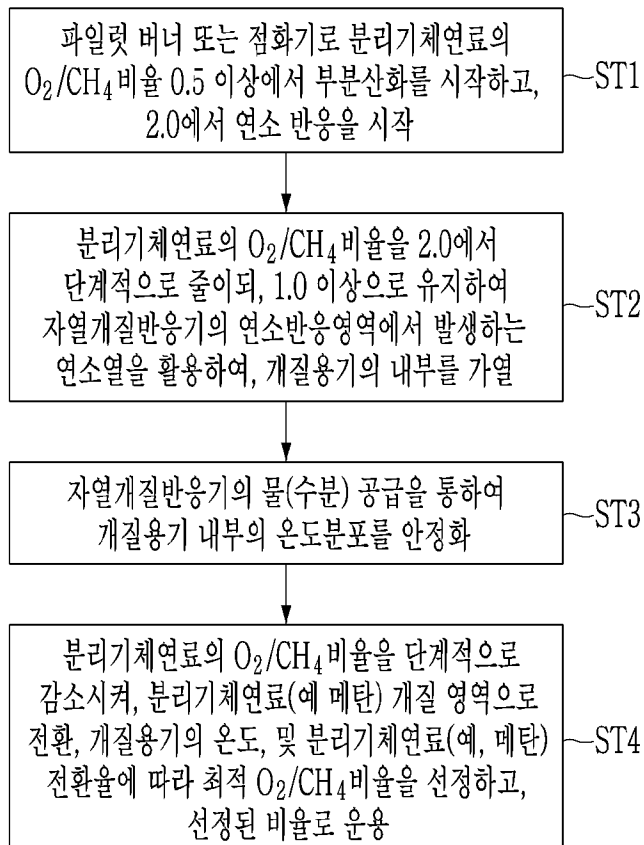
[Fig. 2]



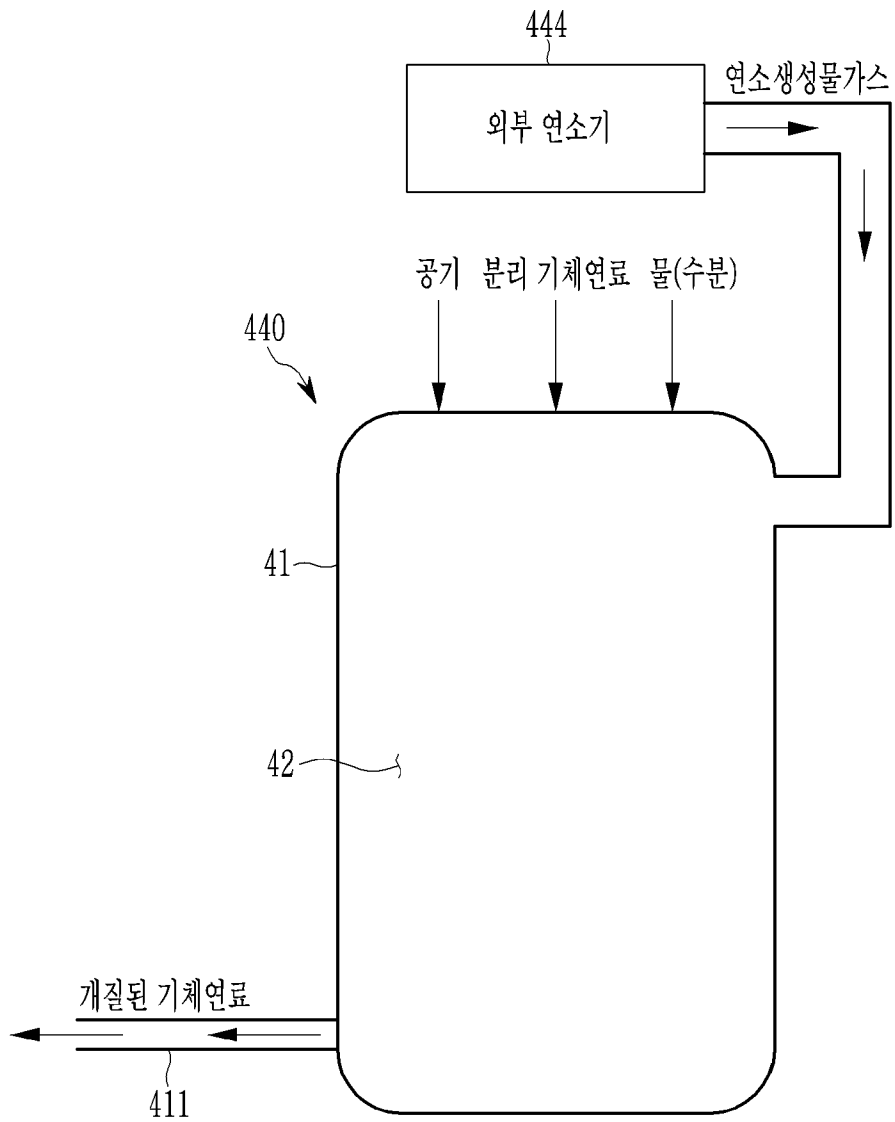
[Fig. 3]



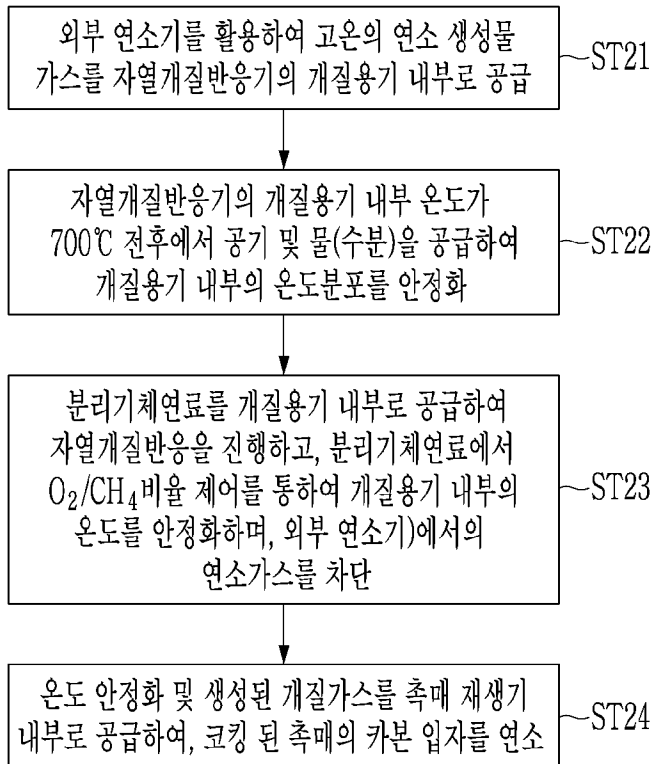
[Fig. 4]



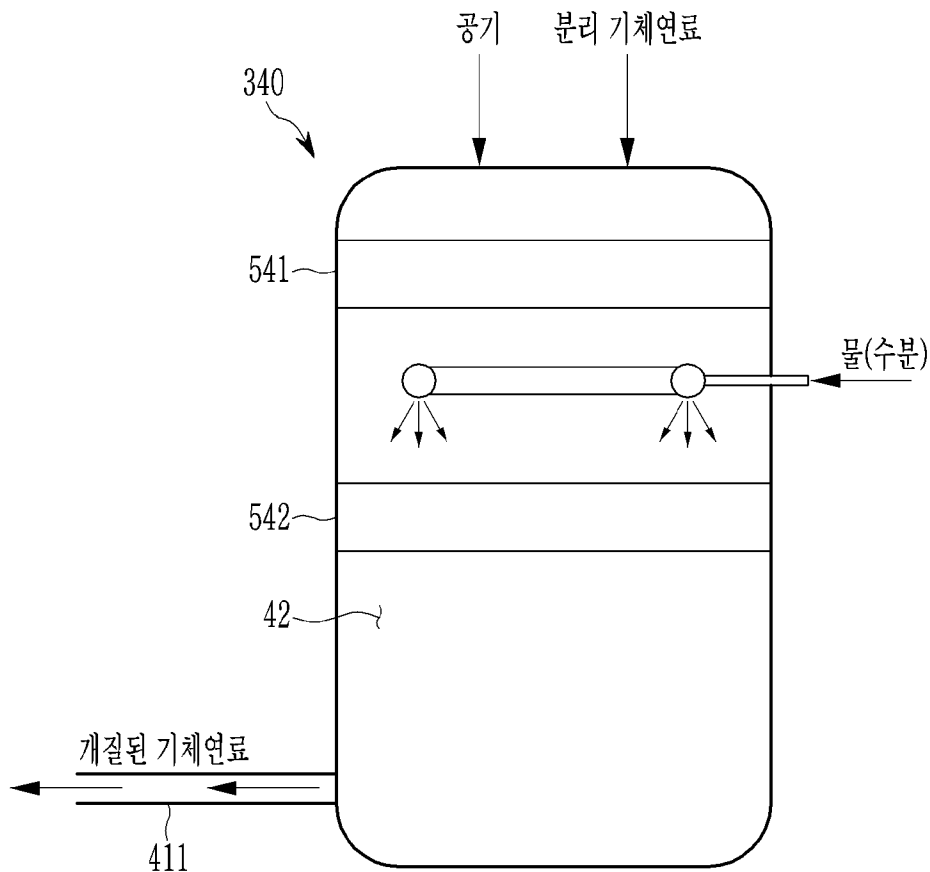
[Fig. 5]



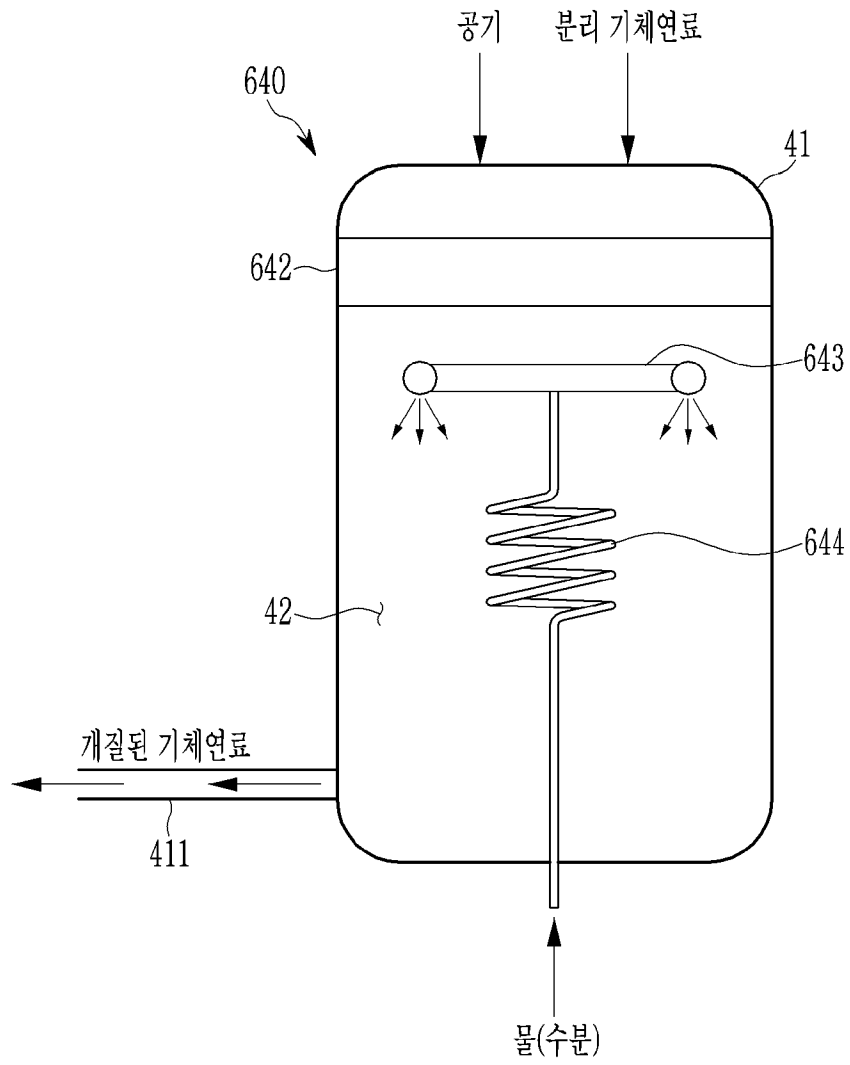
[Fig. 6]



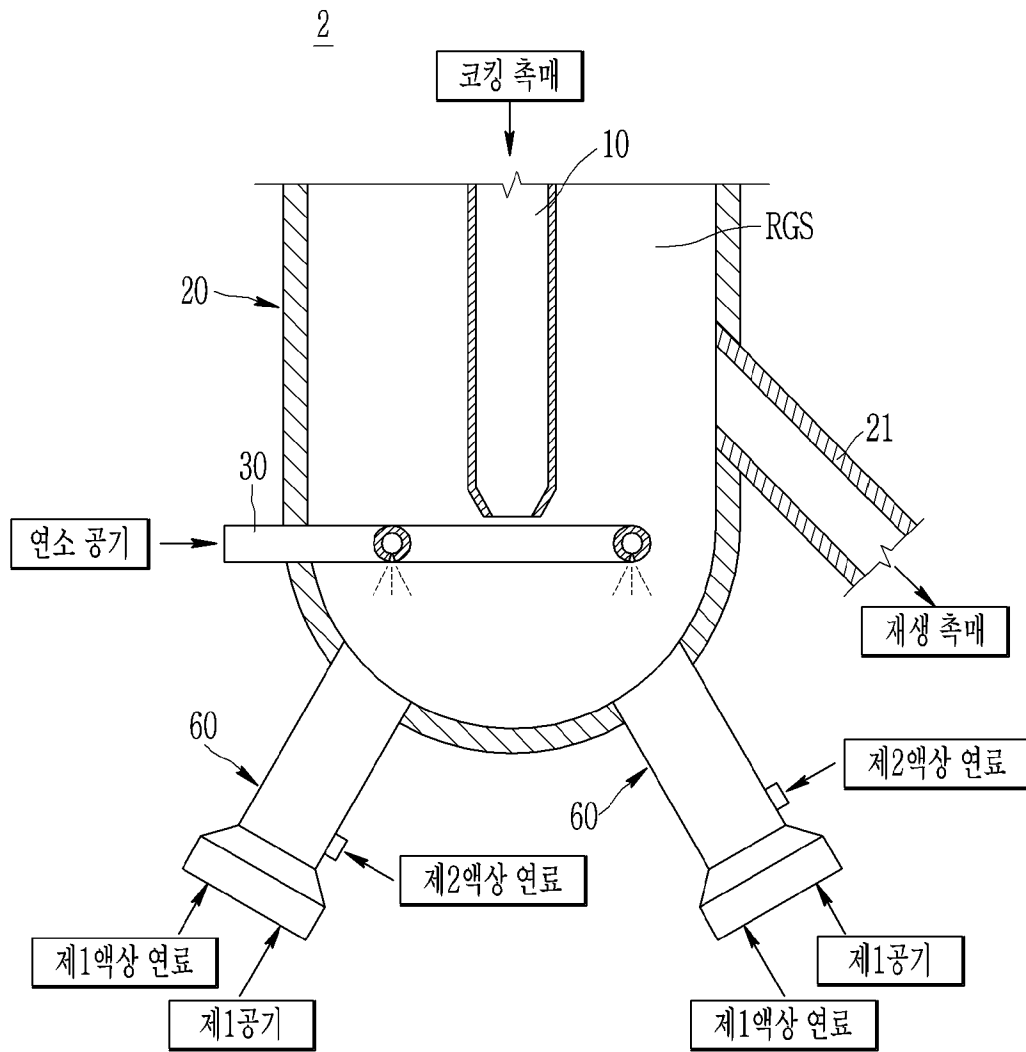
[Fig. 7]



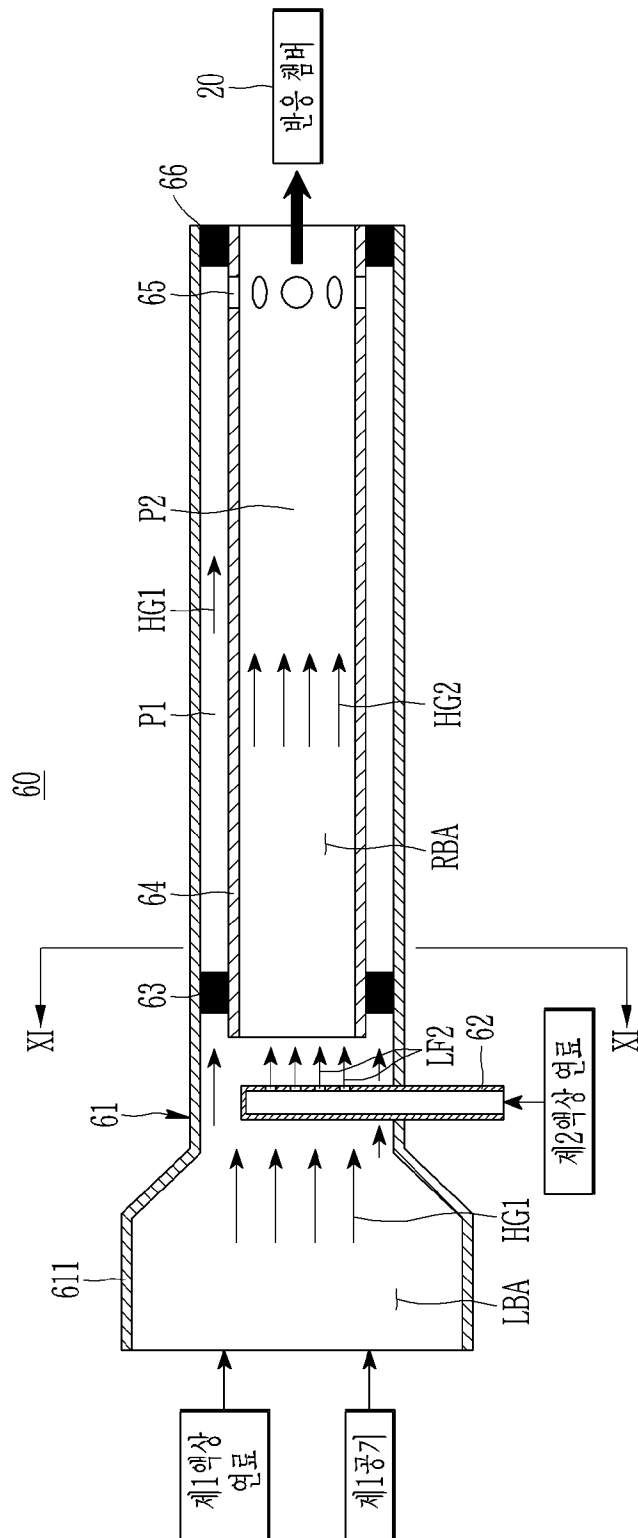
[Fig. 8]



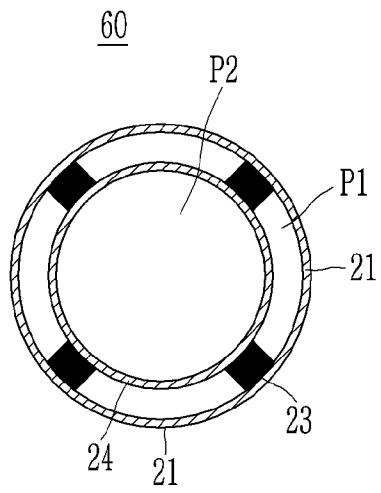
[Fig. 10]



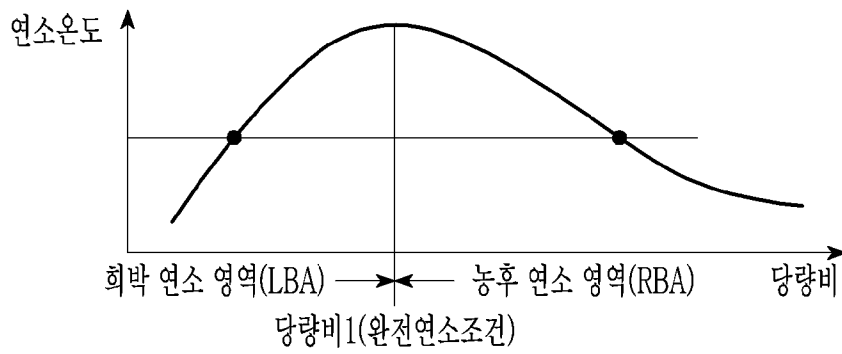
[Fig. 11]



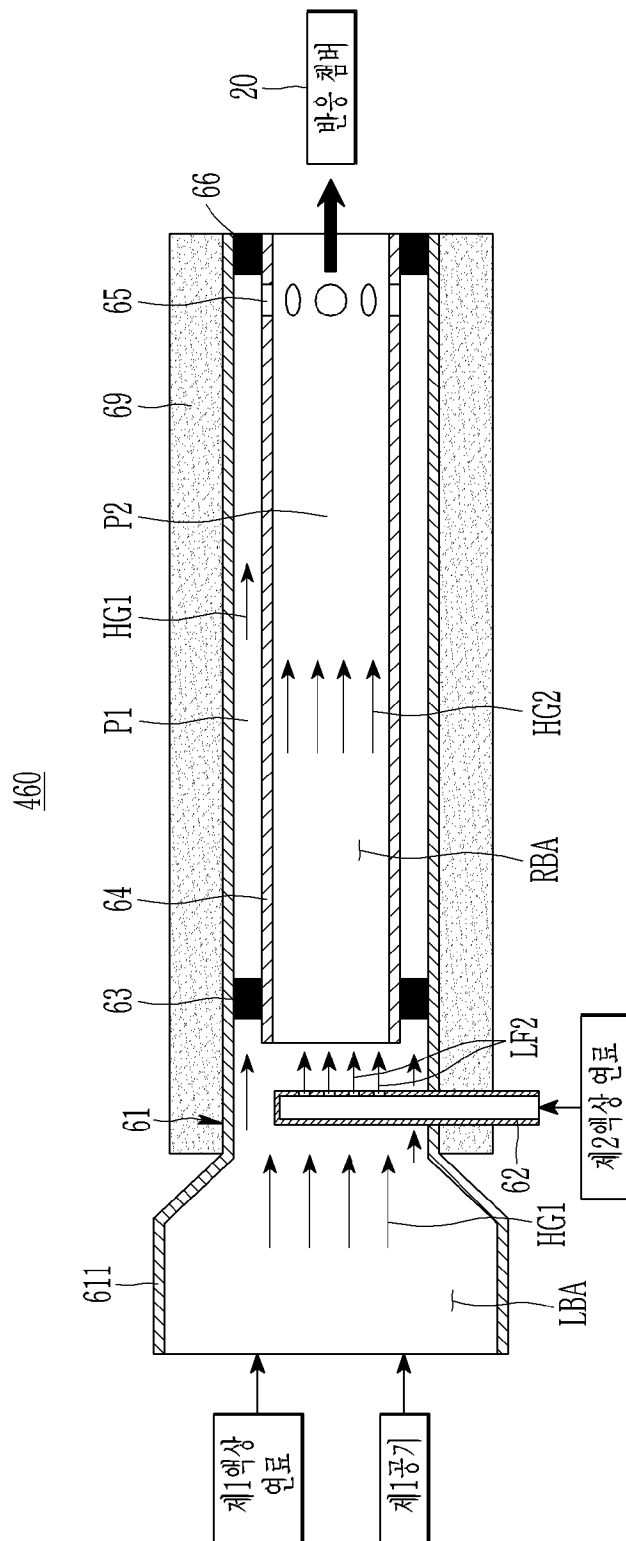
[Fig. 12]



[Fig. 13]

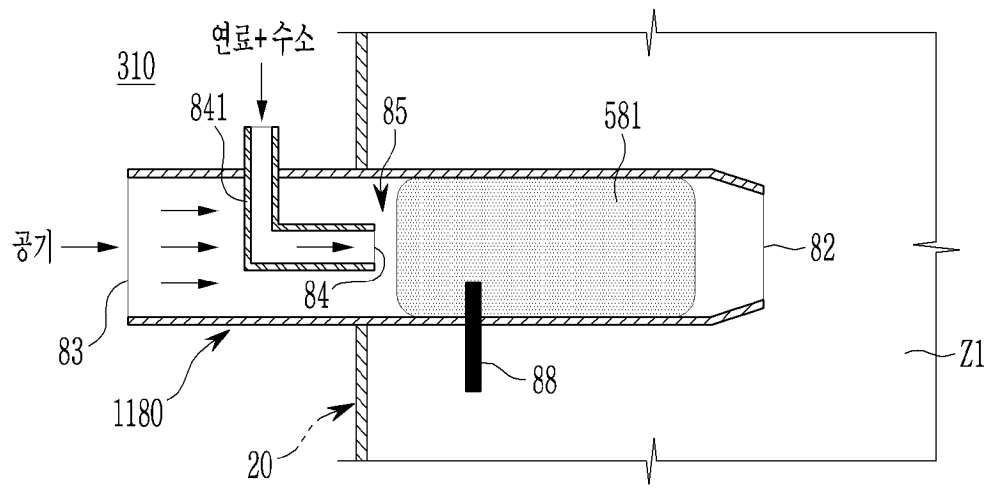


[Fig. 16]



A cross-sectional view of a combustion chamber (10) showing internal components and fuel/air flow. The chamber has a top wall (301) and side walls (Z2). A fuel/air mixture (공기, 연료) enters from the left through a duct (20) and is distributed by a fuel/air distributor (21) into the chamber. The chamber is divided into sections by vertical walls (Z1). The bottom of the chamber is a curved surface (81, 82). A fuel/air distributor (21) is shown at the bottom, with fuel/air (공기, 연료) entering through a duct (20) and being distributed into the chamber. The distributor has a central part (423) and side parts (424, 441, 442). A fuel/air distributor (21) is shown at the bottom, with fuel/air (공기, 연료) entering through a duct (20) and being distributed into the chamber. The distributor has a central part (423) and side parts (424, 441, 442). A fuel/air distributor (21) is shown at the bottom, with fuel/air (공기, 연료) entering through a duct (20) and being distributed into the chamber. The distributor has a central part (423) and side parts (424, 441, 442).

[Fig. 24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2019/005644

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01J 38/02(2006.01)i, B01J 8/24(2006.01)i, B01J 8/18(2006.01)i, C10G 11/18(2006.01)i, B01J 38/04(2006.01)i, B01J 38/10(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)

B01J 38/02; B01J 23/755; B01J 38/04; B01J 38/34; B01J 38/42; B01J 38/46; B01J 8/26; C01B 3/16; C10G 11/02; C21B 13/00; C21B 13/06; B01J 8/24; B01J 8/18; C10G 11/18; B01J 38/10

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: coking, catalyst, fuel, air, reforming

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-2018-0032472 A (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS et al.) 30 March 2018 See paragraphs [0041]-[0089] and figures 1-9.	1,2,14
Y		4,5,7-13
A		3,6,15-30
Y	KR 10-2014-0048381 A (RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SCIENCE & TECHNOLOGY) 24 April 2014 See paragraphs [0022]-[0064] and figure 1.	4,5,7-13
A	KR 10-2016-0030456 A (IFP ENERGIES NOUVELLES) 18 March 2016 See claims 1-15 and figures 1-6.	1-30
A	KR 10-2014-0140542 A (CHEVRON PHILLIPS CHEMICAL COMPANY LP.) 09 December 2014 See claims 1-14.	1-30
A	KR 10-2011-0084772 A (POSCO) 26 July 2011 See paragraphs [0030]-[0057] and figure 1.	1-30



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

09 SEPTEMBER 2019 (09.09.2019)

Date of mailing of the international search report

09 SEPTEMBER 2019 (09.09.2019)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2019/005644

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2018-0032472 A	30/03/2018	KR 10-1921696 B1 US 2019-0217284 A1 WO 2018-056735 A1	23/11/2018 18/07/2019 29/03/2018
KR 10-2014-0048381 A	24/04/2014	KR 10-1420660 B1	21/07/2014
KR 10-2016-0030456 A	18/03/2016	BR 102015021508 A2 CN 105396516 A EP 2995380 A1 FR 3025438 A1 RU 2015138462 A RU 2015138462 A3 RU 2682528 C2 TW 201622817 A US 2016-0068765 A1 US 9708551 B2	12/04/2016 16/03/2016 16/03/2016 11/03/2016 16/03/2017 12/02/2019 19/03/2019 01/07/2016 10/03/2016 18/07/2017
KR 10-2014-0140542 A	09/12/2014	AU 2013-230493 A1 AU 2013-230493 B2 AU 2017-245418 A1 AU 2017-245418 B2 CA 2865755 A1 CN 104169001 A CN 104169001 B EP 2822685 A1 EP 3332871 A1 IN 7229DEN2014 A JP 2015-510839 A JP 2018-167263 A JP 6368650 B2 MX 2014010660 A MX 351422 B RU 2014134746 A RU 2631499 C2 SG 11201405277 A US 2013-0231511 A1 US 2013-0231512 A1 US 2014-0213839 A1 US 2015-0073190 A1 US 2016-0045904 A1 US 8716161 B2 US 8912108 B2 US 9174895 B2 US 9421530 B2 US 9943837 B2 WO 2013-134055 A1 ZA 201406336 B	12/09/2013 10/08/2017 02/11/2017 06/06/2019 12/09/2013 26/11/2014 15/03/2017 14/01/2015 13/06/2018 24/04/2015 13/04/2015 01/11/2018 01/08/2018 17/10/2014 13/10/2017 27/04/2016 25/09/2017 26/09/2014 05/09/2013 05/09/2013 31/07/2014 12/03/2015 18/02/2016 06/05/2014 16/12/2014 03/11/2015 23/08/2016 17/04/2018 12/09/2013 25/11/2015
KR 10-2011-0084772 A	26/07/2011	CN 102762748 A	31/10/2012

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2019/005644

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
		CN 102762748 B	10/12/2014
		KR 10-1153358 B1	05/06/2012
		WO 2011-087199 A1	21/07/2011

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

B01J 38/02(2006.01)i, B01J 8/24(2006.01)i, B01J 8/18(2006.01)i, C10G 11/18(2006.01)i, B01J 38/04(2006.01)i, B01J 38/10(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

B01J 38/02; B01J 23/755; B01J 38/04; B01J 38/34; B01J 38/42; B01J 38/46; B01J 8/26; C01B 3/16; C10G 11/02; C21B 13/00; C21B 13/06; B01J 8/24; B01J 8/18; C10G 11/18; B01J 38/10

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: 코킹 (coking), 촉매 (catalyst), 연료 (fuel), 공기 (air), 개질 (reforming)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-2018-0032472 A (한국기계연구원 등) 2018.03.30 단락 [0041]-[0089] 및 도면 1-9 참조.	1, 2, 14
Y		4, 5, 7-13
A		3, 6, 15-30
Y	KR 10-2014-0048381 A (재단법인 포항산업과학연구원) 2014.04.24 단락 [0022]-[0064] 및 도면 1 참조.	4, 5, 7-13
A	KR 10-2016-0030456 A (아이에프피 에너지스 누벨) 2016.03.18 청구항 1-15 및 도면 1-6 참조.	1-30
A	KR 10-2014-0140542 A (세브론 필립스 케미컬 컴퍼니 엘피) 2014.12.09 청구항 1-14 참조.	1-30
A	KR 10-2011-0084772 A (주식회사 포스코) 2011.07.26 단락 [0030]-[0057] 및 도면 1 참조.	1-30

☐ 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

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

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

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

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

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

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

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2019년 09월 09일 (09.09.2019)

국제조사보고서 발송일

2019년 09월 09일 (09.09.2019)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

권용정

전화번호 +82-42-481-3371



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2018-0032472 A	2018/03/30	KR 10-1921696 B1 US 2019-0217284 A1 WO 2018-056735 A1	2018/11/23 2019/07/18 2018/03/29
KR 10-2014-0048381 A	2014/04/24	KR 10-1420660 B1	2014/07/21
KR 10-2016-0030456 A	2016/03/18	BR 102015021508 A2 CN 105396516 A EP 2995380 A1 FR 3025438 A1 RU 2015138462 A RU 2015138462 A3 RU 2682528 C2 TW 201622817 A US 2016-0068765 A1 US 9708551 B2	2016/04/12 2016/03/16 2016/03/16 2016/03/11 2017/03/16 2019/02/12 2019/03/19 2016/07/01 2016/03/10 2017/07/18
KR 10-2014-0140542 A	2014/12/09	AU 2013-230493 A1 AU 2013-230493 B2 AU 2017-245418 A1 AU 2017-245418 B2 CA 2865755 A1 CN 104169001 A CN 104169001 B EP 2822685 A1 EP 3332871 A1 IN 7229DEN2014 A JP 2015-510839 A JP 2018-167263 A JP 6368650 B2 MX 2014010660 A MX 351422 B RU 2014134746 A RU 2631499 C2 SG 11201405277 A US 2013-0231511 A1 US 2013-0231512 A1 US 2014-0213839 A1 US 2015-0073190 A1 US 2016-0045904 A1 US 8716161 B2 US 8912108 B2 US 9174895 B2 US 9421530 B2 US 9943837 B2 WO 2013-134055 A1 ZA 201406336 B	2013/09/12 2017/08/10 2017/11/02 2019/06/06 2013/09/12 2014/11/26 2017/03/15 2015/01/14 2018/06/13 2015/04/24 2015/04/13 2018/11/01 2018/08/01 2014/10/17 2017/10/13 2016/04/27 2017/09/25 2014/09/26 2013/09/05 2013/09/05 2014/07/31 2015/03/12 2016/02/18 2014/05/06 2014/12/16 2015/11/03 2016/08/23 2018/04/17 2013/09/12 2015/11/25
KR 10-2011-0084772 A	2011/07/26	CN 102762748 A	2012/10/31

국제조사보고서에서
인용된 특허문헌

공개일

대응특허문헌

공개일

CN 102762748 B	2014/12/10
KR 10-1153358 B1	2012/06/05
WO 2011-087199 A1	2011/07/21