

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2022년 12월 29일 (29.12.2022) WIPO | PCT



(10) 국제공개번호

WO 2022/270958 A1

(51) 국제특허분류:

C10G 35/16 (2006.01)

C10G 15/12 (2006.01)

C10G 35/04 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2022/008986

(22) 국제출원일:

2022년 6월 23일 (23.06.2022)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2021-0081767 2021년 6월 23일 (23.06.2021) KR

10-2022-0072334 2022년 6월 14일 (14.06.2022) KR

(71) 출원인: 한국기계연구원 (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS) [KR/KR]; 34103 대전광역시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR).

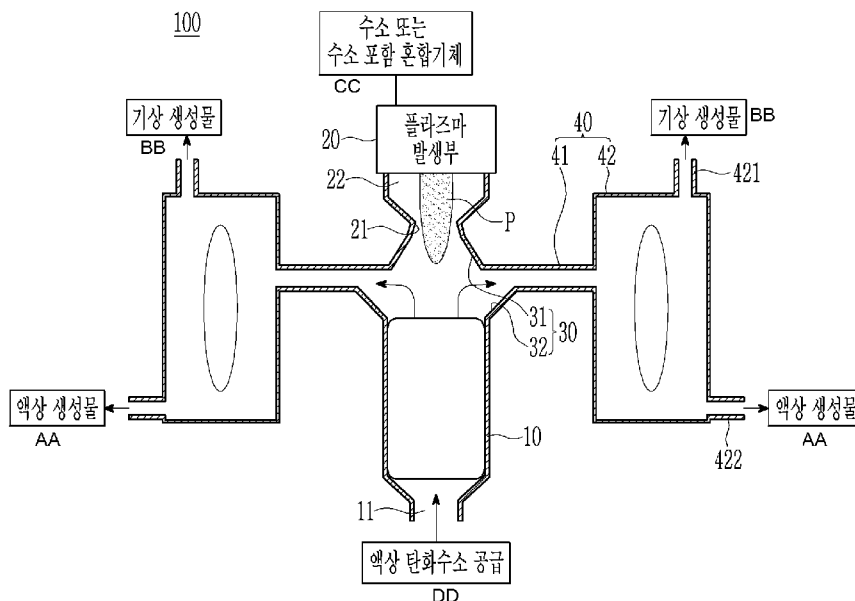
(72) 발명자: 김유나 (KIM, You-Na); 34103 대전광역시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR). 이대훈 (LEE, Dae-hoon); 34103 대전광역시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR). 송영훈 (SONG, Younghoon); 34103 대전광역시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR). 김관태 (KIM, Kwan-Tae); 34103 대전광역시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR). 강홍재 (KANG, Hong Jae); 34103 대전광역시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR). 이희수 (LEE, Heesoo); 34103 대전광역시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR). 송호현 (SONG, Hohyun); 34103 대전광역시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR).

(74) 대리인: 팬코리아특허법인 (PANKOREA PATENT AND LAW FIRM); 06234 서울특별시 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, IQ, IR, IS, IT, JM, 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,

(54) Title: APPARATUS FOR LOW-MOLECULARIZING HYDROCARBON-BASED MATERIAL

(54) 발명의 명칭: 탄화수소계 물질의 저분자화 장치



20 ... Plasma generation unit

AA ... Liquid product

BB ... Gas product

CC ... Hydrogen or hydrogen-containing mixed gas

DD ... Liquid hydrocarbon supply

(57) Abstract: An apparatus for low-molecularizing a hydrocarbon-based material, according to one embodiment of the present invention, comprises: a supply unit for supplying liquid hydrocarbon; a plasma generation unit for generating plasma for supplying thermal energy to the hydrocarbon of the supply unit; a reaction unit disposed between the supply unit and the plasma generation unit and converting the liquid hydrocarbon; and a separation unit connected to the reaction unit and separating unreacted hydrocarbon and a gas product and liquid product of an aromatic compound which are entering thereinto after being generated by the conversion in the reaction unit.

[다음 쪽 계속]



OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))

(57) 요약서: 본 발명의 일 실시예에 따른 탄화수소계 물질의 저분자화 장치는, 액상의 탄화수소를 공급하는 공급부, 상기 공급부의 탄화수소에 열 에너지를 공급하기 위한 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 발생부, 상기 공급부와 상기 플라즈마 발생부 사이에서 액상의 탄화수소를 전환하는 반응부, 상기 반응부에 연결되어 상기 반응부에서 전환으로 생성되어 유입되는 방향족 화합물의 기상 생성물과 액상 생성물 및 미반응 탄화수소를 분리하는 분리부를 포함한다.

명세서

발명의 명칭: 탄화수소계 물질의 저분자화 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 탄화수소계 물질의 저분자화 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 고비점 탄화수소를 전환하고 생성물을 분리하는 탄화수소계 물질의 저분자화 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 알려진 바에 따르면, 고비점 탄화수소는 열분해 연료유(pyrolyzed fuel oil, PFO), 나프타분해 잔사유(Naphtha cracking bottom oil, NCB), 에틸렌분해 잔사유(Ethylene cracker bottom oil, EBO), 감압잔사유(Vacuum residue, VR), 탈아스팔트오일(De-asphalted oil, DAO), 상압잔사유(Atmospheric residue, AR), 유체 촉매균열 디캔트유(Fluid catalytic cracking decant oil, FCC-DO), 잔류유체 촉매균열 디캔트유(Residue fluid catalytic cracking decant oil, RFCC-DO), 및 중질 방향족 유분(Heavy aromatic oil) 등으로써 비점 120°C 이상이다.
- [3] 고비점 탄화수소는 석유정제공정의 필수적인 부산물로써 얻어지며, 이용가치가 낮아 대부분 저가로 선박이나 발전시설의 연료로 사용되고 있다.
- [4] 그러나 고비점 탄화수소는 유용하고 고부가 사용 가능한 방향족 화합물(BTX)을 다량 포함하고 있다. 따라서 고비점 탄화수소를 활용하기 위한 연구가 활발하게 진행 중이다. 그러나 고비점 탄화수소화합물들의 물리 화학적 특성으로 인하여, 반응물의 공급이나 취급이 어렵고, 반응 시간, 온도 등 반응 조건의 제어가 어려우며, 구성 성분이 다양하여 높은 선택도의 생성물을 얻기 어렵다. 즉 탄화수소의 분해 반응시, 반응 온도, 시간, 압력에 따라서 생성물의 선택도가 큰 영향을 받는다.
- [5] 고비점 탄화수소로부터 방향족 화합물(BTX), 즉 벤젠(Benzene), 톨루엔(Toluene), 자일렌(Xylene) 등 유용한 화학물질을 생산하기 위하여, 플라즈마 발생부의 제어와 발생된 플라즈마에 의한 열 에너지를 고비점 탄화수소에 전달하기 위한 반응기가 요구된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 본 발명의 일 측면은 고비점 탄화수소를 유용한 화학물질로 전환하는 탄화수소계 물질의 저분자화 장치를 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 측면은 플라즈마 발생부를 제어하여 발생된 플라즈마에 의한 열 에너지를 액상의 탄화수소에 효과적으로 전달하는 탄화수소계 물질의 저분자화 장치를 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [7] 본 발명의 일 실시예에 따른 탄화수소계 물질의 저분자화 장치는, 액상의

- 탄화수소를 공급하는 공급부, 상기 공급부의 탄화수소에 열 에너지를 공급하기 위한 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 발생부, 상기 공급부와 상기 플라즈마 발생부 사이에서 액상의 탄화수소를 1차 전환하는 반응부, 상기 반응부에 연결되어 상기 반응부에서 1차 전환으로 생성되어 유입되는 방향족 화합물의 기상 생성물과 액상 생성물 및 미반응 탄화수소를 분리하는 분리부를 포함한다.
- [8] 상기 플라즈마 발생부는 수소 또는 수소를 포함하는 혼합기체를 방전기체로 하여 설정된 온도 범위를 가지는 아크 플라즈마를 발생시킬 수 있다.
- [9] 상기 플라즈마 발생부는, 플라즈마 제트가 상기 반응부로 토출되고 좁은 내경으로 형성되는 토출구, 및 상기 토출구보다 큰 내경으로 형성된 상기 토출구에 내경이 좁아지면서 연결되는 고온부를 더 포함하며, 상기 토출구에서 토출되는 플라즈마 제트는 상기 반응부 내부로 토출될 수 있다.
- [10] 상기 반응부는 상기 플라즈마 발생부와 상기 공급부를 서로 분리하여 연결할 수 있다.
- [11] 상기 반응부는 상기 플라즈마 발생부 측에서는 상기 플라즈마 발생부를 향하는 상방이 좁고 하방이 넓은 공간을 형성하는 하향 경사면을 포함할 수 있다.
- [12] 상기 반응부는, 상기 공급부 측에서는 상기 공급부를 향하는 하방이 좁고 상방이 넓은 공간을 형성하는 상향 경사면을 더 포함할 수 있다.
- [13] 상기 공급부의 내경은 상기 상향 경사면의 하단 내경과 동일할 수 있다.
- [14] 상기 분리부는 상기 반응부와 연결되어 전환된 탄화수소를 공급받는 하나 또는 복수의 챔버를 포함할 수 있다.
- [15] 상기 챔버는 상측에 상기 기상 생성물을 배출하는 제1배출구를 구비하고, 하측에 상기 액상 생성물을 배출하는 제2배출구를 구비할 수 있다.
- [16] 상기 제2배출구는 순환라인을 통해 공급부와 연결될 수 있다.
- [17] 상기 분리부에서 1차 전환으로 생성되는 방향족 화합물은 벤젠, 톨루엔, 자일렌 및 탄소수 15 이하의 유기용매 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [18] 본 발명의 일 실시예에 따른 탄화수소계 물질의 저분자화 장치는, 상기 분리부에 연결되어 상기 분리부에서 분리되어 분자량이 작아진 액상 생성물 및 미반응 탄화수소를 추가 전환하여 경질 올레핀을 생성하는 촉매 반응부를 더 포함할 수 있다.
- [19] 상기 반응부는 상기 플라즈마 발생부 측에서는 상기 플라즈마 발생부를 향하는 상방이 좁고 하방이 넓은 공간을 형성하는 하향 경사면을 포함하고, 상기 분리부를 향하는 하단이 상기 반응부의 내경보다 작은 목부로 연결되어 유동이 일시 체류하면서 고온의 반응공간이 생성될 수 있도록 할 수 있다.
- [20] 상기 공급부는 상기 하향 경사면에 구비되어 액상의 탄화수소를 상기 반응부 내에 분사하는 적어도 하나의 분사 노즐을 포함할 수 있다.
- [21] 상기 분사 노즐은 쌍으로 구비되며, 상기 쌍으로 구성된 분사 노즐의 분사중심선이 상기 반응부의 평단면 중심에서 벗어나고 서로 간에 평행하게 위치될 수 있다.

- [22] 상기 분리부는 상기 목부를 통해 상기 반응부에 연결되며, 상측에 상기 기상 생성물을 배출하는 제1배출구를 구비하고, 하측에 상기 액상 생성물을 배출하는 제2배출구를 구비할 수 있다.
- [23] 상기 제2배출구는 상기 공급부에 순환 라인을 통해 연결될 수 있다.
- [24] 상기 분리부는 상기 목부를 통해 상기 반응부에 연결되며, 상기 분리부의 내면을 향하여 솔벤트를 분사하도록 일측에 솔벤트 노즐을 구비하고, 최하측에 상기 액상 생성물을 배출하는 배출구를 구비할 수 있다.
- [25] 상기 분리부는 상기 솔벤트 노즐의 하측에 상기 기상 생성물을 배출하는 배출구를 더 구비하며, 상기 액상 생성물을 배출하는 배출구는 상기 공급부에 순환 라인을 통해 연결될 수 있다.

발명의 효과

- [26] 본 발명의 일 실시예는 공급부와 플라즈마 발생부를 서로 분리하여 반응부로 서로 연결하므로 공급되는 액상의 고비점 탄화수소를 유용한 화학물질로 전환함에 있어서, 플라즈마 발생부를 제어하여 발생된 플라즈마에 의한 열 에너지를 액상의 탄화수소에 효과적으로 전달할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [27] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 탄화수소계 물질의 저분자화 장치의 구성도이다.
- [28] 도 2는 본 발명의 제2 실시예에 따른 탄화수소계 물질의 저분자화 장치의 구성도이다.
- [29] 도 3은 본 발명의 제3 실시예에 따른 탄화수소계 물질의 저분자화 장치의 구성도이다.
- [30] 도 4는 도 3에 적용되는 분사 노즐로 반응부에서 액상의 탄화수소를 분사하는 상태의 평면도이다.
- [31] 도 5는 본 발명의 제4 실시예에 따른 탄화수소계 물질의 저분자화 장치의 구성도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [32] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 붙였다.
- [33] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 탄화수소계 물질의 저분자화 장치의 구성도이다. 도 1을 참조하면, 제1 실시예의 탄화수소계 물질의 저분자화 장치(100)는 공급부(10), 플라즈마 발생부(20), 반응부(30), 및 분리부(40)를 포함한다. 저분자화 장치(100)는 고비점을 가진 탄화수소계 물질의 고부가화를

구현하도록 구성된다. 고비점은 비점 120°C 이상을 포함한다.

- [34] 공급부(10)는 액상의 고비점 탄화수소를 공급하도록 구성된다. 예를 들면, 공급부(10)는 하측에 구비되는 공급구(11)를 통하여 액상의 탄화수소를 공급받는다. 또한 공급부(10)는 원통으로 형성되어 액상의 탄화수소로 채워지고, 하측으로 공급되는 액상의 탄화수소를 상방으로 밀어서 공급한다.
- [35] 플라스마 발생부(20)는 공급부(10)에 채워져 있는 액상의 탄화수소에 열 에너지를 직접 공급하기 위하여 플라스마(P)를 발생시키도록 구성된다. 플라스마 발생부(20)는 수소 또는 수소를 포함하는 혼합기체를 방전기체로 공급하여 설정된 온도 범위를 가지는 아크 플라스마를 발생시킨다.
- [36] 일례로써, 플라스마 발생부(20)는 플라스마 제트가 반응부(30)로 토출되고 좁은 내경으로 형성되는 토출구(21), 및 토출구(21)에 내경이 좁아지게 연결되어 토출구(21)보다 큰 내경으로 형성되는 고온부(22)를 더 포함한다. 즉 고온부(22)는 플라스마 발생부(20)에서 반응부(30)로 열 및 플라스마(P)의 토출을 지연시키므로 고온을 형성하여 반응부(30)로 공급할 수 있게 한다.
- [37] 반응부(30)는 공급부(10)와 플라스마 발생부(20) 사이에 구비되어 액상의 탄화수소를 전환하도록 구성된다. 즉 반응부(30)는 플라스마 발생부(20)와 공급부(10)를 서로 분리하여 연결한다. 고비점 탄화수소는 반응부(30)에서 전환을 위하여 반응한다. 즉 액상의 탄화수소는 반응부(30)에서 고온 플라스마에 의해 생성된 열 및 수소 또는 활성수소와 반응한다.
- [38] 반응부(30)는 액상의 탄화수소가 전환 반응을 위한 공간을 일차적으로 제공한다. 반응부(30)가 공급부(10)와 플라스마 발생부(20)를 분리시켜 1차 전환하는 반응 공간을 형성함으로써 고비점 탄화수소가 플라스마에 직접 접촉됨으로써 발생될 수 있는 카본 생성을 억제하고, 안정적인 반응 조건을 형성할 수 있게 한다.
- [39] 고비점 탄화수소의 경우, 저분자화 장치(100)의 내부, 즉 반응부(30)의 내부가 오염되거나, 플라스마 발생부(20)의 방전이 불안정하게 될 수 있다. 그러나 반응부(30)가 공급부(10)와 플라스마 발생부(20)를 분리시키므로 저분자화 장치(100)가 전체적으로 안정성을 확보할 수 있다. 또한 저분자화 장치(100)는 반응 온도, 시간, 및 면적의 제어를 통하여 생성물의 전환율을 향상시키고, 생성물의 선택도를 향상시킬 수 있다.
- [40] 반응부(30)는 서로 마주하는 하향 경사면(31)과 상향 경사면(32)을 포함하여 서로 연결됨으로써 형성된다. 하향 경사면(31)은 플라스마 발생부(20) 측에서 상방이 좁고 하방이 넓은 공간을 형성한다. 상향 경사면(32)은 공급부(10) 측에서 하방이 공급부(10)의 내경과 동일하고 상방이 공급부(10)의 내경보다 큰 넓은 공간을 형성한다. 공급부(10)의 내경은 상향 경사면(32)의 하단 내경과 동일하다.
- [41] 하향 경사면(31)과 상향 경사면(32)은 반응부(30) 내에서 1차 전환 반응의 진행에도 불구하고 내부에서 탄화수소의 침적을 최소화될 수 있게 한다. 즉 반응부(30) 내의 액상 생성물은 하향 경사면(31)과 상향 경사면(32)에 닿아서

홀러내리어 공급부(10)의 액상 탄화수소로 다시 들어가게 되므로 반응부(30)의 내면에서 탄화수소의 침적이 최소화될 수 있다.

- [42] 고온부(22)에서 지속적으로 공급되는 고온의 열은 공급부(10)의 액상 탄화수소의 표면에 채류하면서 1차 전환 반응을 진행시킨다. 플라즈마 발생부(20)에서 구동 전압의 제어로 고온부(22)를 경유하는 플라즈마(P) 제트를 액상 탄화수소의 표면에 직접 접촉시켜 1차 전환 반응을 플라즈마(P) 제트로 직접 유도할 수도 있다.
- [43] 반응부(30)에서 고비점 탄화수소에서 1차 반응으로 전환된 생성물은 그 자체로 고부가 가치를 가지며, 사용이 용이한 벤젠, 톨루엔, 자일렌, 및 유기용매를 포함한다.
- [44] 분리부(40)는 반응부(30)에 연결되어 반응부(30)에서 1차 전환으로 생성되어 유입되는 방향족 화합물의 기상 생성물과 액상 생성물 및 미반응 탄화수소를 분리하도록 구성된다. 일례를 들면, 분리부(40)는 하향 경사면(31)과 상향 경사면(32)에 연결관(41)으로 연결되는 하나 또는 복수의 챔버(42)로 형성될 수 있다. 복수의 챔버(42)는 플라즈마 발생부(20)의 전환 성능에 상응하면서 전환 용량을 최대화할 수 있게 한다.
- [45] 챔버(42)는 상측에 기상 생성물을 배출하는 제1배출구(421)를 구비하고, 하측에 액상 생성물을 배출하는 제2배출구(422)를 구비한다. 연결관(41)은 제1배출구(421)와 제2배출구(422) 사이에서 챔버(42)에 연결되므로 기상 생성물과 액상 생성물이 각각 제1, 제2배출구(421, 422)로 신속히 배출될 수 있게 한다.
- [46] 이하 본 발명의 다양한 실시예들에 대하여 설명한다. 제1 실시예 및 기 설명된 실시예들의 구성과 동일한 구성을 생략하고, 서로 다른 구성들을 설명한다.
- [47] 도 2는 본 발명의 제2 실시예에 따른 탄화수소계 물질의 저분자화 장치의 구성도이다. 도 2를 참조하면, 제2 실시예의 저분자화 장치(200)는 촉매 반응부(50)를 더 포함한다.
- [48] 촉매 반응부(50)는 분리부(40)에 연결되어 분리부(40)에서 기상 생성물과 분리되어 분자량이 작아진 액상 생성물 및 미반응 탄화수소를 2차 전환하여 고부가 화합물인 경질 올레핀을 생성하여 배출하도록 구성된다.
- [49] 따라서 촉매 반응부(50)는 미반응 물질의 전환률을 높이거나 생성물의 선택도를 높일 수 있다. 촉매 반응부(50)는 온도를 조절할 수 있도록 구성되어 필요에 따라 촉매 반응 온도를 제어할 수 있다. 즉 촉매 반응부(50)는 생성물의 선택에 따라 촉매 반응 온도를 제어할 수 있다.
- [50] 또한 촉매 반응부(50)는 촉매 반응 중에 생성된 코크에 의해 촉매가 비활성화(deactivation)될 수 있다. 이 경우, 도시하지는 않았으나 플라즈마 반응부에 공급되는 수소를 촉매 반응부에 공급하여 촉매에 있는 코크를 메탄으로 전환하거나, 산소를 공급하여 촉매에 있는 코크를 연소시킴으로써 촉매를 재생하여 재사용할 수 있다.

- [51] 도 3은 본 발명의 제3 실시예에 따른 탄화수소계 물질의 저분자화 장치의 구성도이고, 도 4는 도 3에 적용되는 분사 노즐로 반응부에서 액상의 탄화수소를 분사하는 상태의 평면도이다.
- [52] 도 3 및 도 4를 참조하면, 제3 실시예의 저분자화 장치(300)에서 반응부(330)는 하향 경사면(31), 원통면(33) 및 상향 경사면(32)을 포함한다. 하향 경사면(31)은 플라즈마 발생부(20) 측에서는 상방이 좁고 하방이 넓은 공간을 형성한다. 원통면(33)은 하향 경사면(31)의 하단에 연결되어 원통 공간을 형성한다. 상향 경사면(32)은 분리부(340) 측에서는 하방이 반응부(230)의 내경보다 작은 목부(341)로 연결되고 상방이 원통면(33)의 내경과 같은 넓은 공간을 형성한다.
- [53] 공급부(310)는 하향 경사면(31)에 구비되어 액상의 탄화수소를 반응부(330) 내에 분사하는 적어도 하나의 분사 노즐을 포함한다. 일례로써, 분사 노즐은 쌍으로 구비될 수 있다. 쌍으로 구성된 분사 노즐의 분사중심선은 반응부(330)의 평단면(도 4 참조)에서 반응부(330)의 중심에서 벗어나고 서로 간에 평행하게 위치될 수 있다. 또는, 분사 노즐은 반응부(330)의 평단면(도 4 참조)에서 서로 다른 영역(A1, A2)의 하향 경사면(31) 및 원통면(33)에 접선 방향(접선에 나란한 방향)을 향하고, 반응부(330)의 종단면(도 3 참조)에서 원통면(33)의 하향 경사 방향을 향하여 액상의 탄화수소를 분사한다.
- [54] 공급부(310)의 분사 노즐은 고비점 탄화수소를 반응부(330)로 공급하여 반응부(330)에서 1차 전환 반응을 직접 유도한다. 분사 노즐은 액상 탄화수소의 미립화, 위치 설정, 및 1차 전환 반응 시간을 제어할 수 있게 하므로 반응부(330) 내부에 탄화수소의 침적을 최소화할 수 있게 한다.
- [55] 분사 노즐이 서로 다른 영역(A1, A2)을 향하므로 반응부(330) 내에서 서로 다른 공간을 커버하여 반응부(330) 내의 일부 영역에 액상의 탄화수소가 편중되는 것을 방지하면서, 또한 균일한 공급을 가능하게 된다. 분사 노즐이 하향 경사면(31) 및 원통면(33)에 접선 방향을 향하고 원통면(33)의 하향 경사 방향을 향하므로 분사되는 액상의 탄화수소가 하향 경사면(31) 및 원통면(33)에 쌓이는 코크(coke)를 끌고 내려 갈 수 있다. 즉 반응부(330) 내부에 고상 생성물의 침적이 방지될 수 있다.
- [56] 상향 경사면(32)은 원뿔 구조를 형성하므로 반응부(330)에서 액상 반응물 및 기상 반응물이 목부분(341)으로 나오는 경우, 액상 생성물 및 고상 부산물로 인한 블록(block) 현상을 막을 수 있게 한다.
- [57] 분리부(340)는 목부(341)로 반응부(330)에 연결되며, 제1배출구(421)와 제2배출구(422)를 포함한다. 제1배출구(421)는 분리부(340)의 상측에 구비되어 기상 생성물을 배출한다. 제2배출구(422)는 분리부(340)의 하측에 액상 생성물을 배출한다.
- [58] 또한, 제2배출구(422)는 공급부(310)에 순환 라인(423)으로 연결된다. 따라서 분리부(340)에서 분리된 액상 생성물 및 미반응 액상 탄화수소는 순환 라인(423)을 통하여 공급부(310)로 순환 공급되어 반응부(330)에서 다시 전환

반응한다.

- [59] 도 5는 본 발명의 제4 실시예에 따른 탄화수소계 물질의 저분자화 장치의 구성도이다. 도 5를 참조하면, 제4 실시예의 저분자화 장치(400)에서, 분리부(440)는 목부(341)로 반응부(330)에 연결되며, 솔벤트 노즐(544), 제1배출구(521)와 제2배출구(422)를 포함한다.
- [60] 솔벤트 노즐(544)은 분리부(540)의 내면을 향하여 솔벤트를 분사하도록 최상측에 구비된다. 솔벤트 노즐(544)은 반응부(330)의 후단에 구비되어, 솔벤트를 분사하므로 플라즈마 방전, 액상 탄화수소 유량, 기상 반응물 및 생성물에 의하여 액상 생성물의 점도가 상승하는 것을 방지한다. 즉 액상 생성물의 점도 상승으로 발생될 수 있는 플러깅(plugging)을 방지할 수 있다. 또한 고상 생성물이 분리부(340) 및 반응부(330)의 내부에 침적되는 것을 방지할 수 있다.
- [61] 제1배출구(521)는 분리부(540)에서 솔벤트 노즐(544)의 하측에 구비되어 기상 생성물을 배출한다. 제1배출구(521)는 솔벤트 노즐(544)의 설치 및 솔벤트 분사를 방해하지 않는 위치에 설치될 수 있다.
- [62] 제2배출구(422)는 분리부(540)에서 최하측에 구비되어 액상 생성물을 배출한다. 고상, 액상, 기상 생성물은 분리부(540)의 하측에서 분리되어 제1, 제2배출구(521, 422)로 각각 분리 배출된다.
- [63] 제2배출구(422)는 순환 라인(423)으로 공급부(310)에 연결된다. 액상, 고상의 생성물은 순환 라인(423)을 통하여 공급부(310)로 재순환 공급되어 반응부(330)에서 다시 전환 반응한다.
- [64] 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.
- [65] (부호의 설명)
- [66] 10, 310: 공급부 11: 공급구
- [67] 20: 플라즈마 발생부 21: 토출구
- [68] 22: 고온부 30, 330: 반응부
- [69] 31: 하향 경사면 32: 상향 경사면
- [70] 40, 340, 440, 540: 분리부 41: 연결관
- [71] 42: 챔버 50: 촉매 반응부
- [72] 33: 원통면 100, 200, 300, 400: 저분자화 장치
- [73] 341: 목부 421, 521: 제1배출구
- [74] 422: 제2배출구 423: 순환 라인
- [75] 544: 솔벤트 노즐 A1, A2: 다른 영역
- [76] P: 플라즈마

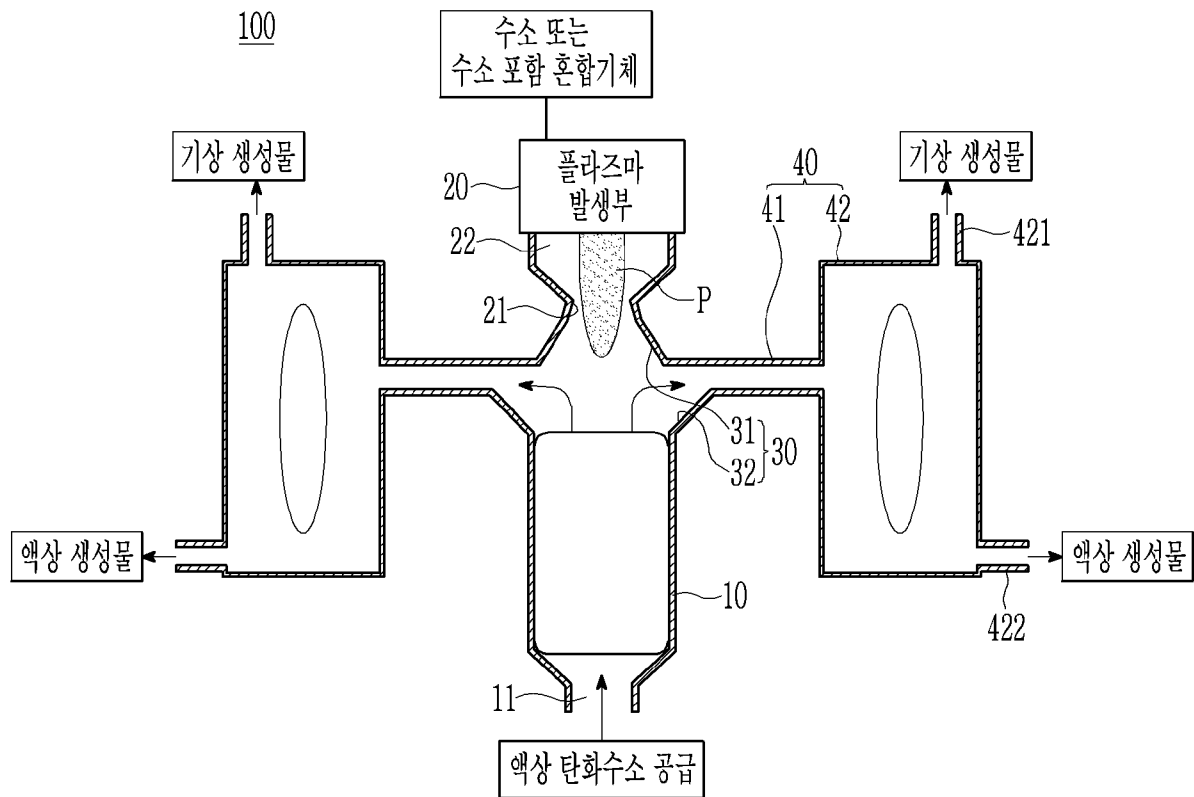
청구범위

- [청구항 1] 액상의 탄화수소를 공급하는 공급부;
상기 공급부의 탄화수소에 열 에너지를 공급하기 위한 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 발생부;
상기 공급부와 상기 플라즈마 발생부 사이에서 액상의 탄화수소를 전환하는 반응부; 및
상기 반응부에 연결되어 상기 반응부에서 전환으로 생성되어 유입되는 방향족 화합물의 기상 생성물과 액상 생성물 및 미반응 탄화수소를 분리하는 분리부
를 포함하는 탄화수소계 물질의 저분자화 장치.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 플라즈마 발생부는
수소 또는 수소를 포함하는 혼합기체를 방전기체로 하여 설정된 온도 범위를 가지는 아크 플라즈마를 발생시키는 탄화수소계 물질의 저분자화 장치.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
상기 플라즈마 발생부는
플라즈마 제트가 상기 반응부로 토출되고 좁은 내경으로 형성되는 토출구, 및 상기 토출구보다 큰 내경으로 형성되되 상기 토출구에 내경이 좁아지면서 연결되는 고온부를 포함하며,
상기 토출구에서 토출되는 플라즈마 제트는 상기 반응부 내부로 토출되는, 탄화수소계 물질의 저분자화 장치.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서,
상기 반응부는 상기 플라즈마 발생부와 상기 공급부를 서로 분리하여 연결하는, 탄화수소계 물질의 저분자화 장치.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서,
상기 반응부는
상기 플라즈마 발생부 측에서는 상기 플라즈마 발생부를 향하는 상방이 좁고 하방이 넓은 공간을 형성하는 하향 경사면을 포함하는, 탄화수소계 물질의 저분자화 장치.
- [청구항 6] 제 5 항에 있어서,
상기 반응부는
상기 공급부 측에서는 상기 공급부를 향하는 하방이 좁고 상방이 넓은 공간을 형성하는 상향 경사면을 더 포함하는, 탄화수소계 물질의 저분자화 장치.
- [청구항 7] 제 6 항에 있어서,
상기 공급부의 내경은 상기 상향 경사면의 하단 내경과 동일한,

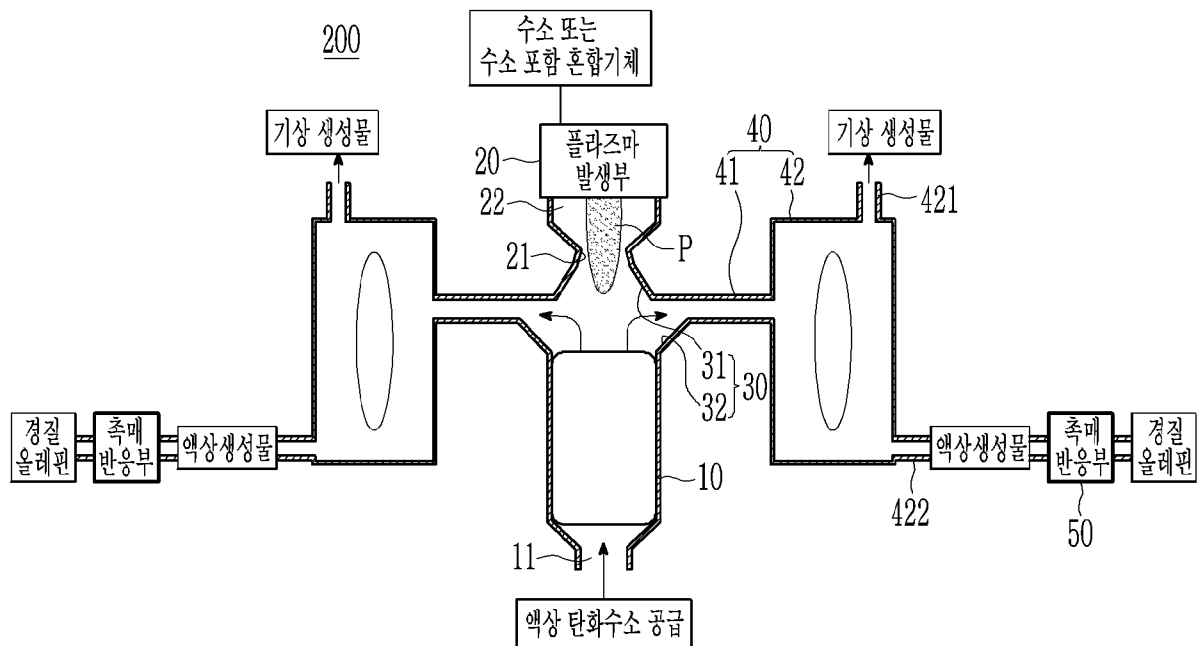
- 탄화수소계 물질의 저분자화 장치.
- [청구항 8] 제 6 항에 있어서,
상기 분리부는
상기 반응부와 연결되어 전환된 탄화수소를 공급받는 하나 또는 복수의 챔버를 포함하는, 탄화수소계 물질의 저분자화 장치.
- [청구항 9] 제 8 항에 있어서,
상기 챔버는
상측에 상기 기상 생성물을 배출하는 제1배출구를 구비하고,
하측에 상기 액상 생성물을 배출하는 제2배출구를 구비하는, 탄화수소계 물질의 저분자화 장치.
- [청구항 10] 제 9 항에 있어서,
상기 제2배출구는 순환라인을 통해 공급부와 연결되는, 탄화수소계 물질의 저분자화 장치.
- [청구항 11] 제 1 항에 있어서,
상기 분리부에서 전환 생성되는 방향족 화합물은 벤젠, 톨루엔, 자일렌 및 탄소수 15 이하의 유기용매 중 적어도 하나를 포함하는, 탄화수소계 물질의 저분자화 장치.
- [청구항 12] 제 1 항에 있어서,
상기 분리부에 연결되어 상기 분리부에서 분리되어 분자량이 작아진 액상 생성물 및 미반응 탄화수소를 추가 전환하여 경질 올레핀을 생성하는 촉매 반응부를 더 포함하는, 탄화수소계 물질의 저분자화 장치.
- [청구항 13] 제 1 항에 있어서,
상기 반응부는
상기 플라즈마 발생부 측에서는 상기 플라즈마 발생부를 향하는 상방이 좁고 하방이 넓은 공간을 형성하는 하향 경사면을 포함하고,
상기 분리부를 향하는 하단이 상기 반응부의 내경보다 작은 목부로 연결되어 유동이 일시 체류하면서 고온의 반응공간이 생성될 수 있도록 하는, 탄화수소계 물질의 저분자화 장치.
- [청구항 14] 제 13 항에 있어서,
상기 공급부는
상기 하향 경사면에 구비되어 액상의 탄화수소를 상기 반응부 내에 분사하는 적어도 하나의 분사 노즐을 포함하는, 탄화수소계 물질의 저분자화 장치.
- [청구항 15] 제 14 항에 있어서,
상기 분사 노즐은 쌍으로 구비되며,
상기 쌍으로 구성된 분사 노즐의 분사중심선이 상기 반응부의 평단면 중심에서 벗어나고 서로 간에 평행하게 위치되는, 탄화수소계 물질의 저분자화 장치.

- [청구항 16] 제 13 항에 있어서,
상기 분리부는
상기 목부를 통해 상기 반응부에 연결되며,
상측에 상기 기상 생성물을 배출하는 제1배출구를 구비하고,
하측에 상기 액상 생성물을 배출하는 제2배출구를 구비하는, 탄화수소계
물질의 저분자화 장치.
- [청구항 17] 제 16 항에 있어서,
상기 제2배출구는
상기 공급부에 순환 라인을 통해 연결되는, 탄화수소계 물질의 저분자화
장치.
- [청구항 18] 제 13 항에 있어서,
상기 분리부는
상기 목부를 통해 상기 반응부에 연결되며,
상기 분리부의 내면을 향하여 솔벤트를 분사하도록 일측에 솔벤트
노즐을 구비하고, 최하측에 상기 액상 생성물을 배출하는 배출구를
구비하는, 탄화수소계 물질의 저분자화 장치.
- [청구항 19] 제 18 항에 있어서,
상기 분리부는
상기 솔벤트 노즐의 하측에 상기 기상 생성물을 배출하는 배출구를 더
구비하며,
상기 액상 생성물을 배출하는 배출구는
상기 공급부에 순환 라인을 통해 연결되는, 탄화수소계 물질의 저분자화
장치.

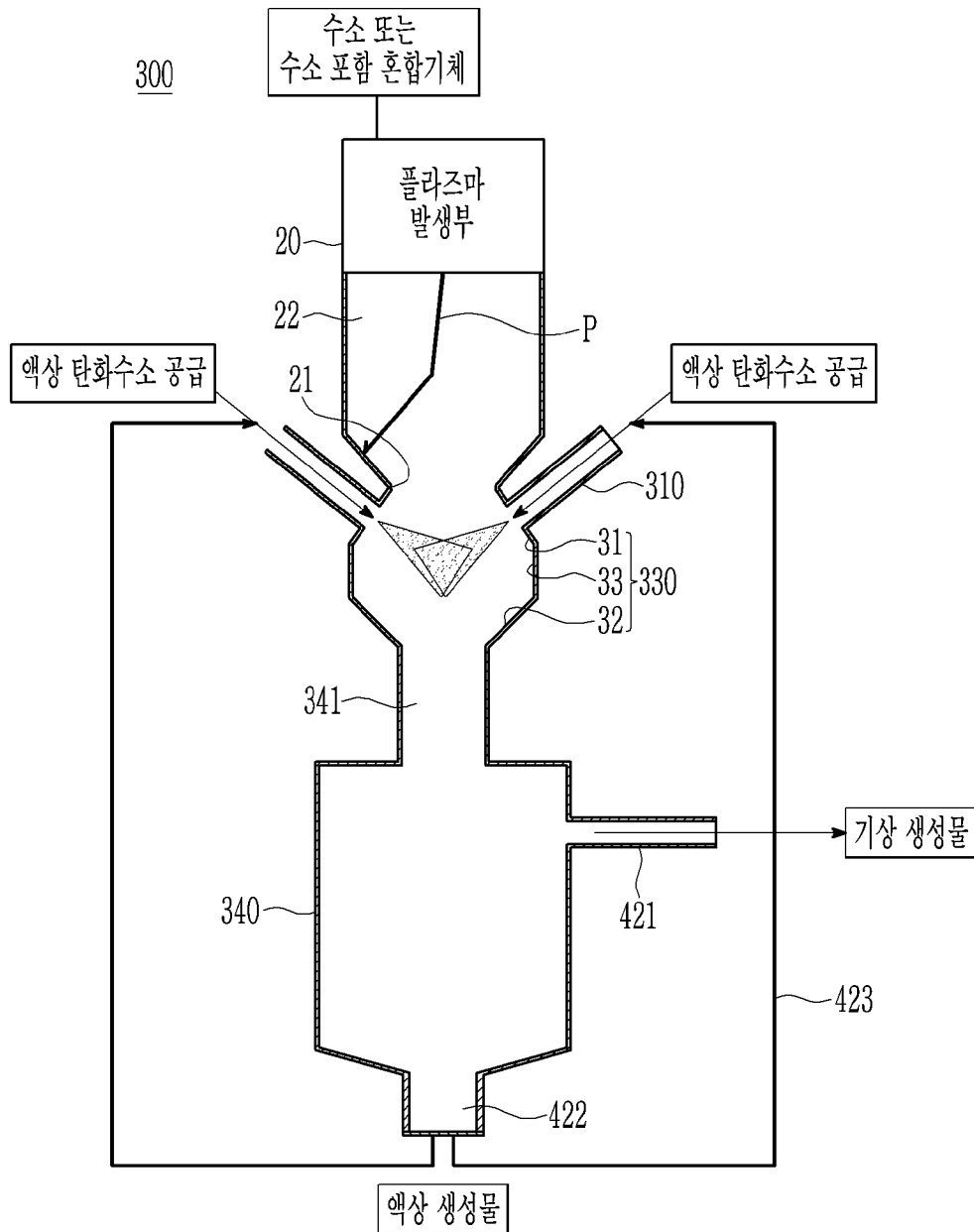
[도 1]



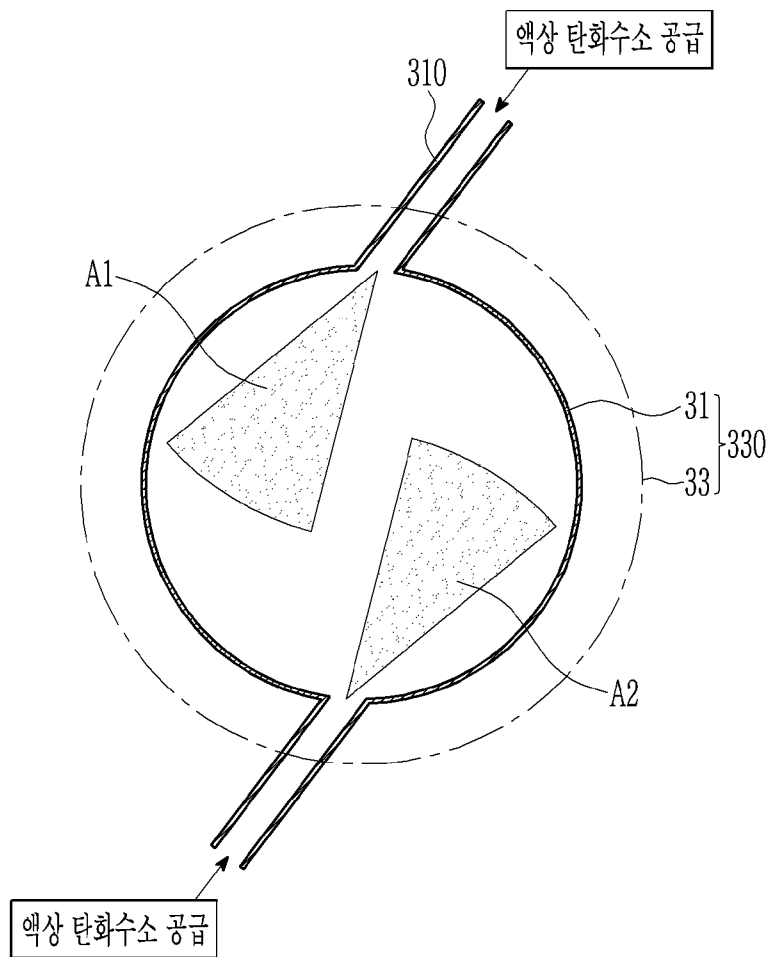
[도 2]



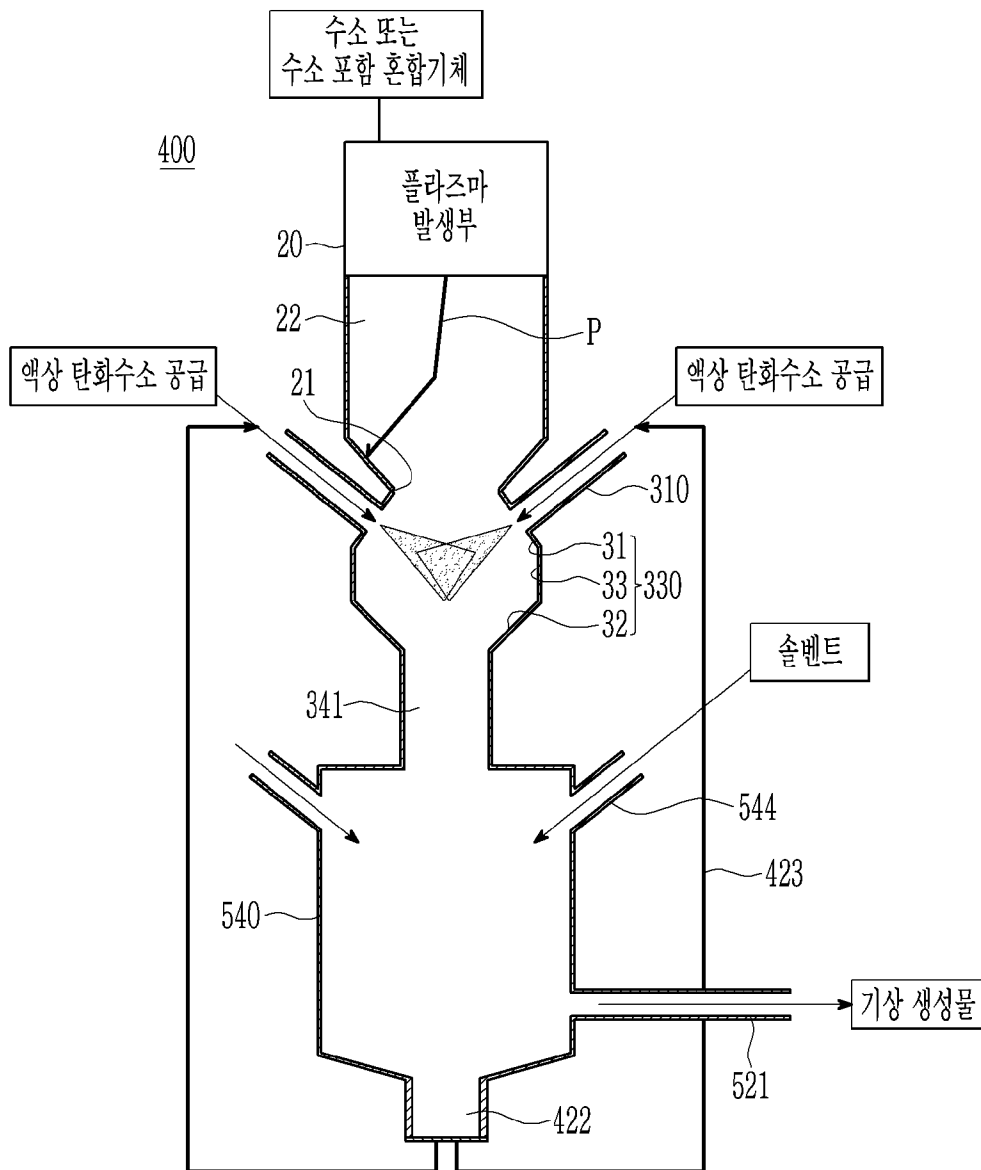
[도3]



[도4]



[도5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2022/008986

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**C10G 35/16(2006.01)i; C10G 35/04(2006.01)i; C10G 15/12(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)

C10G 35/16(2006.01); B01J 23/64(2006.01); B01J 32/00(2006.01); B01J 38/04(2006.01); C10G 11/02(2006.01);
C10G 15/12(2006.01); C10G 32/00(2006.01); C10K 3/00(2006.01); F02B 47/02(2006.01); F02M 25/025(2006.01)

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: 탄화수소 (hydrocarbon), 플라즈마 (plasma), 분리 (separation), 토출구 (eject), 노즐 (nozzle), 순환 (recycle)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-1662646 B1 (KOREA BASIC SCIENCE INSTITUTE) 07 October 2016 (2016-10-07) See claims 1 and 3-6; and figures 1-4.	1-19
Y	WO 2020-170042 A1 (KARA ENERGY SERVICES INC.) 27 August 2020 (2020-08-27) See pages 3 and 21; claims 15-17; and figure 1.	1-19
A	KR 10-1921696 B1 (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS et al.) 23 November 2018 (2018-11-23) See entire document.	1-19
A	KR 10-0258721 B1 (KOREA GAS CORPORATION) 15 June 2000 (2000-06-15) See entire document.	1-19
A	KR 10-2011-0013999 A (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, CHOSUN UNIVERSITY) 10 February 2011 (2011-02-10) See entire document.	1-19



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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

11 October 2022

Date of mailing of the international search report

12 October 2022

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/008986

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
KR	10-1662646	B1	07 October 2016	KR 10-2016-0053146	A	13 May 2016
WO	2020-170042	A1	27 August 2020	CN 113453797	A	28 September 2021
				EP 3927462	A1	29 December 2021
				JP 2022-521917	A	13 April 2022
				KR 10-2021-0127251	A	21 October 2021
				US 11389787	B2	19 July 2022
				US 2020-0261894	A1	20 August 2020
KR	10-1921696	B1	23 November 2018	KR 10-2018-0032472	A	30 March 2018
				US 10596564	B2	24 March 2020
				US 2019-0217284	A1	18 July 2019
				WO 2018-056735	A1	29 March 2018
KR	10-0258721	B1	15 June 2000	KR 10-1999-0085534	A	06 December 1999
KR	10-2011-0013999	A	10 February 2011	KR 10-1197438	B1	06 November 2012

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) C10G 35/16(2006.01)i; C10G 35/04(2006.01)i; C10G 15/12(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) C10G 35/16(2006.01); B01J 23/64(2006.01); B01J 32/00(2006.01); B01J 38/04(2006.01); C10G 11/02(2006.01); C10G 15/12(2006.01); C10G 32/00(2006.01); C10K 3/00(2006.01); F02B 47/02(2006.01); F02M 25/025(2006.01) 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: 탄화수소 (hydrocarbon), 플라즈마 (plasma), 분리 (separation), 토출구 (eject), 노즐 (nozzle), 순환 (recycle)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-1662646 B1 (한국기초과학지원연구원) 2016.10.07 청구항 1, 3-6; 도면 1-4	1-19
Y	WO 2020-170042 A1 (KARA ENERGY SERVICES INC.) 2020.08.27 페이지 3, 21; 청구항 15-17; 도면 1	1-19
A	KR 10-1921696 B1 (한국기계연구원 등) 2018.11.23 전체 문헌	1-19
A	KR 10-0258721 B1 (한국가스공사) 2000.06.15 전체 문헌	1-19
A	KR 10-2011-0013999 A (조선대학교산학협력단) 2011.02.10 전체 문헌	1-19
☐ 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 “D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 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 2022년10월11일(11.10.2022)		국제조사보고서 발송일 2022년10월12일(12.10.2022)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 허주형 전화번호 +82-42-481-5373

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1662646 B1	2016/10/07	KR 10-2016-0053146 A	2016/05/13
WO 2020-170042 A1	2020/08/27	CN 113453797 A	2021/09/28
		EP 3927462 A1	2021/12/29
		JP 2022-521917 A	2022/04/13
		KR 10-2021-0127251 A	2021/10/21
		US 11389787 B2	2022/07/19
		US 2020-0261894 A1	2020/08/20
KR 10-1921696 B1	2018/11/23	KR 10-2018-0032472 A	2018/03/30
		US 10596564 B2	2020/03/24
		US 2019-0217284 A1	2019/07/18
		WO 2018-056735 A1	2018/03/29
KR 10-0258721 B1	2000/06/15	KR 10-1999-0085534 A	1999/12/06
KR 10-2011-0013999 A	2011/02/10	KR 10-1197438 B1	2012/11/06