(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2017 년 9 월 28 일 (28.09.2017)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2017/164464 A1

(51) 국제특허분류:
F28D 7/10 (2006.01) *B01J 8/06* (2006.01)
F28D 7/16 (2006.01) *F28D 21/00* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2016/008424

(22) 국제출원일: 2016 년 8 월 1 일 (01.08.2016)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2016-0035110 2016 년 3 월 24 일 (24.03.2016) KR
10-2016-0035143 2016 년 3 월 24 일 (24.03.2016) KR

(71) 출원인: **한국과학기술연구원 (KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY)** [KR/KR]; 02792 서울시 성북구 화랑로 14 길 5, Seoul (KR).

(72) 발명자: **문동주 (MOON, Dong Ju)**; 02792 서울시 성북구 화랑로 14 길 5, Seoul (KR). **홍기훈 (HONG, Gi Hoon)**; 02792 서울시 성북구 화랑로 14 길 5, Seoul (KR). **이재석 (LEE, Jae Suk)**; 02792 서울시 성북구 화랑로 14 길 5, Seoul (KR). **정재선 (JUNG, Jae Sun)**; 02792 서울시 성북구 화랑로 14 길 5, Seoul (KR). **양은혁 (YANG, Eun Hyeok)**; 02792 서울시 성북구 화랑로 14 길 5, Seoul (KR). **임성수 (LIM, Sung Soo)**; 02792 서울시 성북구 화랑로 14 길 5, Seoul (KR). **노영수 (NOH, Young Su)**; 02792 서울시 성북구 화랑로 14 길 5, Seoul (KR). **박지인 (PARK, Ji In)**; 02792 서울시 성북구 화랑로 14 길 5, Seoul (KR).

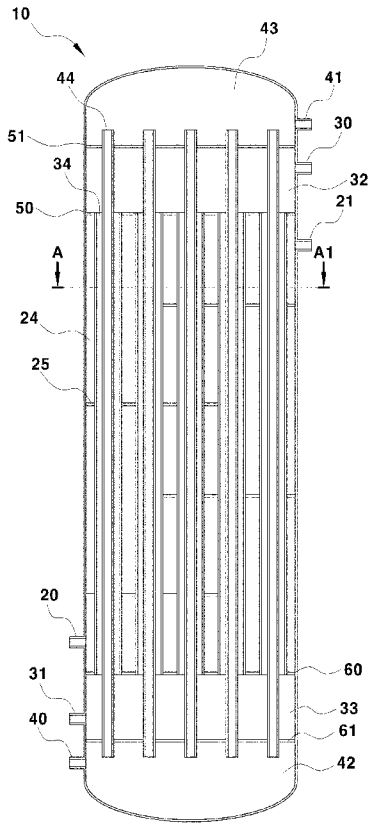
(74) 대리인: **한라특허법인(유한) (HALLA PATENT&LAW FIRM)**; 06265 서울시 강남구 강남대로 262 9 층 (캠코양재타워), Seoul (KR).

(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, 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,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: SHELL-AND-MULTI-MULTI CONCENTRIC-TUBE REACTOR AND HEAT EXCHANGER

(54) 발명의 명칭 : 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기 및 열교환기



(57) **Abstract**: The present invention relates to a shell-and-multi-multi concentric-tube reactor and heat exchanger structure wherein a new type of reactor and heat exchanger is provided, which can maximize the performance of a catalyst and improve the performance of the reactor by optimizing heat exchange efficiency and heat flow, uniformly distributing a reactant, and increasing the flow rate of the reactant, and thus can achieve a small and compact structure. To this end, the present invention provides a technology for a shell-and-multi-multi concentric-tube reactor and heat exchanger structure, wherein: a shell-side heat transfer medium flows through a flow channel formed by a baffle on the shell side, and exchanges heat with the outer surface of a flow channel through which a material to be heat-exchanged flows; a flow channel for an internal heat transfer medium is inserted into the flow channel through which the material to be heat-exchanged flows; and the internal heat transfer medium passes through the inside of the flow channel through which the material to be heat-exchanged flows, whereby heat exchange with the material to be heat-exchanged is easily achieved on both the inside and outside thereof.

(57) **요약서**: 본 발명은 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기 및 열교환기에 관한 것으로서, 새로운 반응기 및 열교환기의 형태를 제공하여 열교환 효율 및 열유동을 최적화하고 반응물의 균일한 분배, 반응물의 유량 증가를 통해서, 촉매 성능을 극대화하고, 반응기의 성능을 향상시킬 수 있는바, 이를 통해 소형 컴팩트화가 가능한 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기 및 열교환기에 관한 것이다. 이를 위해, 쉘 측에 배플에 의해 형성된 유로로 쉘 측 열매체가 흐르며 열교환 대상 물질이 유동하는 유로의 외측면과 열교환을 수행하고, 내부 열매체 유로는 열교환 대상 물질이 유동하는 유로의 내부에 삽입되어 구성되는바, 내부 열매체는 상기 열교환 대상 물질이 유동하는 유로의 내부를 통과하는바, 열교환 대상 물질의 외측뿐 아니라 내측의 열교환이 용이하도록 구성되는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기 및 열교환기를 제공하는 기술이다.

WO 2017/164464 A1

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 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기 및 열교환기

기술분야

[1] 본 발명은 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기 및 열교환기에 관한 것으로, 더 바람직하게 열매체와 반응물을 공급하여 반응물의 촉매반응을 통해 목적으로 하는 생성물을 효율적으로 획득할 수 있고, 반응물 혹은 열교환 대상 물질과 열매체 간의 열교환을 통해 반응을 효과적으로 제어할 수 있는 컴팩트한 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기 및 열교환기(Shell-and-multi-multi Concentric-tube reactor and heat exchanger)에 관한 것이다.

배경기술

[2] 일반적으로 쉘-앤드-멀티 튜브 형태를 이용한 반응기 및 열교환기(이하, 쉘-앤드-튜브 반응기 및 열교환기라 함)는 열교환 물질이 공급되는 쉘(Shell) 측과 반응가스 및 촉매가 충진된 복수의 튜브가 설치된 다관형 튜브다발을 결합한 반응기 및 열교환기 구조로서, 발열 혹은 흡열이 심한 화학반응 특히 합성연료제조반응 및 탄화수소 개질과 같은 촉매반응을 수행하기에 매우 효과적인 컴팩트 반응기 및 열교환기이다.

[3] 특히, 기존의 단일관 반응기 및 열교환기에 비해 작은 직경의 튜브다발이 적용되어 물질 및 열교환이 원활히 이루어져 촉매의 성능을 극대화할 수 있는 구조를 가지므로 천연가스로부터 합성석유를 제조하는 GTL(gas to liquid) 공정, 해상환경에 적용 가능한 GTL-FPSO 공정, 석유화학공정, 정밀화학공정 및 에너지 환경 공정 등에 효과적인 것으로 평가되고 있다.

[4] 예를 들어 천연가스로부터 합성석유를 제조하는 GTL 공정의 핵심 반응인 피셔-트롭쉬(Fischer-Tropsch Synthesis) 반응의 경우 발열이 심한 반응으로 핫스팟을 방지하기 위해 촉매층과 열매체간의 원활한 열교환이 요구되므로 반응조건뿐 아니라 반응기의 형태에 매우 지대한 영향을 받는다.

[5] 상기와 같은 쉘-앤드-튜브 반응기는 복수의 반응튜브 내에 촉매가 충진되어있고, 반응튜브의 유입구를 통하여 반응가스가 공급되어 배출구를 통해 생성물과 미반응가스가 배출되고, 제어를 통해 최적화된 열교환 조건에서 화학반응이 일어날 수 있도록 쉘 측을 통해 열매체가 순환된다.

[6] 이러한 반응기는 앞서 간단히 언급한 바와 같이 천연가스의 개질을 통해 만들어진 합성가스를 이용하여 액상의 합성연료를 만드는 피셔-트롭쉬의 반응기로 유용한데, 피셔-트롭쉬 합성 반응은 반응가스로 천연가스로부터 개질하여 얻어지는 수소와 일산화탄소를 포함하는 합성가스를 사용하여 탄화수소 사슬성장 반응을 통해 긴 사슬의 탄화수소 합성연료를 생성한다.

[7] 상기의 피셔-트롭쉬 합성반응은 합성연료의 합성 시 큰 발열을 동반하는 반응으로 반응조건은 물론 최적의 반응기 설계를 통하여 반응기 내 열교환을

원활히 하는 것이 상당히 중요하다.

[8] 또한 상기의 GTL 공정을 해상에 적용하여 해상의 한계가스전 및 수반가스를 타겟으로 하는 GTL-FPSO 공정의 경우 한정된 선상의 공간에 공정 전체가 적용되어야 하므로 장치의 크기, 높이 및 무게 등의 제한을 받아 기존의 GTL 공정에 비해 부피가 크게 감소된 컴팩트 GTL 기술이 요구되며, 특히 이를 활용한 GTL-FPSO 기술의 개발이 절실하다.

[9] 통상적인 쉘-앤드-튜브 반응기의 구조는 단위 반응기로 사용되는 촉매가 충진된 촉매반응 유로가 다관형으로 설치되어 구성되며, 합성연료 합성반응의 예를 들면, 합성반응용 합성가스와 열매체 유체의 흐름이 서로 섞이지 않도록 구성됨으로써, 열매체의 열이 각 단위 반응기에 효과적으로 전달되어 촉매 반응의 반응열을 효과적으로 제어하여, 전체 반응기의 운전효율이 향상되고 운전이 용이하기 때문에 반응공정의 운전은 물론 스케일-업에 유리한 장점이 있다.

[10] 도 1은 통상적인 쉘-엔드-튜브 반응기의 단면도를 개시하고 있다. 쉘-엔드 튜브 반응기는 촉매반응 유로가 반응기 상측에서 유입되어 하측으로 배출되는 구성을 포함하고, 별도의 유입구 및 배출구를 포함하고 쉘 내측면에서 유동하는 열매체를 구성을 개시하고 있는바, 촉매반응 유로 외측과 쉘 내측면에서 유동하는 열매체의 열교환을 수행하는 구성을 개시하고 있다.

[11] 상기와 같은 반응기 및 열교환기의 중요점에 기인하여 최근에는 다수의 스테이지, 다수 튜브의 쉘-앤드-튜브 반응기에서 반응영역 및 스테이지간 온도 제어(냉각/가열) 영역을 연속적으로 포함하는 반응기 형태의 개발이 이루어지고 있다.

[12] 선행기술로서 미국등록특허 12/481,107호 (이하 문헌 1)은 다수의 스테이지를 구성하는 쉘-앤드-튜브 반응기를 개시하고 있는바, 반응기체의 유동 영역과 냉각수 유동 영역이 길이방향으로 서로 분리되는 다발로 구성되는 특징을 포함하고 있다.

[13] 또한 또 다른 선행기술로서 미국공개특허 2010/260,651호(이하 문헌 2)는 냉각 시스템을 포함하는 쉘 타입 반응기에서 수직적으로 돌출된 끝이 봉해진 멀티 타입의 튜브를 적용시켜 냉각효율을 향상시킨 냉각시스템을 포함하는 반응기 형태를 제시한바 있다.

[14] 하지만 상기의 통상적인 냉각/가열을 위한 쉘-앤드-튜브 반응기 및 열교환기에서도 발열 및 흡열이 극심한 반응에서 핫스팟 및 콜드스팟이 생성되는 경우가 존재하는데, 이때 반응이 일어나는 촉매에 열교환 성능을 향상시킬 수 있는 반응기의 형태가 중요하다.

[15] 그러므로, 촉매반응 유로에서 발생하는 발열 및 흡열로 인한 온도 변화를 제어하기 위해 쉘 측의 열매체에 더하여 촉매반응 유로 내부에서 추가적으로 열매체를 흘려 촉매반응 유로 내외부에서 열교환을 함으로써 열교환 성능을 극대화시키는 반응기 형태가 필요하다.

[16] 즉, 반응기체 및 열교환 대상 물질의 핫스팟과 콜드스팟의 온도 차이를 최소화하여 열교환 성능을 극대화하여, 반응 유로의 내측 격벽과 중심부 사이의 상기 반응기체 및 열교환 대상 물질의 온도차이를 최소화하는 구성이 요구된다.

[17] 다만, 상기 문헌 1 내지 2에서는 반응 유로 내부에 발생하는 반응기체 및 열교환대상 물질의 온도차이를 개선하기 위한 별도의 구성을 개시하고 있지 못하고 있다.

[18] 따라서, 본 특허에서는 쉘-앤드-튜브 반응기 및 열교환기의 열교환 성능을 극대화시키는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기 및 열교환기를 제시하고자 한다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[19] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 고안된 것으로, 반응에 필요한 촉매의 성능향상 및 발열 및 흡열 반응에 의해 발생하는 핫-스팟(Hot-spot) 및 콜드-스팟(Cold-spot)을 예방하기 위해 열교환 효율이 극대화될 수 있는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기 및 열교환기를 제공하는데 그 목적이 있다.

[20] 또한 본 발명은 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기 및 열교환기의 핫스팟 및 콜드스팟의 온도차이를 최소화하기 위해 내부 열매체 유로를 포함하는바, 반응유로의 중심부의 열전달특성 및 열교환 성능이 향상시키는 기술을 제공하는데 그 목적이 있다.

[21] 또한 본 발명은 반응물의 균일한 분배, 반응물의 유량 증가, 촉매 성능의 극대화, 반응기의 효율 향상 등이 가능하여 소형 컴팩트화가 가능해지는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기 및 열교환기를 제공하는데 그 목적이 있다.

[22] 또한 본 발명은 반응의 종류에 따른 다양한 열교환 매체를 이용하여 반응기 내 열교환 방식을 다양하게 제공함으로써 다양한 반응에 적용할 수 있는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기 및 열교환기를 제공하는데 그 목적이 있다.

[23] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있으며, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 알 수 있다. 또한 본 발명의 목적들은 특허청구범위에 나타낸 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있다.

과제 해결 수단

[24] 본 발명은 쉘 측 열매체가 쉘 내에 배플에 의해 형성된 경로를 따라 유동하는 쉘 측 열매체 유동구역, 반응물 분배부에 의해 각각의 촉매반응 유로로 반응가스를 분배하고, 상기 반응가스는 촉매반응 유로에 위치하는 촉매와 촉매반응을 수행하고, 상기 쉘 측 열매체와 내부 열매체에 의해 열교환 되어 생성된

생성물과 반응하지 않은 미반응가스를 포집하는 생성물 포집부를 포함하는 촉매반응 구역, 내부 열매체 분배부에 의해 상기 촉매반응 유로 내부에 삽입된 내부 열매체 유로로 상기 내부 열매체가 분배되며, 상기 촉매반응 유로와 열교환되어 내부 열매체 포집부를 통해 내부 열매체가 배출되는 내부 열매체 유동구역을 포함하고, 상기 쉘 측 열매체 유동구역과 상기 촉매반응 구역은 촉매반응 유로가 통과할 수 있는 제 1밀봉방벽로 분리되고, 상기 촉매반응 구역과 내부 열매체 유동구역은 내부 열매체 유로가 통과할 수 있는 제 2밀봉방벽에 의해 상기 내부 열매체와 상기 반응가스 및 생성물이 접촉되지 않도록 분리되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기 반응기를 제공한다.

[25] 또한, 상기 쉘 측 열매체 유동구역에서 쉘 측 열매체 공급구로 쉘 측 열매체가 공급되고 쉘 측 열매체 유로를 통과하여 상기 촉매반응 유로와 열교환한 후 쉘 측 열매체 배출구로 쉘 측 열매체가 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기를 제공한다.

[26] 또한, 상기 촉매반응 구역에서 반응가스 공급구를 통해 반응가스가 공급되고 촉매가 충진된 촉매반응 유로를 통과하여 상기 반응가스와 촉매의 촉매반응이 일어나고, 미반응가스와 반응을 통해 생성된 생성물이 생성물 포집부로 포집된 후 미반응가스 및 생성물 배출구를 통해 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기를 제공한다.

[27] 또한, 상기 내부 열매체 유동구역에서 내부 열매체 공급구를 통해 상기 내부 열매체가 공급되고 내부 열매체 분배부에 의해 내부 열매체 유로로 분배되어 상기 촉매반응 유로와 열교환한 후 내부 열매체 포집부을 거쳐 내부 열매체 배출구로 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기를 제공한다.

[28] 또한, 상기 촉매반응 유로는 내부에 압출 성형된 펠렛, 구형 및 파우더 형상의 반응촉매를 충전하는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기를 제공한다.

[29] 또한, 상기 촉매반응 유로는 길이방향으로 적어도 하나 이상의 촉매가 순차적으로 적층되어 구성되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기를 제공한다.

[30] 또한, 상기 쉘 측 열매체와 상기 내부열매체는 각각 별개의 열매체가 사용될 수 있으며, 동일한 열매체로 구성되는 것을 바람직한 특징으로 하되 동일한 열매체로 구성되는 것을 한정하지 않는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기를 제공한다.

[31] 또한, 상기 쉘 측 열매체와 상기 내부열매체는 동일한 열매체로 구성되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기를 제공한다.

[32] 또한, 쉘 측 열매체가 쉘 내에 배플에 의해 형성된 경로를 따라 유동하는 쉘 측 열매체 유동구역, 열교환 물질 분배부에 의해 각각의 열교환 유로로 열교환 대상

물질을 분배하고, 상기 열교환 대상 물질은 상기 쉘 측 열매체와 내부 열매체에 의해 열교환된 열교환 완료 물질을 포집하는 열교환 완료 물질 포집부를 포함하는 열교환구역, 내부 열매체 분배부에 의해 상기 열교환 유로 내부에 삽입된 내부 열매체 유로로 상기 내부 열매체가 분배되며, 상기 열교환 유로와 열교환되어 내부 열매체 포집부를 통해 열교환을 수행한 내부 열매체를 배출하는 내부 열매체 유동구역을 포함하고, 상기 쉘 측 열매체 유동구역과 상기 열교환구역은 상기 열교환 유로가 통과할 수 있는 제 3밀봉방벽로 분리되고, 상기 열교환구역과 내부 열매체 유동구역은 내부 열매체 유로가 통과할 수 있는 제 4밀봉방벽에 의해 상기 내부 열매체와 상기 열교환 물질이 접촉되지 않도록 분리되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 열교환기를 제공한다.

[33] 또한, 상기 쉘 측 열매체 유동구역에서 쉘 측 열매체 공급구로 쉘 측 열매체가 공급되고 쉘 측 열매체 유로를 통과하여 상기 열교환 유로와 열교환한 후 쉘 측 열매체 배출구로 쉘 측 열매체가 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 열교환기를 제공한다.

[34] 또한, 상기 열교환구역에서 열교환 물질 공급구를 통해 열교환 물질이 공급되고 상기 열교환 유로를 통과하여 상기 열교환 완료 물질이 열교환 완료 물질 포집부로 포집된 후 열교환 완료 물질 배출구를 통해 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 열교환기를 제공한다.

[35] 또한, 상기 내부 열매체 유동구역에서 내부 열매체 공급구를 통해 상기 내부 열매체가 공급되고 내부 열매체 분배부에 의해 내부 열매체 유로로 분배되어 상기 열교환 유로와 열교환한 후 내부 열매체 포집부을 거쳐 내부 열매체 배출구로 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 열교환기를 제공한다.

[36] 또한, 상기 쉘 측 열매체와 상기 내부열매체는 각각 별개의 열매체가 사용될 수 있으며, 동일한 열매체로 구성되는 것을 특징으로 하되 열매체로서 물, 작동오일 및 용매 등 선택된 하나 이상의 열매체가 사용될 수 있는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 열교환기를 제공한다.

[37] 쉘 측 열매체가 쉘 내에 배플에 의해 형성된 경로를 따라 유동하는 쉘 측 열매체 유동구역, 반응물 분배부에 의해 각각의 촉매반응 유로로 반응물을 분배하고, 상기 반응물은 촉매반응 유로에 위치하는 촉매와 촉매반응을 수행하고, 상기 쉘 측 열매체와 내부 열매체에 의해 열교환되어 생성된 생성물과 반응하지 않은 미반응물을 포집하는 생성물 포집부를 포함하는 촉매반응 구역 및 내부 열매체 분배부에 의해 상기 촉매반응 유로 내부에 삽입된 내부 열매체 유입관으로 상기 내부 열매체가 분배되고, 상기 촉매반응 유로와 열교환되어 내부 열매체 배출관을 통해 내부 열매체 포집부로 내부 열매체가 배출되는 내부 열매체 유동구역;을 포함하고, 상기 내부 열매체 유입관은 삽입된 일끝단이 폐쇄되도록 구성되고, 상기 내부 열매체 배출관은 상기 내부 열매체 유입관에 삽입되어

개방되는 구성을 포함하는바, 상기 내부 열매체 유입관으로 유입되는 내부 열매체가 상기 내부 열매체 배출관을 통해 배출되며, 상기 쉘 측 열매체 유동구역과 상기 촉매반응 구역은 촉매반응 유로가 통과할 수 있는 제 5밀봉방벽으로 분리되고, 상기 반응물 분배부와 내부 열매체 유동구역은 내부 열매체 유입관이 통과할 수 있는 하부 제 6밀봉방벽에 의해 상기 내부 열매체와 상기 반응물이 접촉되지 않도록 분리되며, 상기 내부 열매체 분배부와 내부 열매체 포집부는 최상부 제 6밀봉방벽에 의해 분리되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-트리플 컨센트릭-튜브 반응기를 제공한다.

[38] 또한, 상기 쉘 측 열매체 유동구역에서 쉘 측 열매체 공급구로 쉘 측 열매체가 공급되고 쉘 측 열매체 유로를 통과하여 상기 촉매반응 유로와 열교환한 후 쉘 측 열매체 배출구로 쉘 측 열매체가 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-트리플 컨센트릭-튜브 반응기를 제공한다.

[39] 또한, 상기 촉매반응 구역에서 반응물 공급구를 통해 반응물이 공급되고 촉매가 충진된 촉매반응 유로를 통과하여 상기 반응물과 촉매의 촉매반응이 일어나고, 미반응물과 반응을 통해 생성된 생성물이 생성물 포집부로 포집된 후 미반응물 및 생성물 배출구를 통해 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-트리플 컨센트릭-튜브 반응기를 제공한다.

[40] 또한, 상기 내부 열매체 유동구역에서 내부 열매체 공급구를 통해 상기 내부 열매체가 공급되고 내부 열매체 분배부에 의해 내부 열매체 유입관으로 분배되어 상기 촉매반응 유로와 열교환한 후 내부 열매체 배출관을 거쳐 내부 열매체 포집부를 통해 내부 열매체 배출구로 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-트리플 컨센트릭-튜브 반응기를 제공한다.

[41] 또한, 상기 촉매반응 유로는 내부에 압출 성형된 펠렛, 구형 및 파우더 형상의 반응촉매를 충전하는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-트리플 컨센트릭-튜브 반응기를 제공한다.

[42] 또한, 상기 촉매반응 유로는 길이방향으로 적어도 하나 이상의 촉매가 순차적으로 적층되어 구성되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-트리플 컨센트릭-튜브 반응기를 제공한다.

[43] 또한, 상기 쉘 측 열매체와 상기 내부 열매체는 동일한 열매체 또는 각각 별개의 열매체가 사용될 수 있는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-트리플 컨센트릭-튜브 반응기를 제공한다.

[44] 또한, 쉘 측 열매체가 쉘 내에 배플에 의해 형성된 경로를 따라 유동하는 쉘 측 열매체 유동구역, 열교환 물질 분배부에 의해 각각의 열교환 유로로 열교환 대상 물질을 분배하고, 상기 열교환 대상 물질은 상기 쉘 측 열매체와 내부 열매체에 의해 열교환된 열교환 완료 물질을 포집하는 열교환 완료 물질 포집부를 포함하는 열교환구역 및 내부 열매체 분배부에 의해 상기 열교환 유로 내부에 삽입된 내부 열매체 유입관으로 상기 내부 열매체가 분배되며, 상기 열교환 유로와 열교환되어 내부 열매체 배출관을 통해 내부 열매체 포집부로 내부

열매체가 배출되는 내부 열매체 유동구역;을 포함하고, 상기 내부 열매체 배출관은 상기 내부 열매체 유입관에 삽입되어 개방되는 구성을 포함하는바, 상기 내부 열매체 유입관으로 유입되는 내부 열매체가 상기 내부 열매체 배출관을 통해 배출되며, 상기 쉘 측 열매체 유동구역과 상기 열교환구역은 상기 열교환 유로가 통과할 수 있는 제 7밀봉방벽로 분리되고, 상기 열교환 물질 분배부와 내부 열매체 유동구역은 내부 열매체 유입관이 통과할 수 있는 하부 제 8밀봉방벽에 의해 상기 내부 열매체와 상기 열교환 대상 물질이 접촉되지 않도록 분리되며, 상기 내부 열매체 분배부와 내부 열매체 포집부는 최상부 제 8밀봉방벽에 의해 분리되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-트리플 컨센트릭-튜브 열교환기를 제공한다.

[45] 또한, 상기 쉘 측 열매체 유동구역에서 쉘 측 열매체 공급구로 쉘 측 열매체가 공급되고 쉘 측 열매체 유로를 통과하여 상기 열교환 유로와 열교환한 후 쉘 측 열매체 배출구로 쉘 측 열매체가 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-트리플 컨센트릭-튜브 열교환기를 제공한다.

[46] 또한, 상기 열교환구역에서 열교환 물질 공급구를 통해 열교환 물질이 공급되고 상기 열교환 유로를 통과하여 상기 열교환된 열교환 완료 물질이 열교환 완료 물질 포집부로 포집된 후 열교환 완료 물질 배출구를 통해 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-트리플 컨센트릭-튜브 열교환기를 제공한다.

[47] 또한, 상기 내부 열매체 유동구역에서 내부 열매체 공급구를 통해 상기 내부 열매체가 공급되고 내부 열매체 분배부에 의해 내부 열매체 유입관로 분배되어 상기 열교환 유로와 열교환한 후 내부 열매체 포집부를 거쳐 내부 열매체 배출구로 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-트리플 컨센트릭-튜브 열교환기를 제공한다.

[48] 또한, 상기 쉘 측 열매체와 상기 내부 열매체는 동일한 열매체 또는 각각 별개의 열매체가 사용될 수 있되 한정하지 않는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-트리플 컨센트릭-튜브 열교환기를 제공한다.

[49] 또한 상기의 반응기 및 열교환기에 공급되는 반응가스나 열교환 매체는 향류나 병류로 공급될 수 있으며, 공급방식은 한정하지 않는다.

발명의 효과

[50] 본 발명은 앞서 본 실시예와 하기에 설명할 구성과 결합에 의해 다음과 같은 효과를 얻을 수 있다.

[51] 쉘 측 열매체 유로, 반응 유로 및 내부 열매체 유로 간의 관 내경을 조절하는 경우 열교환 면적 및 길이 변화를 통해 반응기 및 열교환기의 열교환 성능을 원하는 수준으로 쉽게 조절할 수 있는 장점이 있다.

[52] 또한, 쉘 측의 유로로 열매체를 통해 반응가스가 흐르는 촉매부의 온도 및 열교환 유로의 온도를 조절함과 동시에 내부의 열매체 유로를 통해 반응가스가 흐르는 촉매부의 온도를 조절할 수 있어 반응가스 및 열교환 대상 물질의

효과적인 열교환에 의해 반응가스의 촉매반응에 의한 촉매층의 열적 안정성을 쉽게 이룰 수 있다는 장점이 있다.

[53] 더욱이, 반응물 또는 열교환 대상 물질의 균일한 분배, 반응물 또는 열교환 대상 물질의 유량 증가, 촉매 성능의 극대화, 반응기 및 열교환기의 효율 향상 등이 가능하므로 반응기 및 열교환기의 사이즈를 크게 줄일 수 있다.

[54] 또한, 반응기 및 열교환기의 사이즈를 줄임으로서, 청정연료제조용 XTL공정(GTL, CTL, BTL), GTL-FPSO 제조공정, 석유화학공정, 정밀화학공정, 연료전지용 소형 개질기, 수소스테이션 및 에너지 공정 등의 단순화 및 사이즈 최소화에 기여할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[55] 도 1은 종래기술로서 쉘-앤드-튜브 반응기의 측단면도를 도시하고 있다.

[56] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기의 측단면도의 구성을 도시하고 있다.

[57] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기 구성의 횡단면도를 도시하고 있다.

[58] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기의 단일 유로 구성의 입체도를 도시하고 있다.

[59] 도 5a는 본 발명의 비교예로서 종래기술 촉매반응 유로의 길이방향에 따른 온도의 편차 그래프를 도시하고 있다.

[60] 도 5b은 본 발명의 일실시예에 따른 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기에 따른 촉매반응 유로의 길이방향에 따른 온도 편차 그래프를 도시하고 있다.

[61] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 열교환기의 측단면도의 구성을 도시하고 있다.

[62] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 열교환기의 단일 유로 구성의 입체도를 도시하고 있다.

[63] 도 8는 본 발명의 일실시예에 따른 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기의 측단면도의 구성을 도시하고 있다.

[64] 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기 구성의 횡단면도를 도시하고 있다.

[65] 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기의 단일 유로 구성의 입체도를 도시하고 있다.

[66] 도 11a는 본 발명의 비교예로서 종래기술 촉매반응 유로의 길이방향에 따른 온도의 편차 그래프를 도시하고 있다.

[67] 도 11b은 본 발명의 일실시예에 따른 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기에 따른 촉매반응 유로의 길이방향에 따른 온도 편차 그래프를 도시하고 있다.

[68] 도 12은 본 발명의 일실시예에 따른 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 열교환기의 측단면도의 구성을 도시하고 있다.

[69] 도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 열교환기 구성의 횡단면도를 도시하고 있다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[70] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면들을 참조하여 더욱 상세하게 설명한다. 본 발명의 실시 예는 여러 가지 형태로 변형할 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래의 실시 예들로 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 실시 예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다.

[71] 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...구" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미한다.

[72] 또한, 본 명세서에서 구성의 명칭을 제1, 제2 등으로 구분한 것은 그 구성의 명칭이 동일한 관계로 이를 구분하기 위한 것으로, 하기의 설명에서 반드시 그 순서에 한정되는 것은 아니다.

[73] 본 발명은 전술한 종래의 모든 문제점을 해결하기 위해 쉘-앤드-멀티-더블컨센트릭-튜브 개념을 적용한 컴팩트 반응기(10) 및 열교환기(100)에 관한 것이다. 본 발명이 적용될 수 있는 분야로서 청정합성연료 제조공정 등의 XLT(GTL, CTL, BTL 등)분야, 석유화학 산업에서 필요로 하는 화학반응 분야, 환경장치 분야 및 GTL-FPSO, MeOH-FPSO, DME-FPSO등의 해양플랜트 분야 및 열교환기(100)가 적용되는 냉난방 시스템 등에서 유용하게 응용이 가능한 컴팩트한 반응기(10) 및 열교환기(100)에 관한 것이다.

[74] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 쉘-앤드-멀티-더블컨센트릭-튜브 반응기(10)의 구성을 나타내는 측단면도이다. 도시된 바와 같이, 본 발명의 반응기(10)는 쉘 측으로 흐르는 열매체 유로, 촉매로 충진된 반응물이 흐르는 촉매반응부 유로 및 내부의 열매체가 흐르는 유로들로 구성되며, 이때 각 유로는 열매체와 반응물 및 촉매가 접촉되지 않으며, 충분한 열교환 확보를 위해 금속을 재질로 하여 제작될 수 있다. 상기 반응물이 흐르는 촉매반응 유로(34) 및 내부 열매체 유로(44)의 경우, 금속 재질로 구성될 수 있으며, 더 바람직하게는 쉘 측 열매체와 화학반응을 수행하지 않는 모든 구성을 포함한다.

[75] 본 발명의 바람직한 일 실시예에서는 반응기(10)를 구성하는 유로의 소재로는, 우수한 열교환 성능 및 내구성을 고려해야 하는 동시에 유체가 흐를 수 있는 유로를 용이하게 형성할 수 있어야 하므로, 열전도성과 기계적 가공성이 좋은 알루미늄이나 구리, 또는 우수한 내열성 및 내식성을 가지는 스테인리스강이나 니켈, 코발트 계열의 합금(인코넬, 모넬 등) 등을 사용할 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.

[76] 또한, 본 발명의 수직형 쉘-앤드-튜브 반응기(10)의 형태를 유지하고 있는바, 쉘

측 열매체는 쉘 측 열매체 공급구(20)에서 상기 반응기(10) 쉘 측으로 유입되고 쉘 측 열매체 배출구(21)를 통해 상기 열교환이 수행된 쉘 측 열매체를 배출하는 구성을 포함한다. 더 바람직하게, 본 발명의 일 실시예에서는 상기 쉘 측 열매체 공급구(20)가 반응기(10)의 하단에 위치하도록 구성되고 쉘 측 열매체 배출구(21)는 반응기(10) 상단에 위치할 수 있으며, 쉘 내측면에 위치하여 쉘 측 열매체의 이동경로를 구성하는 배플(25)이 더 포함된다.

[77] 상기와 같이, 본 발명의 쉘 측 열매체는 쉘 측 열매체 공급구(20)를 통해 유입되고 쉘 내측면에 위치하는 다수의 배플(25)이 형성하는 유동 경로를 통해 쉘 측 열매체 배출구(21)로 배출되는바, 쉘 내부에 위치하는 촉매반응 유로(34)의 최대 단면적을 포함하도록 쉘 측 열매체 유로(24)를 형성할 수 있다.

[78] 상기와 같이, 쉘 측 열매체 공급구(20)를 통해 유입되는 쉘 측 열매체는 쉘 내부를 순환하는 쉘 측 열매체 유동구역에서 열교환을 수행한다. 이렇게 구성되는 쉘 측 열매체 유동구역의 경우, 반응기(10) 상단과 하단에 위치하는 제 1밀봉방벽(50, 60)을 통해 분리되는바, 상기 제 1밀봉방벽(50, 60)의 구성을 통해 쉘 측 열매체 배출구(21)와 반응물 분배부(32) 및 쉘 측 열매체 공급구(20)와 생성물 포집부(33)를 분리하는 구성이다. 상기와 같이, 반응기(10)의 상 하단에 위치하는 제 1밀봉방벽(50, 60)이 마주하는 내부에 위치하는 쉘 측 열매체 유동구역을 포함한다.

[79] 또한, 본 발명의 반응기(10)는 반응기체가 통과하는 쉘 내부에 위치하는 다수의 촉매반응 유로(34)를 포함하여 구성된다. 촉매반응 유로(34)의 경우, 촉매가 유로의 길이방향을 따라 충진되어 존재할 수 있다. 더 바람직하게, 상기 촉매는 촉매반응 유로(34)의 길이방향에 따라 상이한 기능을 수행하는 촉매를 순차적으로 적층되어 구성될 수 있으며, 사용자의 반응기(10) 사용 형태나 용도에 따라 촉매의 양과 단일 반응기의 개수는 상이할 수 있다. 또한, 촉매반응 유로(34) 내부에 압출 성형된 펠렛, 구형 및 파우더 형상의 적어도 하나 이상의 반응 촉매를 충전되어 구성될 수 있다.

[80] 또한 고정층 반응기 대신에 파우더 형상의 촉매가 액상의 용매에 일정량 혼합된 액체와 반응가스가 동시에 공급되는, 다시 말해 슬러리 버블 컬럼 반응기(Slurry bubble column reactor) 형태로도 구성될 수 있다.

[81] 상기 촉매반응 유로(34)의 경우, 반응물 분배부(32)를 통해 촉매로 충진된 촉매반응 유로(34)로 반응물이 분배된다. 상기 반응물 분배부(32)는 쉘 측면에 위치하는 반응물 공급구(30)와 유체 연결되는바, 열교환 대상 반응물이 유입되는 구성이다. 분배된 반응물은 상기 촉매반응 유로(34)를 길이방향으로 통과되고, 촉매반응 유로(34)에 충진된 적어도 하나 이상의 촉매와 접촉 반응을 수행한다. 이렇게 촉매반응이 수행된 상기 반응물은 최종적으로 생성물과 반응을 수행하지 않은 미반응물을 포함하여 반응기(10) 하단에 위치하는 생성물 포집부(33)를 통해 포집된다. 포집된 생성물 또는 미반응물은 생성물 포집부(33)와 연결되는 생성물 배출구(31)를 통해 쉘의 외부로 배출될 수 있다.

[82] 상기와 같이 구성되는 생성물 포집부(33)는 반응기(10)의 하단에 위치하는바, 반응기(10) 하단에 위치하는 하부 제 1밀봉방벽(60)과 최하부 제 2밀봉방벽(61) 사이에서 밀봉되고 분리된다. 더욱이, 상기 반응물 분배부(32)는 최상부 제 2밀봉방벽(51)과 상부 제 1밀봉방벽(50) 사이에 위치하여 밀봉분리되는바, 상기 촉매반응 유로(34)를 포함하는 반응기(10) 상하에 위치하는 하나의 촉매반응 구역을 형성하게 된다. 상기 촉매반응 구역의 경우, 상기 촉매반응 유로(34)를 포함하고, 상하단에 위치하는 제 1밀봉방벽(50, 60) 및 제 2밀봉방벽(51, 61)이 마주하는 내부에 구성되는바, 본 발명의 반응기(10)의 중단에 위치할 수 있다.

[83] 촉매반응 유로(34)의 경우, 환형 형태로 구성되는바, 촉매반응 유로(34) 내부에 위치하는 내부 열매체 유로(44)를 포함하여 구성된다. 본 발명의 일 실시예에서는 환형으로 구성되는 촉매반응 유로(34)를 포함하는바, 상기 촉매반응 유로(34)의 직경 보다 작은 직경을 갖는 내부 열매체 유로(44)를 구성한다. 이렇게 구성되는 내부 열매체 유로(44)는 상기 촉매반응 유로(34)와 동일한 중심을 갖고, 상기 촉매반응 유로(34) 상단과 하단으로 돌출되어 반응물 분배부(32) 및 생성물 포집부(33)의 상 하단으로 각각 연결되는 구성을 포함한다.

[84] 내부 열매체 유로(44)의 경우, 내부 열매체 공급구(40)로부터 열매체가 공급되는바, 촉매반응 유로(34)의 내부를 관통하여 내부 열매체 배출부를 통해 촉매반응 유로(34) 내부에서 열교환을 수행한 열매체가 배출되는 구성이다. 더 바람직하게, 내부 열매체 공급구(40)를 통해 공급되는 열매체는 반응기(10)의 최하단에 위치하는 내부 열매체 분배부(42)로 유입되고, 상기 내부 열매체 분배부(42)에 위치하는 상기 열매체는 각각의 내부 열매체 유로(44)로 유입되는 구성을 포함한다. 이렇게 각각의 내부 열매체 유로(44)로 유입되는 열매체는 반응기(10) 최상단에 위치하는 내부 열매체 포집부(43)에 포집되어 쉘 측단에 위치하는 내부 열매체 배출구(41)를 통하여 배출될 수 있다.

[85] 또한, 상기 쉘 측 열매체와 상기 내부 열매체는 동일한 열매체로 구성되는 것을 바람직한 특징으로 하되 동일한 열매체로 구성되는 것을 한정하지 않는다.

[86] 상기와 같이, 촉매 반응 유로 내부에 위치하는 내부 열매체 유로(44)를 통해 유입되는 열매체가 상기 촉매 반응 유로와 열교환을 수행하는바, 내부 열매체 유로(44)의 개방된 일단부에 위치하고 반응기(10)의 최하단에 구성되는 내부 열매체 분배부(42)와 반응기(10) 최상단의 내부 열매체 포집부(43)는 각각 제 2밀봉방벽(51, 61)과 반응기(10)의 상하 양 끝단을 통해 밀봉되는 구성을 포함한다. 이렇게 본 발명은 내부 열매체의 유동을 수행하기 위한 구성들을 모두 포함하는 내부 열매체 유동구역을 형성하는바, 상기 내부 열매체 유동구역은 상기 내부 열매체 분배부(42)와 내부 열매체 포집부(43) 반응기(10) 상하부에 각각에 위치하는 제 2밀봉방벽(51, 61)을 통해 밀봉된다. 최상부 제 2밀봉방벽(51)의 경우, 내부 열매체 포집부(43)와 반응물 분배부(32) 사이에 위치하여 상기 반응물과 내부 열매체가 섞이는 것을 방지하고, 최하부 제 2밀봉방벽(61)은 내부 열매체 분배부(42)와 생성물 포집부(33) 사이에 위치하여

생성물과 내부 열매체가 섞이는 것을 방지할 수 있는 구성이다. 이처럼, 상기 내부 열매체 유동구역의 구성에서 유동하는 열매체의 경우, 반응물 및 생성물 등과 접촉되지 않도록 분리된다.

[87] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 쉘-앤드-멀티-더블컨센트릭-튜브 반응기(10)의 구성을 나타내는 단면도이다.

[88] 상기 단면도는 도 2에 A-A1의 단면을 도시하고 있는바, 촉매반응 유로(34), 내부 열매체 유로(44) 및 쉘 측 열매체 유로(24)를 개시하고 있다.

[89] 본 발명의 환형 촉매반응 유로(34)의 경우, 원형으로 구성되는 촉매반응 유로(34) 내부에 동일한 중심을 갖도록 구성되는 내부 열매체 유로(44)를 더 포함한다. 상기 내부 열매체 유로(44)는 촉매반응 유로(34)의 중심부에 가까운 반응물과 열교환을 수행하는바, 촉매반응 유로(34)의 내측 벽면에 위치하는 반응기체에 대한 냉각을 수행할 수 있다.

[90] 바람직한 본 발명의 일 실시예에서는 반응기(10)의 촉매반응 유로(34), 내부 열매체 유로(44)의 내경은 각각 10.0 ~ 150.0 mm, 10.0 ~ 50.0 mm로 할 수 있고, 더욱 바람직하게는 각각의 내경은 5.0 ~ 50.0 mm, 5.0 ~ 25.0 mm로 구성될 수 있다.

[91] 더욱이, 본 발명의 반응기(10)는 일반적으로 발열 또는 흡열 반응을 수행하는 구성에 적용이 가능하고, 더 바람직하게, 본 발명의 반응기(10)는 GTL(Gas-to-Liquid), CTL(Coal-to-Liquid), BTL(Biomass-to-Liquid), DME(Dimethyl Ether), MeOH(Methanol) 등의 청정연료 제조용 GTL, GTL-FPSO(Floating Production Storage and Offloading), DME-FPSO 및 MeOH-FPSO, 연료전지용 연료 개질기, 수소스테이션, 석유화학, 정밀화학공정, 환경 및 에너지 등의 반응기에 적용될 수 있다.

[92] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 쉘-앤드-멀티-더블컨센트릭-튜브 반응기(10)의 구성의 하나의 유로를 도시하고 있다.

[93] 촉매반응 유로(34)와 반응기(10)의 상부와 하부에 위치하는 제 2밀봉방벽(51, 61)과 제 1밀봉방벽(50, 60) 사이에 위치하는 촉매반응 구역을 포함하는바, 반응기(10)의 상단에 위치하는 반응물 분배부(32)를 통해 각각의 촉매반응 유로(34)로 상기 반응물이 유입될 수 있다. 더욱이, 반응기(10) 하단에 위치하는 생성물 포집부(33)를 통해서 상기 촉매반응 유로(34)에서 촉매와 접촉하여 촉매반응을 통해 구성되는 생성물 또는 미반응 반응물을 포집하는바, 밀봉된 형태로 구성될 수 있다.

[94] 더욱이, 제 1밀봉방벽(50, 60)이 마주하는 내부에 밀봉된 구역을 포함하여 쉘 측 열매체 유동 구간을 포함할 수 있다. 상기 쉘 측 열매체 유동구간은 제 1밀봉방벽(50, 60) 내측에 위치하는 쉘 측 열매체 공급구(20) 및 쉘 측 열매체 배출구(21)를 포함하고, 쉘 내측면에 위치하는 적어도 하나 이상의 배플(25)을 포함하여 구성된다.

[95] 본 발명의 일 실시예에서는 하단 제 1밀봉방벽(60) 상단에 위치하는 쉘 측

열매체 공급구(20)를 통해서 쉘 측 열매체가 유입되고, 상단 제 1밀봉방벽(50) 하단에 위치하는 쉘 측 열매체 배출구(21)를 통해서 유입된 쉘 측 열매체가 배출되는 구성을 개시하고 있다. 상기와 같이 쉘 측 열매체 유동 구간을 포함하는바, 상기 열매체는 쉘 측 열매체 유동 구간에 위치하는 배플(25)의 개수 및 형태에 따라 열매체 유동 경로를 구성한다.

[96] 더욱이, 본 발명의 반응기(10)는 최상부 제 2밀봉방벽(51) 상단에 위치하는 내부 열매체 포집부(43)와 최하부 제 2밀봉방벽(61) 하단에 위치하는 내부 열매체 분배부(42)를 더 포함하여 구성된다. 상기 최하부 제 2밀봉방벽(61) 하단에 위치하는 내부 열매체 분배부(42)는 내부 열매체 공급구(40)를 통해 내부 열매체가 유입되고, 상기 유입된 내부 열매체는 내부 열매체 유로(44)를 통해 반응기(10) 최상단에 위치하는 내부 열매체 포집부(43)로 유동할 수 있다. 상기와 같이 내부 열매체 포집부(43)로 포집된 내부 열매체는 상기 내부 열매체 포집부(43)와 연결된 내부 열매체 배출구(41)를 통해서 쉘 반응기(10) 외부로 배출될 수 있다. 상기와 같이 내부 열매체 유동 구간을 구성하는바, 촉매반응 유로(34) 내부에 위치하는 내부 열매체 유로(44)로 내부 열매체를 공급하여 상기 촉매반응 유로(34)의 중심부와 열교환을 수행하는 구성이다.

[97] 결국, 본 발명의 반응기(10)는 쉘 내 배플(25)의 구성에 의해 쉘 측 열매체가 흐르는 열매체 유로가 형성되고, 그 내부에 촉매가 충진되고 열교환 반응물이 유동하는 촉매반응 유로(34)가 복수 구성되며, 그 내부에 내부 열매체가 통과하는 내부 열매체 유로(44)가 삽입되어 종래의 단순한 쉘-앤드-튜브 개념이 아닌, 이에 더하여 이중의 형태로 열교환하여 열교환 성능이 확장된 쉘-앤드-멀티-더블컨센트릭-튜브 개념의 반응기(10)를 개시하고 있다.

[98] 도 5a는 종래기술로서 쉘-앤드-튜브 반응기(10)의 촉매반응 유로(34) 길이방향에 따른 반응 기체의 온도차이를 그래프로 도시하고 있다.

[99] 즉 종래기술로서 촉매반응 유로(34)가 20mm의 내경을 포함하는 쉘-앤드-튜브 반응기(10)를 통해 GTL-FPSO(Floating Production Storage and Offloading) 발열반응을 수행할 경우, 촉매반응 유로(34) 길이방향으로 반응기체는 $\Delta T=9K$인 차이를 나타내고 있다.

[100] 이와 비교하여, 도 5b는 본 발명의 실시예에 따라 환형 촉매반응 유로(34)를 포함하는 반응기(10)의 길이방향 반응기체의 온도를 측정한 그래프를 도시하고 있다.

[101] 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 촉매반응 유로(34)와 내부 열매체 유로(44)의 내경은 각각 20mm, 10mm로 구성되는 GTL-FPSO(Floating Production Storage and Offloading) 발열반응에 따른 반응기(10)를 구성하였다.

[102] 상기와 같이 구성되는 본 발명의 반응기(10)는 쉘 내부에 길이방향으로 구성되는 촉매반응 유로(34)를 포함하고 있는바, 반응기체는 반응기(10)의 상단부에서 반응물 분배부(32)를 통해 유입되고, 상기 촉매반응 유로(34)로 유입된다. 상기와 같이 반응기체는 촉매반응 유로(34)에서 촉매와 접촉되는

구성으로서, 길이방향으로 이동하면서 반응 기체의 발열반응이 수행되는 구성이다.

[103] 상기와 같이 구성된 본 발명의 바람직한 실시예에서는 GTL-FPSO(Floating Production Storage and Offloading) 고정의 발열반응인 FTS 반응에 의해, 촉매반응 유로(34)의 길이방향으로 발생하는 온도차인 ΔT=5.4K로 나타나는바, 상기 종래기술의 촉매반응 유로(34)의 길이방향 온도차이와 비교하여 반응기(10)의 길이방향 온도제어가 크게 용이하고, 온도조절에 따른 반응생성물의 선택도 조절이 용이한 것으로 확인되었다.

[104]

[105] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 쉘-앤드-멀티-더블컨센트릭-튜브 열교환기(100)의 구성을 나타내는 측단면도이다. 도시된 바와 같이, 본 발명의 열교환기(100)는 쉘 측으로 흐르는 열매체 유로, 열교환 유로(134) 및 내부의 열매체가 흐르는 유로들로 구성되며, 이때 각 유로는 열매체와 열교환 유로(134)들은 서로 교환되지 않으며, 충분한 열교환 확보를 위해 금속을 재질로 하여 제작될 수 있다. 더욱이, 열교환 유로(134)들은, 금속 재질로 구성될 수 있으며, 더 바람직하게는 쉘 측 열매체와 화학반응을 수행하지 않는 모든 구성을 포함한다.

[106] 본 발명의 바람직한 일 실시예에서는 열교환기(100)를 구성하는 유로의 소재로는, 우수한 열교환 성능 및 내구성을 고려해야 하는 동시에 유체가 흐를 수 있는 유로를 용이하게 형성할 수 있어야 하므로, 열전도성과 기계가공성이 좋은 알루미늄이나 구리, 또는 우수한 내열성 및 내식성을 가지는 스테인리스강이나 니켈, 코발트 계열의 합금(인코넬, 모넬 등) 등을 사용할 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.

[107] 또한, 본 발명의 수직형 쉘-앤드-튜브 열교환기(100)의 형태를 유지하고 있는바, 쉘 측 열매체는 쉘 측 열매체 공급구(120)에서 상기 열교환기(100) 쉘 내측으로 유입되고 쉘 측 열매체 배출구(121)를 통해 상기 열교환이 수행된 쉘 측 열매체를 배출하는 구성을 포함한다. 더 바람직하게, 본 발명의 일 실시예에서는 상기 쉘 측 열매체 공급구(120)가 열교환기(100)의 하단에 위치하도록 구성되고 쉘 측 열매체 배출구(121)는 열교환기(100) 상단에 위치할 수 있으며, 쉘 내측면에 위치하여 쉘 측 열매체의 이동경로를 구성하는 배플(125)이 더 포함된다. 상기와 같이, 다수의 배플(125) 구성을 통하여 쉘 측 열매체 유로(124)를 구성한다.

[108] 상기와 같이, 본 발명의 쉘 측 열매체는 쉘 측 열매체 공급구(120)를 통해 유입되고 쉘 내측면에 위치하는 다수의 배플(125)이 형성하는 유동 경로를 통해 쉘 측 열매체 배출구(121)로 배출되는바, 쉘 내부에 위치하는 열교환 유로(134)의 면적 전 영역을 통과할 수 있다.

[109] 상기와 같이, 쉘 측 공급구를 통해 유입되는 쉘 측 열매체는 쉘 내부를 순환하는 쉘 측 열매체 유동구역에서 열교환을 수행한다. 이렇게 구성되는 쉘 측 열매체

유동구역의 경우, 열교환기(100) 상단과 하단에 위치하는 제 3밀봉방벽(150, 160)을 통해 분리되는바, 상기 상단 제 3밀봉방벽(150)의 구성을 통해 쉘 측 열매체 배출구(121)와 열교환 물질 분배부(132) 사이에 위치하고, 하단 제 3밀봉방벽(160)은 쉘 측 열매체 공급구(120)와 열교환 완료 물질 포집부(133) 사이에 위치하는 구성이다. 상기와 같이, 각각 상하단에 위치하는 제 3밀봉방벽(150, 160)이 마주하는 내부에 위치하는 쉘 측 열매체 유동구역을 포함한다.

[110] 또한, 본 발명의 열교환기(100)는 쉘 내부에 위치하는 다수의 열교환 유로(134)를 포함하여 구성된다. 열교환 유로(134)의 경우, 열교환 물질 분배부(132)와 연결되어 열교환 대상 물질이 유입되고, 열교환 완료 물질 포집부(133)와 연결되어 열교환 완료 물질의 포집을 수행한다. 더욱이, 상기 열교환 물질 분배부(132)는 열교환기(100) 외측에 위치하는 열교환 물질 공급구(130)와 연결되며, 열교환 완료 물질 포집부(133)의 경우, 열교환기(100) 외측에 위치하는 열교환 완료 물질 배출구(131)와 연결되어 구성될 수 있다.

[111] 상기와 같이 구성되는 열교환 완료 물질 포집부(133)는 열교환기(100)의 하단에 위치하는바, 최하부 제 4밀봉방벽(161)을 통해서 내부 열매체 분배부(142)와 밀봉되고 분리된다. 더욱이, 열교환 물질 분배부(132) 상단에 위치하는 내부 열매체 포집부(143)와 상기 열교환 물질 분배부(132)는 최상부 제 4밀봉방벽(151)을 통해 밀봉 분리되는바, 상기 열교환 유로(134)와 열교환기(100) 상하에 위치하는 하나의 열교환구역을 형성하게 된다. 상기 열교환구역의 경우, 열교환기(100)의 상하단에 위치하는 제 3밀봉방벽(150, 160)과 제 4밀봉방벽(151, 161)이 마주하는 내부에 구성되는바, 본 발명의 열교환기(100)의 중단에 위치할 수 있다.

[112] 열교환 유로(134)의 경우, 환형 형태로 구성되는바, 열교환 유로(134) 내부에 위치하는 내부 열매체 유로(144)를 포함하여 구성된다. 본 발명의 일 실시예에서는 환형으로 구성되는 열교환 유로(134)를 포함하는바, 상기 열교환 유로(134)의 직경 보다 작은 직경을 갖는 내부 열매체 유로(144)를 구성한다. 이렇게 구성되는 내부 열매체 유로(144)는 상기 열교환 유로(134)와 동일한 중심부를 갖고, 상단과 하단으로 돌출되어 열교환 물질 분배부(132) 및 열교환 완료 물질 포집부(133)의 상 하단을 관통하는 구성을 포함한다.

[113] 내부 열매체 유로(144)의 경우, 내부 열매체 공급구(열교환 유로(134))로부터 열매체가 공급되는바, 열교환 유로(134)의 내부를 관통하여 내부 열매체 배출부를 통해 열교환 유로(134) 내부에서 열교환을 수행한 열매체가 배출되는 구성이다. 더 바람직하게, 내부 열매체 공급구(열교환 유로(134))를 통해 공급되는 열매체는 열교환기(100)의 최하단에 위치하는 내부 열매체 분배부(142)로 유입되고, 상기 내부 열매체 분배부(142)에 위치하는 상기 열매체는 각각의 내부 열매체 유로(144)로 유입되는 구성을 포함한다. 이렇게 각각의 내부 열매체 유로(144)로 유입되는 열매체는 열교환기(100) 최상단에

위치하는 내부 열매체 포집부(143)에 포집되어 쉘 측단에 위치하는 내부 열매체 배출구(141)를 통하여 배출될 수 있다.

[114] 상기와 같이, 열교환 유로(134) 내부에 위치하는 내부 열매체 유로(144)를 통해 유입되는 열매체가 상기 열교환 유로(134)와 열교환을 수행하는바, 내부 열매체 유로(144)의 개방된 일단부에 위치하고 열교환기(100)의 최하단에 구성되는 내부 열매체 분배부(142)와 열교환기(100) 최상단의 내부 열매체 포집부(143)는 각각 제 4밀봉방벽(151, 161)과 열교환기(100)의 상하 양 끝단을 통해 밀봉되는 구성을 포함한다. 상기와 같이 본 발명은 내부 열매체의 유동을 수행하기 위한 구성들을 모두 포함하는 내부 열매체 유동구역을 형성하는바, 상기 내부 열매체 유동구역은 상기 내부 열매체 분배부(142)와 내부 열매체 포집부(143) 각각에 위치하는 제 4밀봉방벽(151, 161)을 통해 밀봉된다. 이처럼, 상기 내부 열매체 유동구역의 구성에서 유동하는 열매체의 경우, 열교환 물질 및 열교환 완료 물질 등과 접촉되지 않도록 분리된다.

[115] 본 발명의 환형 열교환 유로(134)의 경우, 원형으로 구성되는 열교환 유로(134) 내부에 동일한 중심을 갖도록 구성되는 내부 열매체 유로(144)를 더 포함한다. 상기 내부 열매체 유로(144)는 열교환 유로(134)의 중심부에 가까운 열교환 물질과 열교환을 수행하는바, 쉘 측 열매체와 접하는 열교환 유로(134)의 내측 벽면과 열교환이 어려운 열교환 물질에 대한 냉각을 수행할 수 있다.

[116] 바람직한 본 발명의 일 실시예에서는 열교환기(100)의 열교환 유로(134), 내부 열매체 유로(144)의 내경은 각각 10.0 ~ 150.0 mm, 10.0 ~ 50.0 mm로 할 수 있고, 더욱 바람직하게는 5.0 ~ 50.0 mm, 5.0 ~ 25.0 mm로 구성될 수 있다.

[117] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 쉘-앤드-멀티-더블컨센트릭-튜브 열교환기(100)의 구성의 하나의 열교환 유로(134)의 구성을 도시하고 있다.

[118] 각각 열교환기(100) 상하부에 위치하는 제 3밀봉방벽(150, 160)과 제 4밀봉방벽(151, 161) 사이에 열교환구역을 포함하는바, 열교환기(100)의 상단에 위치하는 열교환 물질 분배부(132)를 통해 각각의 열교환 유로(134)로 상기 열교환 물질이 유입될 수 있다. 더욱이, 열교환기(100) 하단에 위치하는 열교환 완료 물질 포집부(133)를 통해서 상기 열교환 유로(134)에서 열교환이 완료된 열교환 물질을 포집하는바, 상기 열교환 물질이 포집되는 공간은 밀봉된 형태로 구성될 수 있다.

[119] 더욱이, 열교환기(100) 상하부에 제 3밀봉방벽(150, 160)이 마주하는 내부에 밀봉된 구역으로서, 쉘 측 열매체 유동 구간을 포함할 수 있다. 상기 쉘 측 열매체 유동구간은 제 3밀봉방벽(150, 160) 내측에 위치하는 쉘 측 열매체 공급구(120) 및 쉘 측 열매체 배출구(121)를 포함하고, 쉘 내측면에 위치하는 적어도 하나 이상의 배플(125)을 포함하여 구성된다.

[120] 본 발명의 일 실시예에서는 하단 제 3밀봉방벽(160) 상단에 위치하는 쉘 측 열매체 공급구(120)를 통해서 쉘 측 열매체가 유입되고, 상단 제 3밀봉방벽(150) 하단에 위치하는 쉘 측 열매체 배출구(121)를 통해서 유입된 쉘 측 열매체가

배출되는 구성을 개시하고 있다. 상기와 같이 쉘 측 열매체 유동 구간을 포함하는바, 상기 열매체는 쉘 측 열매체 유동 구간에 위치하는 배플(125)의 개수 및 형태에 따라 열매체 유동 경로를 구성한다.

[121] 더욱이, 본 발명의 열교환기(100)는 최상부 제 4밀봉방벽(151) 상단에 위치하는 내부 열매체 포집부(143)와 최하부 제 4밀봉방벽(161) 하단에 위치하는 내부 열매체 분배부(142)를 더 포함하여 구성된다. 상기 최하부 제 4밀봉방벽(161) 하단에 위치하는 내부 열매체 분배부(142)는 내부 열매체 공급구(열교환 유로(134))를 통해 내부 열매체가 유입되고, 상기 유입된 내부 열매체는 내부 열매체 유로(144)를 통해 열교환기(100) 최상단에 위치하는 내부 열매체 포집부(143)로 유동할 수 있다. 상기와 같이 내부 열매체 포집부(143)로 포집된 내부 열매체는 상기 내부 열매체 포집부(143)와 연결된 내부 열매체 배출구(141)를 통해서 쉘 열교환기(100) 외부로 배출될 수 있다. 상기와 같이 내부 열매체 유동 구간을 구성하는바, 열교환 유로(134)의 내측면에 내부 열매체 유로(144)를 공급하여 상기 열교환 대상 물질의 중심부와 열교환을 수행하는 구성이다.

[122] 결국, 본 발명의 열교환기(100)는 쉘 내 배플(125)의 구성에 의해 쉘 측 열매체가 흐르는 열매체 유로가 형성되고, 열교환 유로(134) 내부에 내부 열매체가 통과하는 내부 열매체 유로(144)가 삽입되어 종래의 단순한 쉘-앤드-튜브 개념이 아닌, 이중의 형태로 열교환하여 열교환 성능이 확장된 쉘-앤드-멀티-더블 컨센트릭-튜브 개념의 열교환기(100)를 개시하고 있다.

[123]

[124] 도 8는 본 발명의 일실시예에 따른 쉘-앤드-멀티-트리플 컨센트릭-튜브 반응기(200)의 구성을 나타내는 측단면도이다. 도시된 바와 같이, 본 발명의 반응기(200)는 쉘 측으로 흐르는 열매체 유로, 촉매로 충진된 반응물이 흐르는 촉매반응 유로(234) 및 내부의 열매체가 흐르는 유로들로 구성되며, 이때 각 유로는 열매체와 반응물 공급구(230)및 촉매가 접촉되지 않으며, 충분한 열교환 확보를 위해 금속을 재질로 하여 제작될 수 있다. 상기 반응물이 흐르는 촉매반응 유로(234) 및 내부 열매체 유입관(244)의 경우, 금속 재질로 구성될 수 있으며, 더 바람직하게는 쉘 측 열매체와 화학반응을 수행하지 않는 모든 구성을 포함한다.

[125] 본 발명의 바람직한 일 실시예에서는 반응기(200)를 구성하는 유로의 소재로는, 우수한 열교환 성능 및 내구성을 고려해야 하는 동시에 유체가 흐를 수 있는 유로를 용이하게 형성할 수 있어야 하므로, 열전도성과 기계적 가공성이 좋은 알루미늄이나 구리, 또는 우수한 내열성 및 내식성을 가지는 스테인리스강이나 니켈, 코발트 계열의 합금(인코넬, 모넬 등) 등을 사용할 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.

[126] 또한, 본 발명의 수직형 쉘-앤드-튜브 반응기(200)의 형태를 유지하고 있는바, 쉘 측 열매체는 쉘 측 열매체 공급구(220)에서 상기 반응기(200) 쉘 측으로

유입되고 쉘 측 열매체 배출구(221)를 통해 상기 열교환이 수행된 쉘 측 열매체를 배출하는 구성을 포함한다. 더 바람직하게, 본 발명의 일 실시예에서는 상기 쉘 측 열매체 공급구(220)가 반응기(200)의 하단에 위치하도록 구성되고 쉘 측 열매체 배출구(221)는 반응기(200) 상단에 위치할 수 있으며, 쉘 내측면에 위치하여 쉘 측 열매체의 이동경로를 구성하는 배플(225)이 더 포함된다.

[127] 상기와 같이, 본 발명의 쉘 측 열매체는 쉘 측 열매체 공급구(220)를 통해 유입되고 쉘 내측면에 위치하는 다수의 배플(225)이 형성하는 유동 경로를 통해 쉘 측 열매체 배출구(221)로 배출되는바, 쉘 내부에 위치하는 촉매반응 유로(234)의 최대 단면적과 접촉하도록 전 영역을 통과할 수 있다.

[128] 상기와 같이, 쉘 측 공급구를 통해 유입되는 쉘 측 열매체는 쉘 내부를 순환하는 쉘 측 열매체 유동구역에서 열교환을 수행한다. 상기와 같이 구성되는 쉘 측 열매체 유동구역의 경우, 반응기(200) 상단과 하단에 위치하는 제 5밀봉방벽(250, 260)을 통해 분리되는바, 상기 제 5밀봉방벽(250, 260)의 구성을 통해 쉘 측 열매체 배출구(221)와 반응물 분배부(232) 및 쉘 측 열매체 공급구(220)와 생성물 포집부(233)를 분리하는 구성이다. 상기와 같이, 반응기(200)의 상 하단에 위치하는 제 5밀봉방벽(250, 260)이 마주하는 내부에 위치하는 쉘 측 열매체 유동구역을 포함한다.

[129] 또한, 본 발명의 반응기(200)는 반응물이 통과하는 쉘 내부에 위치하는 다수의 촉매반응 유로(234)를 포함하여 구성된다. 촉매반응 유로(234)의 경우, 촉매가 유로의 길이방향을 따라 충진되어 존재할 수 있다. 더 바람직하게, 상기 촉매는 촉매반응 유로(234)의 길이방향에 따라 상이한 기능을 수행하는 촉매를 순차적으로 적층되어 구성될 수 있으며, 사용자의 반응기(200) 사용 형태나 용도에 따라 촉매의 양과 단일 반응기의 개수는 상이할 수 있다. 또한, 촉매반응 유로(234) 내부에 압출 성형된 펠렛, 구형 및 파우더 형상의 적어도 하나 이상의 반응 촉매를 충전되어 구성될 수 있다.

[130] 또한 고정층 반응기 대신에 파우더 형상의 촉매가 액상의 용매에 일정량 혼합된 액체와 반응가스가 동시에 공급되는, 다시 말해 슬러리 버블 컬럼 반응기(Slurry bubble column reactor) 형태로도 구성될 수 있다.

[131] 상기 촉매반응 유로(234)의 경우, 반응물 분배부(232)를 통해 촉매로 충진된 촉매반응 유로(234)로 반응물이 분배된다. 더욱이, 상기 반응물 분배부(232)는 쉘 측면에 위치하는 반응물 공급구(230)와 연결되는 구성을 포함한다. 분배된 반응물은 상기 촉매반응 유로(234)를 길이방향으로 통과되는바, 촉매반응 유로(234)에 충진된 적어도 하나 이상의 촉매와 접촉 반응을 수행한다. 이렇게 촉매반응이 수행된 상기 반응가스는 최종적으로 생성물과 반응을 수행하지 않은 미반응물을 포함하여 반응기(200) 하단에 위치하는 생성물 포집부(233)를 통해 포집된다. 포집된 생성물 또는 미반응물은 생성물 포집부(233)와 연결되는 생성물 배출구(31)를 통해 쉘의 외부로 배출될 수 있다.

[132] 상기와 같이 구성되는 생성물 포집부(233)는 반응기(200)의 하단에

위치하는바, 반응기(200) 하단에 위치하는 하부 제 5밀봉방벽(260)과 반응기(200) 최하단부를 통해서 밀봉되고 밀봉되는 구성이다. 더욱이, 반응물 분배부(232) 상단에 위치하는 쉘 측 열매체 배출구(221)와 상기 쉘 측 열매체 배출구(221) 상부에 위치하는 상기 반응물 분배부(232)는 상부 제 5밀봉방벽(250)을 통해 분리되는바, 상기 반응물 분배부(232)는 상부 제 5밀봉방벽(250)과 하부 제 6밀봉방벽(261) 사이에 위치하여 밀봉분리되는 구성이다. 따라서, 촉매반응 유로(234), 반응기(200) 상하에 위치하는 반응물 분배부(232) 및 생성물 포집부(233)를 포함하여 하나의 촉매반응 구역을 형성하게 된다. 상기 촉매반응 구역의 경우, 본 발명의 반응기(200)의 중단에 위치할 수 있다.

[133] 상기 밀봉방벽의 경우, 각각의 열매체 및 반응가스, 생성물등의 유체가 누출되지 않도록 디퓨젼 본딩(diffusion bonding), 브레이징(brazing), 레이저 용접, 전기도금, 티그(TIG) 용접, 프레싱, 엠보싱 프레싱 등에 의해 접합 고정될 수 있으며 서로 플랜지 형태로 조립될 수 있다.

[134] 촉매반응 유로(234)의 경우, 환형으로 구성되는바, 촉매반응 유로(234) 내부에 위치하는 내부 열매체 유입관(244)을 포함하여 구성된다. 본 발명의 일 실시예에서는 환형으로 구성되는 촉매반응 유로(234)를 포함하는바, 상기 촉매반응 유로(234)의 직경 보다 작은 직경을 갖는 내부 열매체 유입관(244)을 구성한다. 이렇게 구성되는 내부 열매체 유입관(244)은 상기 촉매반응 유로(234)와 동일한 중심을 갖고, 상기 촉매반응 유로(234) 상단으로 돌출되어 하부 제 6밀봉방벽(261) 상단에 개방된 형태를 포함한다. 더 바람직하게, 상기 촉매반응 유로(234)는 상기 하부 제 6밀봉방벽(261)위쪽 구성과 유체연결되는 구성이다.

[135] 더욱이, 상기 촉매반응 유로(234) 내부에 위치하는 내부 열매체 유입관(244)은 환형으로 구성되는바, 내측에 길이방향으로 삽입되는 내부 열매체 배출관(245)을 포함하여 구성된다. 또한, 상기 내부 열매체 유입관(244)은 촉매반응 유로(234)로 삽입된 일끝단이 폐쇄되는 구성을 포함한다. 더 바람직하게, 상기 내부 열매체 유입관(244)과 동일한 중심을 갖는 원형으로 구성되는 내부 열매체 배출관(245)은 내부 열매체 유입관(244)으로 삽입된 일단면이 개방된 형태를 취하고 있는바, 내부 열매체 유입관(244)으로 유입되는 열매체는 폐쇄된 내부 열매체 유입관(244)의 구성에 의해 내부 열매체 배출관(245)으로 유체 이동이 가능한 구성이다. 또한, 내부 열매체 배출관(245)이 내부 열매체 유입관(244)으로 삽입된 타단면은 돌출된 형태로 구성되는바, 최상부 제 6밀봉방벽(251) 상부에 위치하는 내부 열매체 포집부(243)와 유체 연결되는 구성을 포함할 수 있다.

[136] 내부 열매체 유입관(244)의 경우, 내부 열매체 공급구(240)로부터 열매체가 공급되는바, 촉매반응 유로(234)에 삽입되어 내부 열매체 배출부를 통해 촉매반응 유로(234) 내부에서 열교환을 수행한 열매체가 배출되는 구성이다. 더

바람직하게, 내부 열매체 공급구(240)를 통해 공급되는 열매체는 반응기(200)의 상단에 위치하는 내부 열매체 분배부(242)로부터 유입되고, 상기 내부 열매체 분배부(242)에 위치하는 상기 열매체는 각각의 내부 열매체 유입관(244)으로 유입되는 구성을 포함한다. 이렇게 각각의 내부 열매체 유입관(244)으로 유입되는 열매체는 반응기(200) 최상단에 위치하는 내부 열매체 포집부(243)에 포집되어 쉘 측단에 위치하는 내부 열매체 배출구(241)를 통하여 배출될 수 있다.

[137] 본 발명의 일 실시예에서는 상기 내부 열매체는 내부 열매체 분배부(242)를 통해 내부 열매체 유입관(244)으로 유입되고, 유입된 내부 열매체는 상기 내부 열매체 유입관(244)에 삽입되어 유체 연결된 내부 열매체 배출관(245)을 통해 최상부에 위치하는 내부 열매체 포집부(243)에서 포집되는 구성을 포함한다.

[138] 상기와 같이, 촉매 반응 유로 내부에 위치하는 내부 열매체 유입관(244)를 통해 유입되는 열매체가 상기 촉매 반응 유로와 열교환을 수행하는바, 내부 열매체 유입관(244)의 개방된 일단부에 위치하고 반응기(200)의 상단에 구성되는 내부 열매체 분배부(242)와 반응기(200) 최상단에 위치하는 내부 열매체 포집부(243)는 최상부 제 6밀봉방벽(251)과 반응기(200)의 상단 끝단을 통해 밀봉되는 구성을 포함한다. 이렇게 본 발명은 내부 열매체의 유동을 수행하기 위한 구성들을 모두 포함하는 내부 열매체 유동구역을 형성한다. 상기 내부 열매체 유동구역은 상기 내부 열매체 분배부(242)와 내부 열매체 포집부(243)를 포함하는바, 반응기(200) 최상부에 위치하는 최상부 제 6밀봉방벽(251)을 통해 밀봉된다. 최상부 제 6밀봉방벽(251)의 경우, 내부 열매체 포집부(243)와 반응물 분배부(232) 사이에 위치하여 유입되는 내부 열매체와 열교환을 수행한 내부 열매체가 섞이는 것을 방지한다. 또한, 하부 제 6밀봉방벽(261)은 내부 열매체 공급구(240)와 반응물 분배부(232) 사이에 위치하여 반응물과 유입되는 내부 열매체가 섞이는 것을 방지할 수 있는 구성이다.

[139] 도 9은 본 발명의 일실시예에 따른 쉘-앤드-멀티-트리플 컨센트릭-튜브 반응기(200)의 구성을 나타내는 단면도이다.

[140] 상기 단면도는 도 2에 A-A'의 단면을 도시하고 있는바, 촉매반응 유로(234), 내부 열매체 유입관(244) 및 쉘 측 열매체 유로(224)를 개시하고 있다.

[141] 본 발명의 환형 촉매반응 유로(234)의 경우, 원형으로 구성되는 촉매반응 유로(234) 내부에 동일한 중심을 갖도록 구성되는 내부 열매체 유입관(244)를 더 포함한다. 또한, 상기 내부 열매체 유입관(244)은 반응기(200) 하측 일단이 막힌 구조를 포함한다. 상기 내부 열매체 유입관(244)는 촉매반응 유로(234)의 중심부에 가까운 반응물과 열교환을 수행하는바, 촉매반응 유로(234)의 내측 벽면에 위치하는 반응물에 대한 냉각을 수행할 수 있다.

[142] 또한, 내부 열매체 유입관(244)의 중심부에 위치하는 내부 열매체 배출관(245)을 더 포함하는바, 상기 내부 열매체 배출관(245)은 내부 열매체 유입관(244)에 길이방향으로 삽입되는 구성이다. 상기 내부 열매체 배출관(245)은 삽입된 일 끝단이 개방된 형태를 포함하는바, 상기 내부 열매체

유입관(244)으로 유입되는 내부 열매체와 유체 연결되는 구성을 포함한다.

[143] 더욱이, 상기 내부 열매체 유입관(244)과 내부 열매체 배출관(245)은 그 기능을 반대로 수행할 수 있는바, 내부 열매체 배출관(245)과 연결된 내부 열매체 포집부(243)를 통해서 열교환이 수행되지 않은 내부 열매체가 유입될 수 있고, 촉매반응 유로(234)와 열교환을 수행한 내부 열매체는 내부 열매체 유입관(244)을 통해 내부 열매체 분배부(242)로 배출될 수 있다. 이처럼, 본 발명의 경우, 유입과 배출은 반응기(200) 또는 열교환기(300)의 적용 사항, 구조 및 형태에 따라 달라질 수 있다.

[144] 본 발명의 바람직한 일 실시예에서는 반응기(200)의 촉매반응 유로(234), 내부 열매체 유입관(244)의 내경은 각각 10.0 ~ 150.0 mm, 10.0 ~ 50.0 mm로 할 수 있고, 더욱 바람직하게는 5.0 ~ 50.0 mm, 5.0 ~ 25.0 mm로 구성될 수 있다. 더욱이, 내부 열매체 배출관(245)의 내경은 5mm ~ 9mm로 구성될 수 있다.

[145] 더욱이, 본 발명의 반응기(200)는 일반적으로 발열 또는 흡열 반응을 수행하는 구성에 적용이 가능하고, 더 바람직하게, 본 발명의 반응기(200)는 GTL(Gas-to-Liquid), CTL(Coal-to-Liquid), BTL(Biomass-to-Liquid), DME(Dimethyl Ether), MeOH(Methanol) 등의 청정연료 제조용 GTL, GTL-FPSO(Floating Production Storage and Offloading), DME-FPSO 및 MeOH-FPSO, 연료전지용 연료 개질기, 수소스테이션, 석유화학, 정밀화학, 환경 및 에너지 등의 반응기로서 적용될 수 있다.

[146] 도 10는 본 발명의 일실시예에 따른 쉘-앤드-멀티-트리플 컨센트릭-튜브 반응기(200)의 구성으로서 하나의 유로를 도시하고 있다.

[147] 촉매반응 유로(234)와 반응기(200)의 상부와 하부에 위치하는 반응물 분배부(232)와 생성물 포집부(233)는 촉매반응 구역을 구성하는바, 반응기(200)의 상단에 위치하는 반응물 분배부(232)를 통해 각각의 촉매반응 유로(234)로 상기 반응물이 유입될 수 있다. 상기 반응물 분배부(232)는 상부 제 5밀봉방벽(250)과 하부 제 6밀봉방벽(261) 사이에 구성된다. 더욱이, 반응물 하단에 위치하는 생성물 포집부(233)를 통해서 상기 촉매반응 유로(234)에서 촉매와 접촉하여 촉매반응을 통해 구성되는 생성물 또는 미반응 반응물을 포집하는바, 밀봉된 형태로 구성될 수 있다.

[148] 또한, 상하부에 위치하는 제 5밀봉방벽(250, 260)이 마주하는 내부에 밀봉된 구역을 포함하여 쉘 측 열매체 유동 구간을 포함할 수 있다. 상기 쉘 측 열매체 유동구간은 제 5밀봉방벽(250, 260) 내측에 위치하는 쉘 측 열매체 공급구(220) 및 쉘 측 열매체 배출구(221)를 포함하고, 쉘 내측면에 위치하는 적어도 하나 이상의 배플(225)을 포함하여 구성된다.

[149] 본 발명의 일 실시예에서는 하단 제 5밀봉방벽(260) 상단에 위치하는 쉘 측 열매체 공급구(220)를 통해서 쉘 측 열매체가 유입되고, 상단 제 5밀봉방벽(250) 하단에 위치하는 쉘 측 열매체 배출구(221)를 통해서 유입된 쉘 측 열매체가 배출되는 구성을 개시하고 있다. 상기와 같이 쉘 측 열매체 유동 구간을

포함하는바, 상기 열매체는 쉘 측 열매체 유동 구간에 위치하는 배플(225)의 개수 및 형태에 따라 열매체 유동 경로를 구성한다.

[150] 더욱이, 본 발명의 반응기(200)는 최상부 제 7밀봉방벽(251) 상단에 위치하는 내부 열매체 포집부(243)와 최상부 제 7밀봉방벽(251)과 하부 제 7밀봉방벽(261) 사이에 위치하는 내부 열매체 분배부(242)를 더 포함하여 구성된다. 상기 내부 열매체 분배부(242)는 내부 열매체 공급구(240)를 통해 내부 열매체가 유입되고, 상기 유입된 내부 열매체는 내부 열매체 유입관(244)를 통해 반응기(200) 상단부와 최상부 제 7밀봉방벽(251) 사이에 구성되는 열매체 포집부로 유동할 수 있다. 상기와 같이 내부 열매체 포집부(243)로 포집된 내부 열매체는 상기 내부 열매체 포집부(243)와 연결된 내부 열매체 배출구(241)를 통해서 쉘 반응기(200) 외부로 배출될 수 있다. 상기와 같이 내부 열매체 유동 구간을 구성하는바, 촉매반응 유로(234) 내부에 위치하는 내부 열매체 유입관(244)으로 내부 열매체를 공급하여 상기 반응물의 중심부와 열교환을 수행하며, 내부 열매체 유입관(244) 내부에 위치하는 내부 열매체 배출관(245)을 통해 열교환된 내부 열매체를 배출하는 구성이다.

[151] 상기 각각의 밀봉방벽은 촉매반응 유로(234), 내부 열매체 유입관(244) 및 내부 열매체 배출관(245)이 관통되는 형태로서, 쉘 내부에 일정한 밀봉 공간을 형성하는 구성을 포함한다.

[152] 결국, 본 발명의 반응기(200)는 쉘 내 배플(225)의 구성에 의해 쉘 측 열매체가 흐르는 열매체 유로가 형성되고, 그 내부에 촉매가 충진되고 반응물이 흐르는 촉매반응 유로(234)가 복수로 구성되며, 그 내부에 내부 열매체가 통과하는 내부 열매체 유입관(244)가 삽입되어 종래의 단순한 쉘-앤드-튜브 개념이 아닌, 이에 더하여 이중의 형태로 열교환하여 열교환 성능이 확장된 쉘-앤드-멀티-트리플 컨센트릭-튜브 개념의 반응기(200)를 개시하고 있다.

[153] 도 11a는 종래기술로서 쉘-앤드-튜브 반응기(200)의 촉매반응 유로(234) 길이방향에 따른 반응 기체의 온도차이를 그래프로 도시하고 있다.

[154] 즉 종래기술로서 촉매반응 유로(234)가 20mm의 내경을 포함하는 쉘-앤드-튜브 반응기(200)를 통해 GTL-FPSO(Floating Production Storage and Offloading) 발열반응을 수행할 경우, 촉매반응 유로(234) 길이방향으로 반응기체는 $\Delta T=9K$인 차이를 나타내고 있다.

[155] 이와 비교하여, 도 11b는 본 발명의 실시예에 따라 환형 촉매반응 유로(234)를 포함하는 반응기(200)의 길이방향 반응기체의 온도를 측정한 그래프를 도시하고 있다.

[156] 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 촉매반응 유로(234)와 내부 열매체 유로(244)의 내경은 각각 20mm, 10mm로 구성되는 GTL-FPSO(Floating Production Storage and Offloading) 발열반응에 따른 반응기(200)를 구성하였다.

[157] 상기와 같이 구성되는 본 발명의 반응기(200)는 쉘 내부에 길이방향으로 구성되는 촉매반응 유로(234)를 포함하고 있는바, 반응기체는 반응기(200)의

상단부에서 반응물 분배부(232)를 통해 유입되고, 상기 촉매반응 유로(234)로 유입된다. 상기와 같이 반응기체는 촉매반응 유로(234)에서 촉매와 접촉되는 구성으로서, 길이방향으로 이동하면서 반응 기체의 발열반응이 수행되는 구성이다.

[158] 상기와 같이 구성된 본 발명의 바람직한 실시예에서는 GTL-FPSO(Floating Production Storage and Offloading) 공정의 발열반응인 FTS 반응에 의해, 촉매반응 유로(234)의 길이방향으로 발생하는 온도차인 $\Delta T=4.3K$로 나타나는바, 상기 종래기술의 촉매반응 유로(234)의 길이방향 온도차이와 비교하여 반응기(200)의 길이방향 온도제어가 크게 용이하고, 온도조절에 따른 반응생성물의 선택도 조절이 용이한 것으로 확인되었다.

[159]

[160] 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 쉘-앤드-멀티-트리플 컨센트릭-튜브 열교환기(300)의 구성을 나타내는 측단면도이다. 도시된 바와 같이, 본 발명의 열교환기(300)는 쉘 측으로 흐르는 열매체 유로, 열교환 유로(334) 및 내부의 열매체가 흐르는 유로들로 구성되며, 이때 각 유로는 열매체와 열교환 대상 물질이 접촉되지 않으며, 충분한 열교환 확보를 위해 금속을 재질로 하여 제작될 수 있다. 상기 열교환 대상 물질이 흐르는 열교환 유로(334) 및 내부 열매체 유입관(344)의 경우, 금속 재질로 구성될 수 있으며, 더 바람직하게는 쉘 측 열매체와 화학반응을 수행하지 않는 모든 구성을 포함한다.

[161] 본 발명의 바람직한 일 실시예에서는 열교환기(300)를 구성하는 유로의 소재로는, 우수한 열교환 성능 및 내구성을 고려해야 하는 동시에 유체가 흐를 수 있는 유로를 용이하게 형성할 수 있어야 하므로, 열전도성과 기계가공성이 좋은 알루미늄이나 구리, 또는 우수한 내열성 및 내식성을 가지는 스테인리스강이나 니켈, 코발트 계열의 합금(인코넬, 모넬 등) 등을 사용할 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.

[162] 또한, 본 발명의 수직형 쉘-앤드-튜브 열교환기(300)의 형태를 유지하고 있는바, 쉘 측 열매체는 쉘 측 열매체 공급구(320)에서 상기 열교환기(300) 쉘 측으로 유입되고 쉘 측 열매체 배출구(321)를 통해 상기 열교환이 수행된 쉘 측 열매체를 배출하는 구성을 포함한다. 더 바람직하게, 본 발명의 일 실시예에서는 상기 쉘 측 열매체 공급구(320)가 열교환기(300)의 하단에 위치하도록 구성되고 쉘 측 열매체 배출구(321)는 열교환기(300) 상단에 위치할 수 있으며, 쉘 내측면에 위치하여 쉘 측 열매체의 이동경로를 구성하는 배플(325)이 더 포함된다.

[163] 상기와 같이, 본 발명의 쉘 측 열매체는 쉘 측 열매체 공급구(320)를 통해 유입되고 쉘 내측면에 위치하는 다수의 배플(325)이 형성하는 유동 경로를 통해 쉘 측 열매체 배출구(321)로 배출되는바, 쉘 내부에 위치하는 열교환 유로(334)의 최대 단면적과 접촉하도록 전 영역을 통과할 수 있다.

[164] 상기와 같이, 쉘 측 공급구를 통해 유입되는 쉘 측 열매체는 쉘 내부를 순환하는

쉘 측 열매체 유동구역에서 열교환을 수행한다. 이렇게 구성되는 쉘 측 열매체 유동구역의 경우, 열교환기(300) 상단과 하단에 위치하는 제 7밀봉방벽(350, 360)을 통해 분리되는바, 상기 제 7밀봉방벽(350, 360)의 구성을 통해 쉘 측 열매체 배출구(321)와 열교환 대상 물질 분배부 및 쉘 측 열매체 공급구(320)와 열교환 완료 물질 포집부(333)를 분리하는 구성이다. 상기와 같이, 열교환기(300)의 상 하단에 위치하는 제 7밀봉방벽(350, 360)이 마주하는 내부에 위치하는 쉘 측 열매체 유동구역을 포함한다.

[165] 또한, 본 발명의 열교환기(300)는 열교환 대상 물질이 통과하는 쉘 내부에 위치하는 다수의 열교환 유로(334)를 포함하여 구성된다.

[166] 상기 열교환 유로(334)의 경우, 열교환 물질 분배부(332)를 통해 열교환 유로(334)로 열교환 대상 물질이 분배된다. 열교환 물질 분배부(332)는 쉘 측면에 위치하는 열교환 물질 공급구(330)를 통해 열교환 대상 물질이 유입된다. 분배된 열교환 대상 물질은 상기 열교환 유로(334)를 길이방향으로 통과된다. 이렇게 열교환이 수행된 상기 열교환 완료 물질은 최종적으로 열교환기(300) 하단에 위치하는 열교환 완료 물질 포집부(333)를 통해 포집된다. 포집된 열교환 완료 물질은 열교환 완료 물질 포집부(333)와 연결되는 열교환 완료 물질 배출구(331)를 통해 쉘의 외부로 배출될 수 있다.

[167] 상기와 같이 구성되는 열교환 완료 물질 포집부(333)는 열교환기(300)의 하단에 위치하는바, 열교환기(300) 하단에 위치하는 하부 제 7밀봉방벽(360)과 열교환기(300) 최하단부를 통해서 밀봉되는 구성이다. 더욱이, 열교환 물질 분배부(332) 상단에 위치하는 쉘 측 열매체 배출구(321)와 상기 쉘 측 열매체 배출구(321) 상부에 위치하는 상기 열교환 물질 분배부(332)는 상부 제 7밀봉방벽(350)을 통해 분리되는바, 상기 열교환 물질 분배부(332)는 상부 제 7밀봉방벽(350)과 하부 제 8밀봉방벽(361) 사이에 위치하여 밀봉분리되는 구성이다. 따라서, 열교환 유로(334), 열교환기(300) 상하에 위치하는 열교환 물질 분배부(332) 및 열교환 완료 물질 포집부(333)를 포함하여 하나의 열교환구역을 형성하게 된다. 상기 열교환구역의 경우, 본 발명의 열교환기(300)의 중단에 위치할 수 있다.

[168] 상기 밀봉방벽의 경우, 각각의 열매체 및 열교환 대상 물질, 열교환 안료 물질 등의 유체가 누출되지 않도록 디퓨젼 본딩(diffusion bonding), 브레이징(brazing), 레이저 용접, 전기도금, 티그(TIG) 용접, 프레싱, 엠보싱 프레싱 등에 의해 접합 고정될 수 있으며 서로 플랜지 형태로 조립될 수 있다.

[169] 열교환 유로(334)의 경우, 환형으로 구성되는바, 열교환 유로(334) 내부에 위치하는 내부 열매체 유입관(344)을 포함하여 구성된다. 본 발명의 일 실시예에서는 환형으로 구성되는 열교환 유로(334)를 포함하는바, 상기 열교환 유로(334)의 직경 보다 작은 직경을 갖는 내부 열매체 유입관(344)을 구성한다. 이렇게 구성되는 내부 열매체 유입관(344)은 상기 열교환 유로(334)와 동일한 중심을 갖고, 상기 열교환 유로(334) 상단으로 돌출되어 열교환 물질

분배부(332)의 상단에 위치하는 하부 제 8밀봉방벽(361)과 연결된 형태를 포함한다. 더 바람직하게, 상기 열교환 유로(334)는 상기 하부 제 8밀봉방벽(361)위쪽 구성과 유체연결되는 구성이다.

[170] 더욱이, 상기 열교환 유로(334) 내부에 위치하는 내부 열매체 유입관(344)은 환형으로 구성되는바, 내측에 길이방향으로 삽입되는 내부 열매체 배출관(345)을 포함하여 구성된다. 또한, 상기 내부 열매체 유입관(344)은 열교환 유로(334)로 삽입된 일끝단이 폐쇄되는 구성을 포함한다. 더 바람직하게, 상기 내부 열매체 유입관(344)과 동일한 중심을 갖는 원형으로 구성되는 내부 열매체 배출관(345)은 내부 열매체 유입관(344)으로 삽입된 일단면이 개방된 형태를 취하고 있는바, 내부 열매체 유입관(344)으로 유입되는 열매체는 폐쇄된 내부 열매체 유입관(344)의 구성에 의해 내부 열매체 배출관(345)으로 유체 이동이 가능한 구성이다. 또한, 내부 열매체 배출관(345)이 내부 열매체 유입관(344)으로 삽입된 타단면은 돌출된 형태로 구성되는바, 최상부 제 8밀봉방벽(351) 상부에 위치하는 내부 열매체 포집부(343)와 연결되는 구성을 포함할 수 있다.

[171] 내부 열매체 유입관(344)의 경우, 내부 열매체 공급구(340)로부터 열매체가 공급되는바, 열교환 유로(334)에 삽입되어 내부 열매체 배출부를 통해 열교환 유로(334) 내부에서 열교환을 수행한 열매체가 배출되는 구성이다. 더 바람직하게, 내부 열매체 공급구(340)를 통해 공급되는 열매체는 열교환기(300)의 상단에 위치하는 내부 열매체 분배부(342)로부터 유입되고, 상기 내부 열매체 분배부(342)에 위치하는 상기 열매체는 각각의 내부 열매체 유입관(344)으로 유입되는 구성을 포함한다. 이렇게 각각의 내부 열매체 유입관(344)으로 유입되는 열매체는 열교환기(300) 최상단에 위치하는 내부 열매체 포집부(343)에 포집되어 쉘 측단에 위치하는 내부 열매체 배출구(341)를 통하여 배출될 수 있다.

[172] 본 발명의 일 실시예에서는 상기 내부 열매체는 내부 열매체 분배부(342)를 통해 내부 열매체 유입관(344)으로 유입되고, 유입된 내부 열매체는 상기 내부 열매체 유입관(344)에 삽입되어 유체 연결된 내부 열매체 배출관(345)을 통해 최상부에 위치하는 내부 열매체 포집부(343)에서 포집되는 구성을 포함한다.

[173] 상기와 같이, 열교환 유로(334) 내부에 위치하는 내부 열매체 유입관(344)를 통해 유입되는 열매체가 상기 열교환 유로(334)와 열교환을 수행하는바, 내부 열매체 유입관(344)의 개방된 일단부는 열교환기(300)의 상단에 구성되는 내부 열매체 분배부(342)와 연결되고, 열교환기(300) 최상단에 위치하는 내부 열매체 포집부(343)는 최상부 제 8밀봉방벽(351)과 열교환기(300)의 상단 끝단을 통해 밀봉되는 구성을 포함한다. 이렇게 본 발명은 내부 열매체의 유동을 수행하기 위한 구성들을 모두 포함하는 내부 열매체 유동구역을 형성한다. 상기 내부 열매체 유동구역은 상기 내부 열매체 분배부(342)와 내부 열매체 포집부(343)를 포함하는바, 열교환기(300) 최상부에 위치하는 최상부 제 8밀봉방벽(351)을 통해 밀봉된다. 최상부 제 8밀봉방벽(351)의 경우, 내부 열매체 포집부(343)와 열교환

물질 분배부(332) 사이에 위치하여 유입되는 내부 열매체와 열교환을 수행한 내부 열매체가 섞이는 것을 방지한다. 또한, 하부 제 8밀봉방벽(361)은 내부 열매체 공급구(340)와 열교환 물질 분배부(332) 사이에 위치하여 열교환 대상 물질과 유입되는 내부 열매체가 섞이는 것을 방지할 수 있는 구성이다. 도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 쉘-앤드-멀티-트리플 컨센트릭-튜브 열교환기(300)의 구성을 나타내는 단면도이다.

[174] 상기 단면도는 도 12에 B-B'의 단면을 도시하고 있는바, 열교환 유로(334), 내부 열매체 유입관(344) 및 쉘 측 열매체 유로(324)를 개시하고 있다.

[175] 본 발명의 환형 열교환 유로(334)의 경우, 원형으로 구성되는 열교환 유로(334) 내부에 동일한 중심을 갖도록 구성되는 내부 열매체 유입관(344)를 더 포함한다. 또한, 상기 내부 열매체 유입관(344)은 열교환기(300) 하측 일단이 막힌 구조를 포함한다. 상기 내부 열매체 유입관(344)은 열교환 유로(334)의 중심부에 가까운 열교환 대상 물질과 열교환을 수행하는바, 쉘 측 열매체와 접하지 않는 열교환 유로(334)의 내측에 위치하는 열교환 대상 물질에 대한 냉각을 수행할 수 있다.

[176] 또한, 내부 열매체 유입관(344)의 중심부에 위치하는 내부 열매체 배출관(345)을 더 포함하는바, 상기 내부 열매체 배출관(345)은 내부 열매체 유입관(344)에 길이방향으로 삽입되는 구성이다. 상기 내부 열매체 배출관(345)은 삽입된 일 끝단이 개방된 형태를 포함하는바, 상기 내부 열매체 유입관(344)으로 유입되는 내부 열매체와 유체 연결되는 구성을 포함한다.

[177] 본 발명의 바람직한 일 실시예에서는 열교환기(300)의 열교환 유로(334), 내부 열매체 유입관(344)의 내경은 각각 10.0 ~ 150.0 mm, 10.0 ~ 50.0 mm로 할 수 있고, 더욱 바람직하게는 5.0 ~ 50.0 mm, 5.0 ~ 25.0 mm로 구성될 수 있다. 더욱이, 내부 열매체 배출관(345)의 내경은 5mm ~ 10mm로 구성될 수 있다.

[178] 더욱이, 상기 내부 열매체 유입관(344)과 내부 열매체 배출관(345)은 그 기능을 반대로 수행할 수 있는바, 내부 열매체 배출관(345)과 연결된 내부 열매체 포집부(343)를 통해서 열교환이 수행되지 않은 내부 열매체가 유입될 수 있고, 열교환 유로(334)와 열교환을 수행한 내부 열매체는 내부 열매체 유입관(344)을 통해 내부 열매체 분배부(342)로 배출될 수 있다. 이처럼, 본 발명의 경우, 유입과 배출은 열교환기(300) 또는 열교환기(300)의 적용 사항, 구조 및 형태에 따라 달라질 수 있다.

[179] 이상의 상세한 설명은 본 발명을 예시하는 것이다. 또한 전술한 내용은 본 발명의 바람직한 실시 형태를 나타내어 설명하는 것이며, 본 발명은 다양한 다른 조합, 변경 및 환경에서 사용할 수 있다. 즉 본 명세서에 개시된 발명의 개념의 범위, 기술한 개시 내용과 균등한 범위 및/또는 당업계의 기술 또는 지식의 범위내에서 변경 또는 수정이 가능하다. 기술한 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 구현하기 위한 최선의 상태를 설명하는 것이며, 본 발명의 구체적인 적용 분야 및 용도에서 요구되는 다양한 변경도 가능하다. 따라서 이상의 발명의 상세한 설명은 개시된 실시 상태로 본 발명을 제한하려는 의도가 아니다. 또한

첨부된 청구범위는 다른 실시 상태도 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

[180] (부호의 설명)

[181] 10 : 반응기

[182] 20 : 쉘 측 열매체 공급구

[183] 21 : 쉘 측 열매체 배출구

[184] 24 : 쉘 측 열매체 유로

[185] 25 : 배플

[186] 30 : 반응물 공급구

[187] 31 : 생성물 배출구

[188] 32 : 반응물 분배부

[189] 33 : 생성물 포집부

[190] 34 : 촉매반응 유로

[191] 40 : 내부 열매체 공급구

[192] 41 : 내부 열매체 배출구

[193] 42 : 내부 열매체 분배부

[194] 43 : 내부 열매체 포집부

[195] 44 : 내부 열매체 유로

[196] 50 : 상부 제 1밀봉방벽

[197] 51 : 최상부 제 2밀봉방벽

[198] 60 : 하부 제 1밀봉방벽

[199] 61 : 최하부 제 2밀봉방벽

[200] 100 : 열교환기

[201] 120 : 쉘 측 열매체 공급구

[202] 121 : 쉘 측 열매체 배출구

[203] 124 : 쉘 측 열매체 유로

[204] 125 : 배플

[205] 130 : 열교환 물질 공급구

[206] 131 : 열교환 완료 물질 배출구

[207] 132 : 열교환 물질 분배부

[208] 133 : 열교환 완료 물질 포집부

[209] 134 : 열교환 유로

[210] 140 : 내부 열매체 공급구

[211] 141 : 내부 열매체 배출구

[212] 142 : 내부 열매체 분배부

[213] 143 : 내부 열매체 포집부

[214] 144 : 내부 열매체 유로

[215] 150 : 상부 제 3밀봉방벽

[216] 151 : 최상부 제 4밀봉방벽

[217] 160 : 하부 제 3밀봉방벽
[218] 161 : 최하부 제 4밀봉방벽
[219] 210 : 반응기
[220] 220 : 쉘 측 열매체 공급구
[221] 221 : 쉘 측 열매체 배출구
[222] 224 : 쉘 측 열매체 유로
[223] 225 : 배플
[224] 230 : 반응물 공급구
[225] 231 : 생성물 배출구
[226] 232 : 반응물 분배부
[227] 233 : 생성물 포집부
[228] 234 : 촉매반응 유로
[229] 240 : 내부 열매체 공급구
[230] 241 : 내부 열매체 배출구
[231] 242 : 내부 열매체 분배부
[232] 243 : 내부 열매체 포집부
[233] 244 : 내부 열매체 유입관
[234] 245 : 내부 열매체 배출관
[235] 250 : 상부 제 5밀봉방벽
[236] 251 : 최상부 제 6밀봉방벽
[237] 260 : 하부 제 5밀봉방벽
[238] 261 : 하부 제 6밀봉방벽
[239] 300 : 열교환기
[240] 320 : 쉘 측 열매체 공급구
[241] 321 : 쉘 측 열매체 배출구
[242] 324 : 쉘 측 열매체 유로
[243] 325 : 배플
[244] 330 : 열교환 물질 공급구
[245] 331 : 열교환 완료 물질 배출구
[246] 332 : 열교환 물질 분배부
[247] 333 : 열교환 완료 물질 포집부
[248] 334 : 열교환 유로
[249] 340 : 내부 열매체 공급구
[250] 341 : 내부 열매체 배출구
[251] 342 : 내부 열매체 분배부
[252] 343 : 내부 열매체 포집부
[253] 344 : 내부 열매체 유입관
[254] 345 : 내부 열매체 배출관

[255] 350 : 상부 제 7밀봉방벽

[256] 351 : 최상부 제 8밀봉방벽

[257] 360 : 하부 제 7밀봉방벽

[258] 361 : 하부 제 8밀봉방벽

[259]

청구범위

[청구항 1] 쉘 측 열매체가 쉘 내에 배플에 의해 형성된 경로를 따라 유동하는 쉘 측 열매체 유동구역;
반응물 분배부에 의해 각각의 촉매반응 유로로 반응물을 분배하고, 상기 반응물은 촉매반응 유로에 위치하는 촉매와 촉매반응을 수행하고, 상기 쉘 측 열매체와 내부 열매체에 의해 열교환되어 생성된 생성물과 반응하지 않은 미반응물을 포집하는 생성물 포집부를 포함하는 촉매반응 구역; 및
내부 열매체 분배부에 의해 상기 촉매반응 유로 내부에 삽입된 내부 열매체 유로로 상기 내부 열매체가 분배되며, 상기 촉매반응 유로와 열교환되어 내부 열매체 포집부를 통해 내부 열매체가 배출되는 내부 열매체 유동구역;을 포함하고,
상기 쉘 측 열매체 유동구역과 상기 촉매반응 구역은 촉매반응 유로가 통과할 수 있는 제 1밀봉방벽로 분리되고,
상기 촉매반응 구역과 내부 열매체 유동구역은 내부 열매체 유로가 통과할 수 있는 제 2밀봉방벽에 의해 상기 내부 열매체와 상기 반응물 및 생성물이 접촉되지 않도록 분리되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기.

[청구항 2] 청구항 1항에 있어서,
상기 쉘 측 열매체 유동구역에서 쉘 측 열매체 공급구로 쉘 측 열매체가 공급되고 쉘 측 열매체 유로를 통과하여 상기 촉매반응 유로와 열교환한 후 쉘 측 열매체 배출구로 쉘 측 열매체가 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기.

[청구항 3] 청구항 1항에 있어서,
상기 촉매반응 구역에서 반응물 공급구를 통해 반응물이 공급되고, 반응물 분배부에 의해 촉매가 충진된 촉매반응 유로로 분배되어 상기 촉매반응 유로를 통과하여 상기 반응물과 촉매의 촉매반응이 일어나고, 미반응물과 반응을 통해 생성된 생성물이 생성물 포집부로 포집된 후 미반응물 및 생성물 배출구를 통해 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기.

[청구항 4] 청구항 1항에 있어서,
상기 내부 열매체 유동구역에서 내부 열매체 공급구를 통해 상기 내부 열매체가 공급되고 내부 열매체 분배부에 의해 내부 열매체 유로로 분배되어 상기 촉매반응 유로와 열교환한 후 내부 열매체 포집부을 거쳐 내부 열매체 배출구로 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기.

[청구항 5] 청구항 3항에 있어서,

상기 촉매반응 유로는 내부에 압출 성형된 펠렛, 구형 및 파우더 형상의 반응촉매를 충전하는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기.

[청구항 6] 청구항 1항에 있어서,
상기 촉매반응 유로는 길이방향으로 적어도 하나 이상의 촉매가 순차적으로 적층되어 구성되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기.

[청구항 7] 청구항 1항에 있어서,
상기 쉘 측 열매체와 상기 내부 열매체는 동일한 열매체 또는 다른 열매체로 구성되고, 상기 열매체는 물, 작동유체 및 용매 중 선택된 하나 이상이 사용될 수 있는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기.

[청구항 8] 청구항 1항에 있어서,
상기 반응기의 공급방식에 따라 향류 및 병류가 가능하고 공급방식에 한정하지 않는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기.

[청구항 9] 청구항 1항에 있어서,
상기 반응기의 촉매의 충진방식 및 반응가스의 공급방식에 따라 고정층 반응기 대신에 슬러리 버블 방식의 반응기 구성이 가능하고 반응기 방식에 한정하지 않는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-더블 컨센트릭-튜브 반응기.

[청구항 10] 쉘 측 열매체가 쉘 내에 배플에 의해 형성된 경로를 따라 유동하는 쉘 측 열매체 유동구역;
열교환 물질 분배부에 의해 각각의 열교환 유로로 열교환 대상 물질을 분배하고, 상기 열교환 대상 물질이 상기 쉘 측 열매체와 내부 열매체에 의해 열교환된 열교환 완료 물질을 포집하는 열교환 완료 물질 포집부를 포함하는 열교환구역; 및
내부 열매체 분배부에 의해 상기 열교환 유로 내부에 삽입된 내부 열매체 유로로 상기 내부 열매체가 분배되며, 상기 열교환 유로와 열교환되어 내부 열매체 포집부를 통해 열교환을 수행한 내부 열매체를 배출하는 내부 열매체 유동구역;을 포함하고,
상기 쉘 측 열매체 유동구역과 상기 열교환구역은 상기 열교환 유로가 통과할 수 있는 제 3밀봉방벽로 분리되고,
상기 열교환구역과 내부 열매체 유동구역은 내부 열매체 유로가 통과할 수 있는 제 4밀봉방벽에 의해 상기 내부 열매체와 상기 열교환 물질이 접촉되지 않도록 분리되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 열교환기.

[청구항 11] 청구항 10항에 있어서,

상기 쉘 측 열매체 유동구역에서 쉘 측 열매체 공급구로 쉘 측 열매체가 공급되고 쉘 측 열매체 유로를 통과하여 상기 열교환 유로와 열교환한 후 쉘 측 열매체 배출구로 쉘 측 열매체가 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 열교환기.

[청구항 12] 청구항 10항에 있어서,
상기 열교환구역에서 열교환 물질 공급구를 통해 열교환 물질이 공급되고, 열교환 물질 분배부에 의해 상기 열교환 유로로 분배되어 상기 열교환 유로를 통과하여 상기 열교환된 열교환 완료 물질이 열교환 완료 물질 포집부로 포집된 후 열교환 완료 물질 배출구를 통해 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 열교환기.

[청구항 13] 청구항 10항에 있어서,
상기 내부 열매체 유동구역에서 내부 열매체 공급구를 통해 상기 내부 열매체가 공급되고 내부 열매체 분배부에 의해 내부 열매체 유로로 분배되어 상기 열교환 유로와 열교환한 후 내부 열매체 포집부을 거쳐 내부 열매체 배출구로 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 열교환기.

[청구항 14] 청구항 10항에 있어서,
상기 쉘 측 열매체와 상기 내부 열매체는 동일한 열매체로 구성되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 열교환기.

[청구항 15] 청구항 10항에 있어서,
상기 열교환기의 공급방식에 따라 향류 및 병류가 가능하고 공급방식에 한정하지 않는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 열교환기.

[청구항 16] 쉘 측 열매체가 쉘 내에 배플에 의해 형성된 경로를 따라 유동하는 쉘 측 열매체 유동구역;
반응물 분배부에 의해 각각의 촉매반응 유로로 반응물을 분배하고, 상기 반응물은 촉매반응 유로에 위치하는 촉매와 촉매반응을 수행하고, 상기 쉘 측 열매체와 내부 열매체에 의해 열교환되어 생성된 생성물과 반응하지 않은 미반응물을 포집하는 생성물 포집부를 포함하는 촉매반응 구역; 및
내부 열매체 분배부에 의해 상기 촉매반응 유로 내부에 삽입된 내부 열매체 유입관으로 상기 내부 열매체가 분배되고, 상기 촉매반응 유로와 열교환되어 내부 열매체 배출관을 통해 내부 열매체 포집부로 내부 열매체가 배출되는 내부 열매체 유동구역;을 포함하고,
상기 내부 열매체 유입관은 삽입된 일끝단이 폐쇄되도록 구성되며,
상기 내부 열매체 배출관은 상기 내부 열매체 유입관에 삽입되어 개방되는 구성을 포함하는바, 상기 내부 열매체 유입관으로 유입되는 내부 열매체가 상기 내부 열매체 배출관을 통해 배출되고,

상기 쉘 측 열매체 유동구역과 상기 촉매반응 구역은 촉매반응 유로가 통과할 수 있는 제 5밀봉방벽으로 분리되며,
상기 반응물 분배부와 내부 열매체 유동구역은 내부 열매체 유입관이 통과할 수 있는 하부 제 6밀봉방벽에 의해 상기 내부 열매체와 상기 반응물이 접촉되지 않도록 분리되고,
상기 내부 열매체 분배부와 내부 열매체 포집부는 최상부 제 6밀봉방벽에 의해 분리되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기.

[청구항 17] 청구항 16항에 있어서,
상기 쉘 측 열매체 유동구역에서 쉘 측 열매체 공급구로 쉘 측 열매체가 공급되고 쉘 측 열매체 유로를 통과하여 상기 촉매반응 유로와 열교환한 후 쉘 측 열매체 배출구로 쉘 측 열매체가 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기.

[청구항 18] 청구항 16항에 있어서,
상기 촉매반응 구역에서 반응물 공급구를 통해 반응물이 공급되고, 반응물 분배부에 의해 촉매가 충진된 촉매반응 유로로 분배되어 상기 촉매반응 유로를 통과하여 상기 반응물과 촉매의 촉매반응이 일어나고, 미반응물과 반응을 통해 생성된 생성물이 생성물 포집부로 포집된 후 미반응물 및 생성물 배출구를 통해 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기.

[청구항 19] 청구항 16항에 있어서,
상기 내부 열매체 유동구역에서 내부 열매체 공급구를 통해 상기 내부 열매체가 공급되고 내부 열매체 분배부에 의해 내부 열매체 유입관으로 분배되어 상기 촉매반응 유로와 열교환한 후 내부 열매체 배출관을 거쳐 내부 열매체 포집부를 통해 내부 열매체 배출구로 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기.

[청구항 20] 청구항 16항에 있어서,
상기 촉매반응 유로는 내부에 압출 성형된 펠렛, 구형 및 파우더 형상의 반응촉매를 충전하는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기.

[청구항 21] 청구항 16항에 있어서,
상기 촉매반응 유로는 길이방향으로 적어도 하나 이상의 촉매가 순차적으로 적층되어 구성되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기.

[청구항 22] 청구항 16항에 있어서,
상기 쉘 측 열매체와 상기 내부 열매체는 동일한 열매체 또는 다른 열매체로 구성되고, 상기의 열매체는 물, 작동유체 및 용매 중 선택된 하나 이상이 사용될 수 있는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티

컨센트릭-튜브 반응기.

[청구항 23] 청구항 16항에 있어서,
상기 반응기는 공급방식에 따라 향류 및 병류가 가능하고 공급방식에 한정하지 않는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 반응기.

[청구항 24] 청구항 16항에 있어서,
상기 반응기의 촉매의 충진방식 및 반응가스의 공급방식에 따라 고정층 반응기 대신에 슬러리 버블 방식의 반응기 구성이 가능하고 반응기 방식에 한정하지 않는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-더블 컨센트릭-튜브 반응기.

[청구항 25] 쉘 측 열매체가 쉘 내에 배플에 의해 형성된 경로를 따라 유동하는 쉘 측 열매체 유동구역;
열교환 물질 분배부에 의해 각각의 열교환 유로로 열교환 대상 물질을 분배하고, 상기 열교환 대상 물질은 상기 쉘 측 열매체와 내부 열매체에 의해 열교환된 열교환 완료 물질을 포집하는 열교환 완료 물질 포집부를 포함하는 열교환구역; 및
내부 열매체 분배부에 의해 상기 열교환 유로 내부에 삽입된 내부 열매체 유입관으로 상기 내부 열매체가 분배되며, 상기 열교환 유로와 열교환되어 내부 열매체 배출관을 통해 내부 열매체 포집부로 내부 열매체가 배출되는 내부 열매체 유동구역;을 포함하고,
상기 내부 열매체 유입관은 삽입된 일끝단이 폐쇄되도록 구성되며,
상기 내부 열매체 배출관은 상기 내부 열매체 유입관에 삽입되어 개방되는 구성을 포함하는바, 상기 내부 열매체 유입관으로 유입되는 내부 열매체가 상기 내부 열매체 배출관을 통해 배출되고,
상기 쉘 측 열매체 유동구역과 상기 열교환구역은 상기 열교환 유로가 통과할 수 있는 제 7밀봉방벽로 분리되며,
상기 열교환 물질 분배부와 내부 열매체 유동구역은 내부 열매체 유입관이 통과할 수 있는 하부 제 8밀봉방벽에 의해 상기 내부 열매체와 상기 열교환 대상 물질이 접촉되지 않도록 분리되고,
상기 내부 열매체 분배부와 내부 열매체 포집부는 최상부 제 8밀봉방벽에 의해 분리되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 열교환기.

[청구항 26] 청구항 25항에 있어서,
상기 쉘 측 열매체 유동구역에서 쉘 측 열매체 공급구로 쉘 측 열매체가 공급되고 쉘 측 열매체 유로를 통과하여 상기 열교환 유로와 열교환한 후 쉘 측 열매체 배출구로 쉘 측 열매체가 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 열교환기.

[청구항 27] 청구항 25항에 있어서,

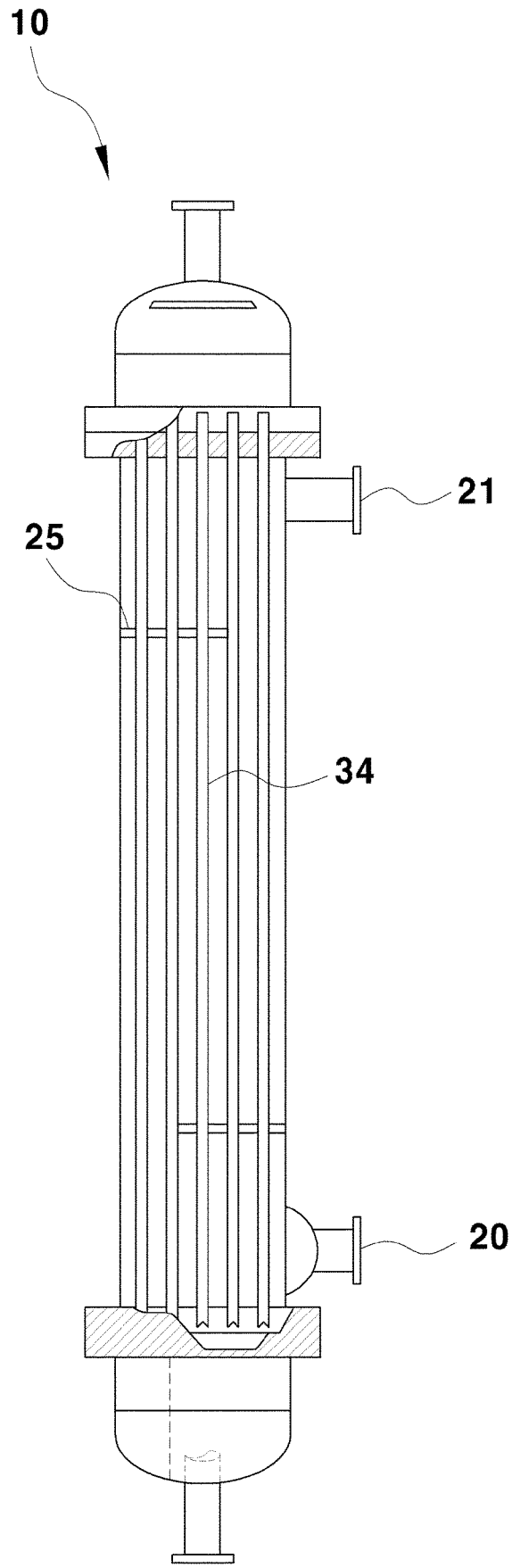
상기 열교환구역에서 열교환 물질 공급구를 통해 열교환 물질이 공급되고, 열교환 물질 분배부에 의해 상기 열교환 유로로 분배되어 상기 열교환 유로를 통과하여 상기 열교환된 열교환 완료 물질이 열교환 완료 물질 포집부로 포집된 후 열교환 완료 물질 배출구를 통해 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 열교환기.

[청구항 28] 청구항 25항에 있어서,
상기 내부 열매체 유동구역에서 내부 열매체 공급구를 통해 상기 내부 열매체가 공급되고 내부 열매체 분배부에 의해 내부 열매체 유입관로 분배되어 상기 열교환 유로와 열교환한 후 내부 열매체 포집부를 거쳐 내부 열매체 배출구로 배출되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 열교환기.

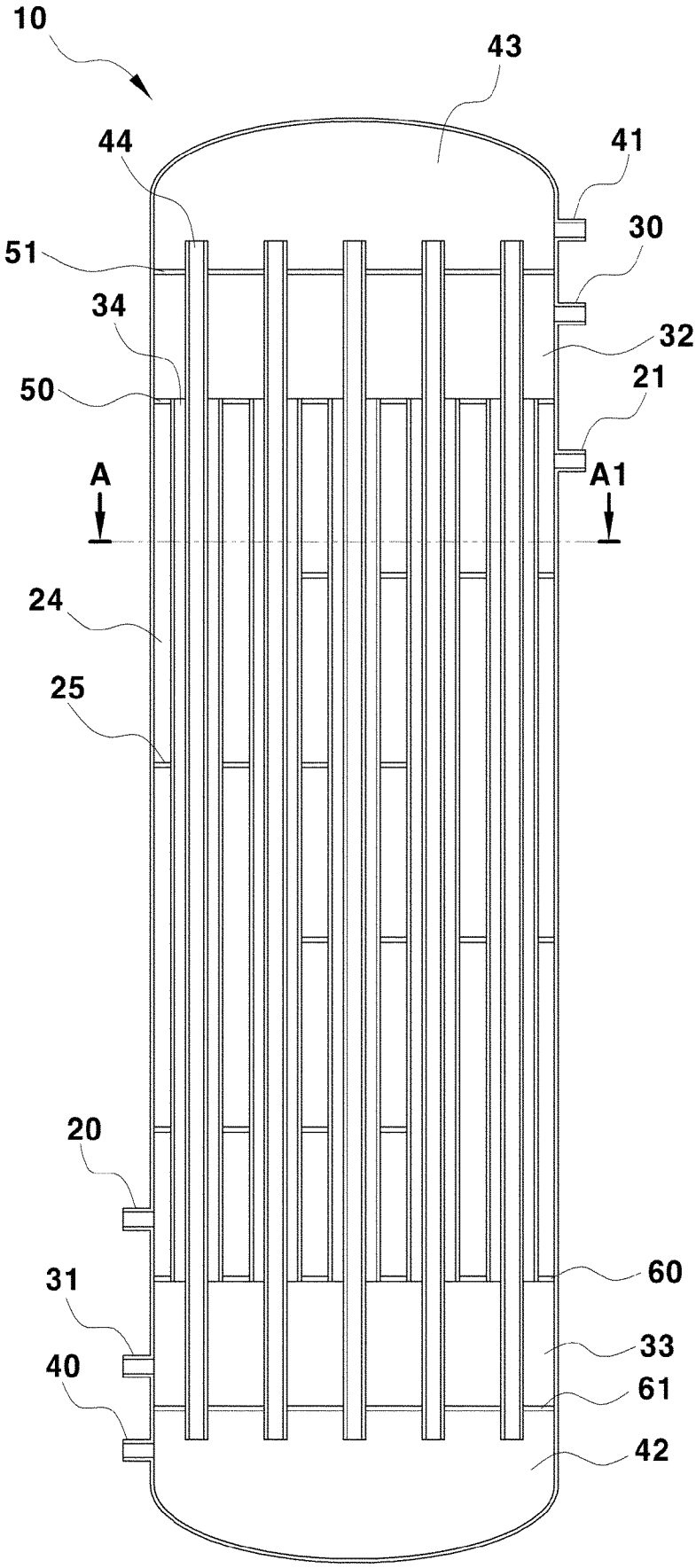
[청구항 29] 청구항 25항에 있어서,
상기 쉘 측 열매체와 상기 내부 열매체는 동일한 열매체로 구성되는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 열교환기.

[청구항 30] 청구항 25항에 있어서,
상기 열교환기의 공급방식에 따라 향류 및 병류가 가능하고 공급방식에 한정하지 않는 것을 특징으로 하는 쉘-앤드-멀티-멀티 컨센트릭-튜브 열교환기.

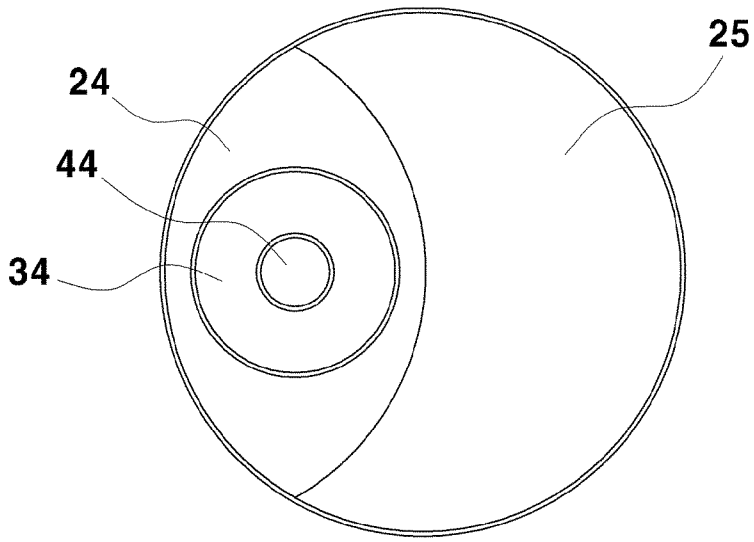
[도1]



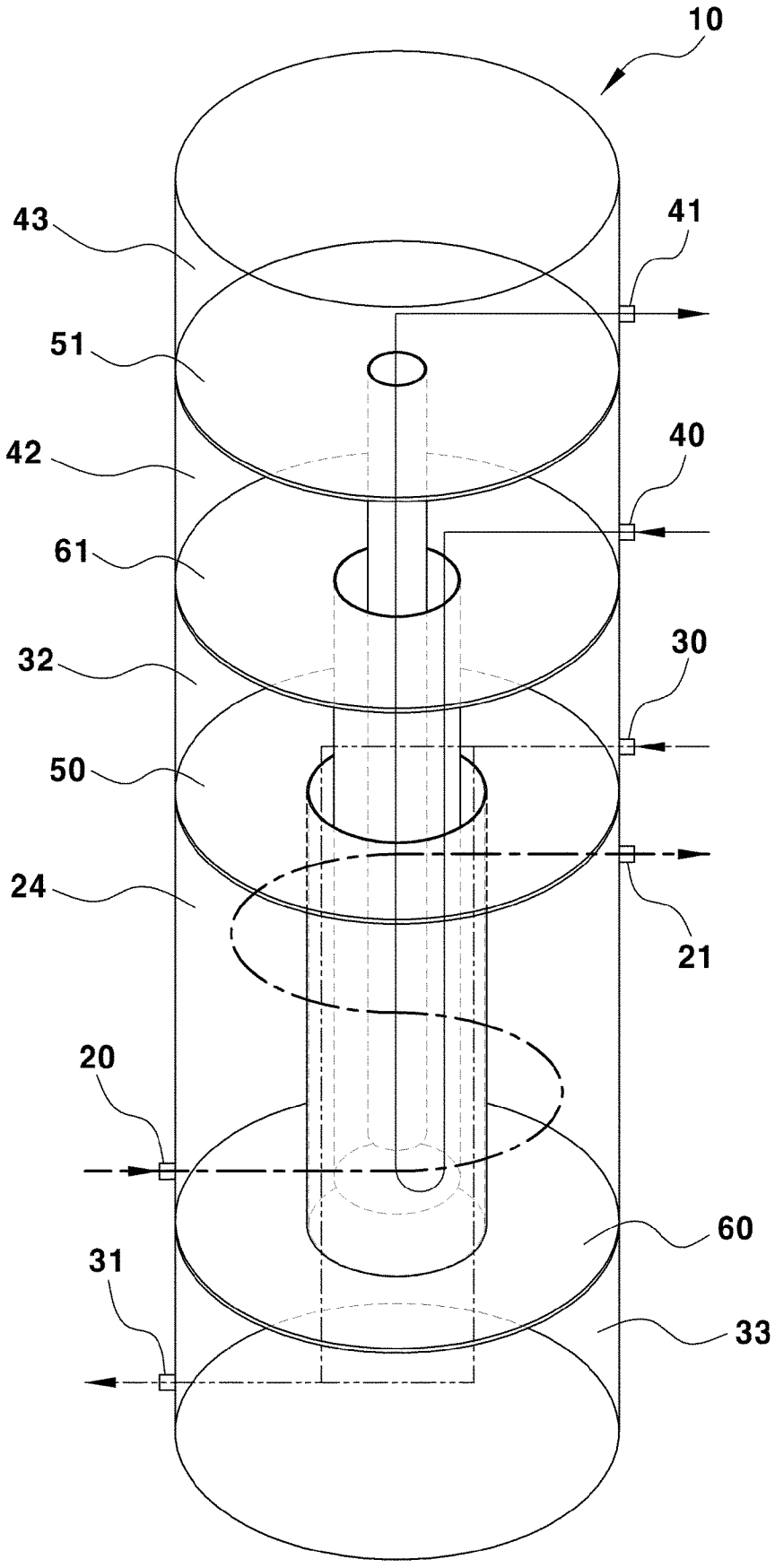
[도2]



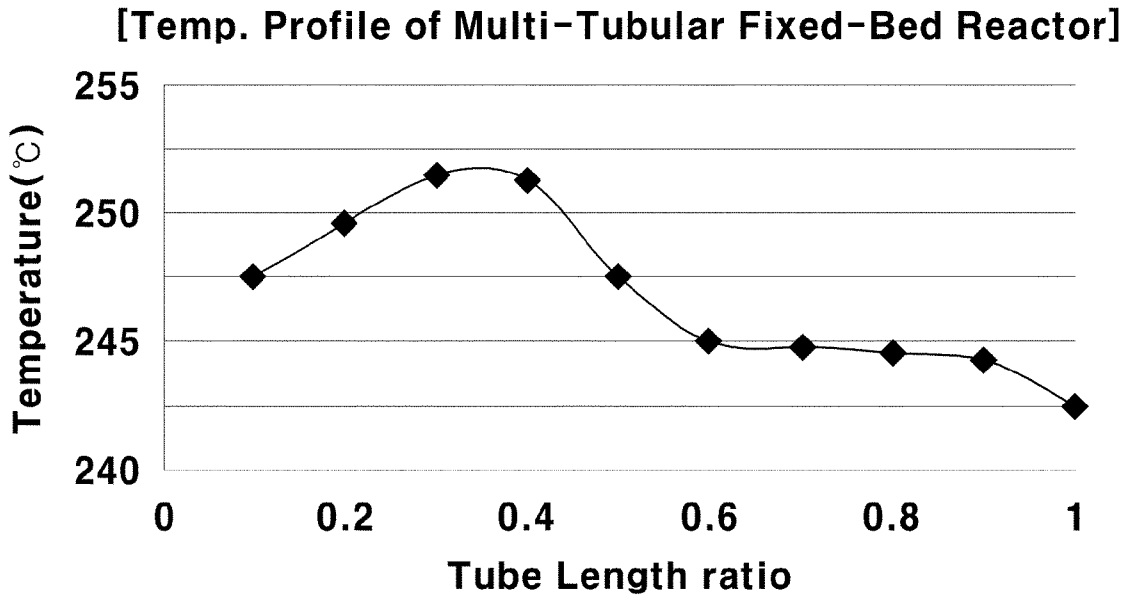
[도3]



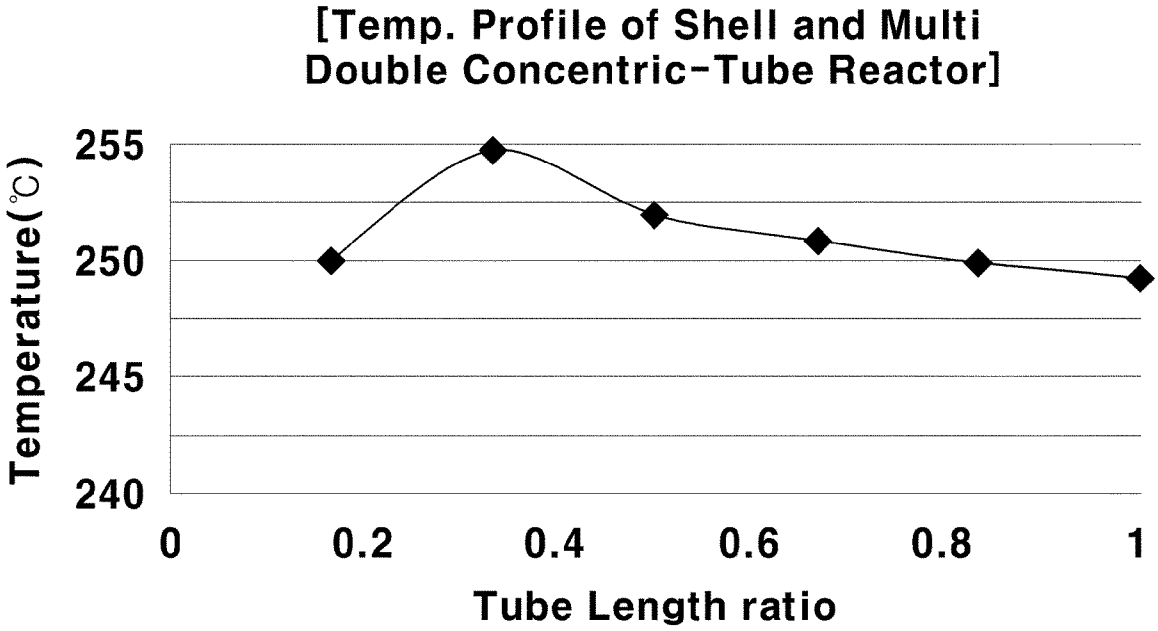
[도4]



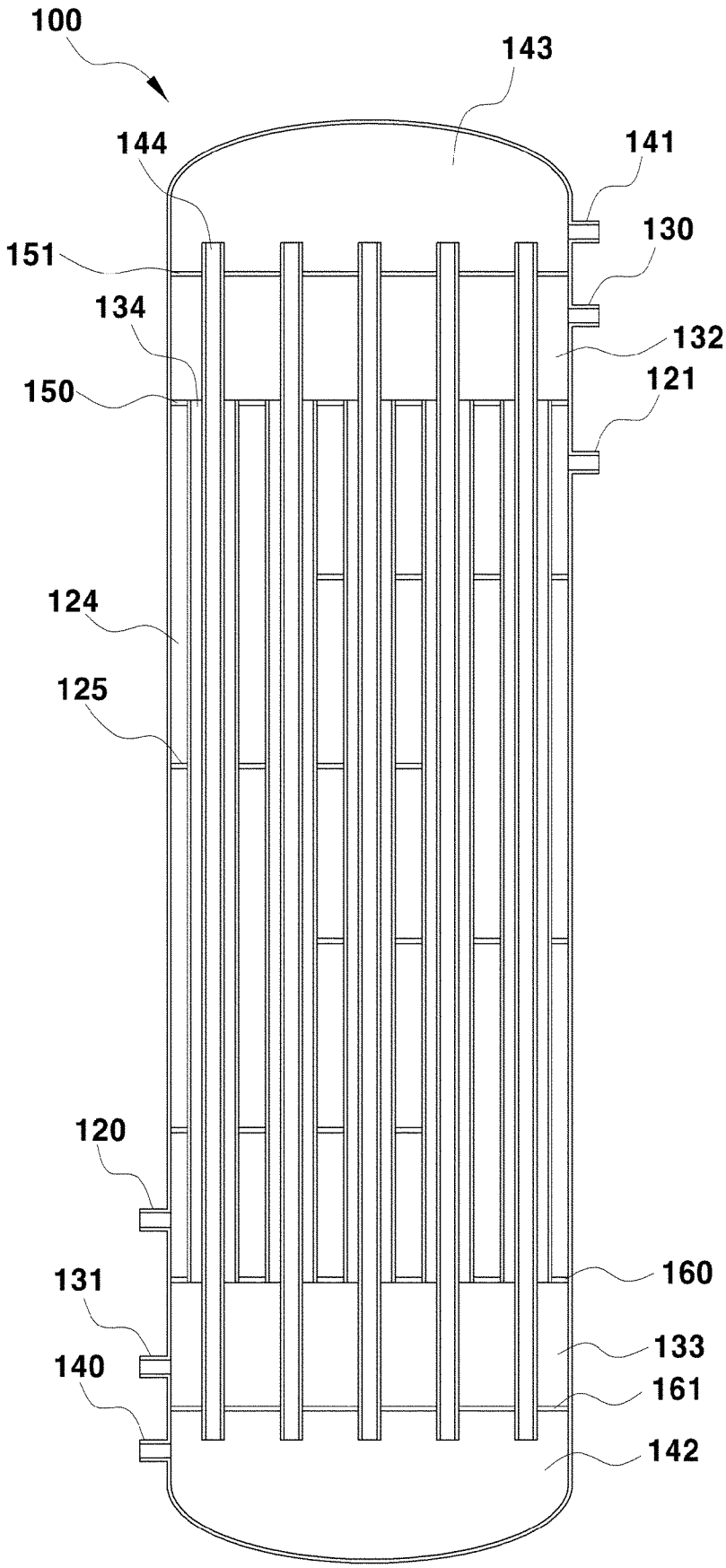
[도5a]


[Temp. Profile of Multi-Tubular Fixed-Bed Reactor]
Temperature(℃)
255
250
245
240
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
Tube Length ratio

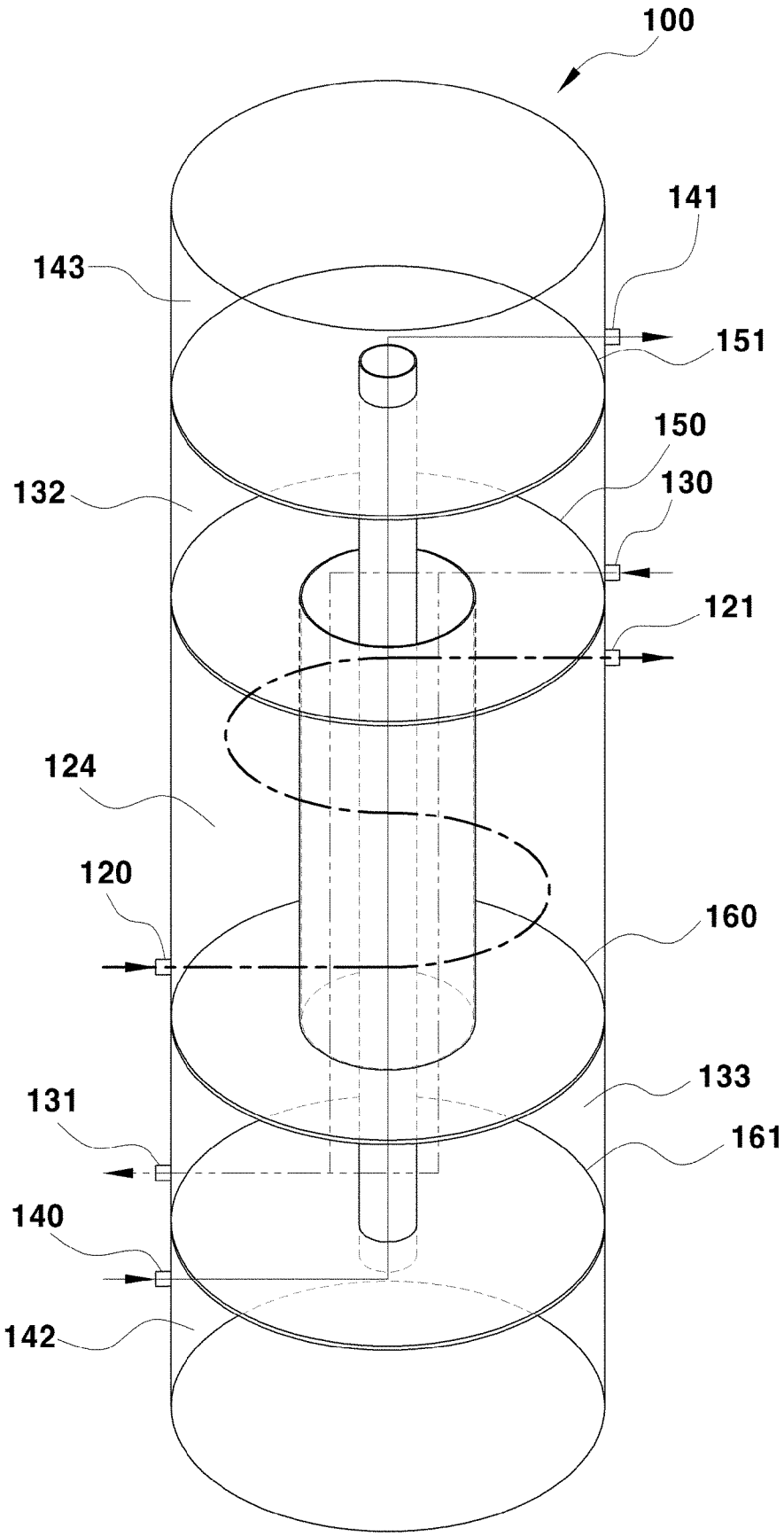
[도5b]


[Temp. Profile of Shell and Multi Double Concentric-Tube Reactor]
Temperature(℃)
255
250
245
240
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
Tube Length ratio

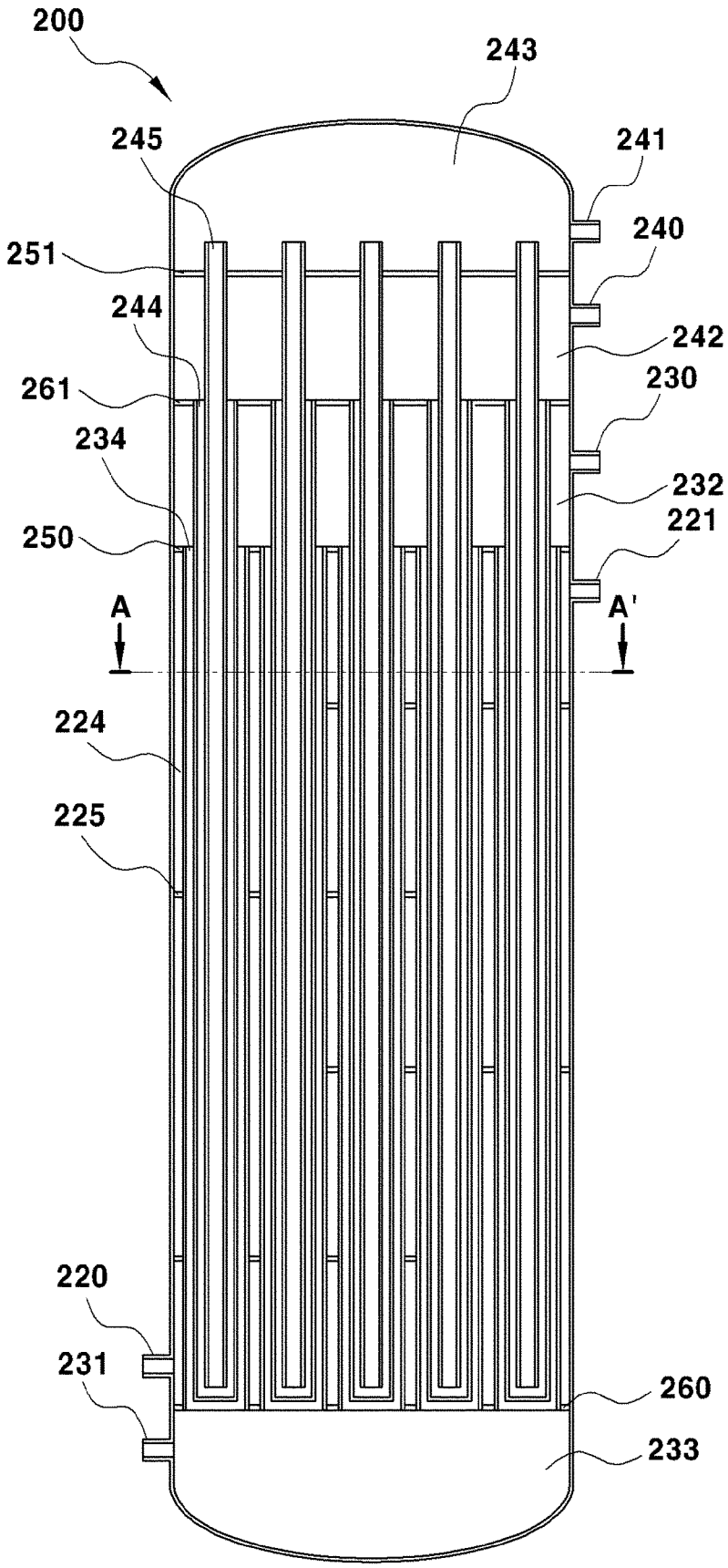
[도6]


100
143
144
141
130
151
134
132
150
121
124
125
120
160
131
133
140
161
142

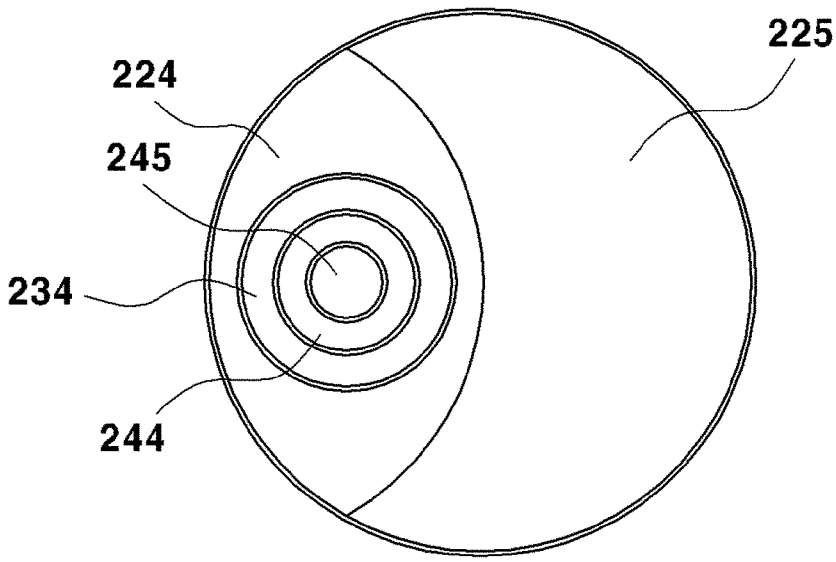
[도7]



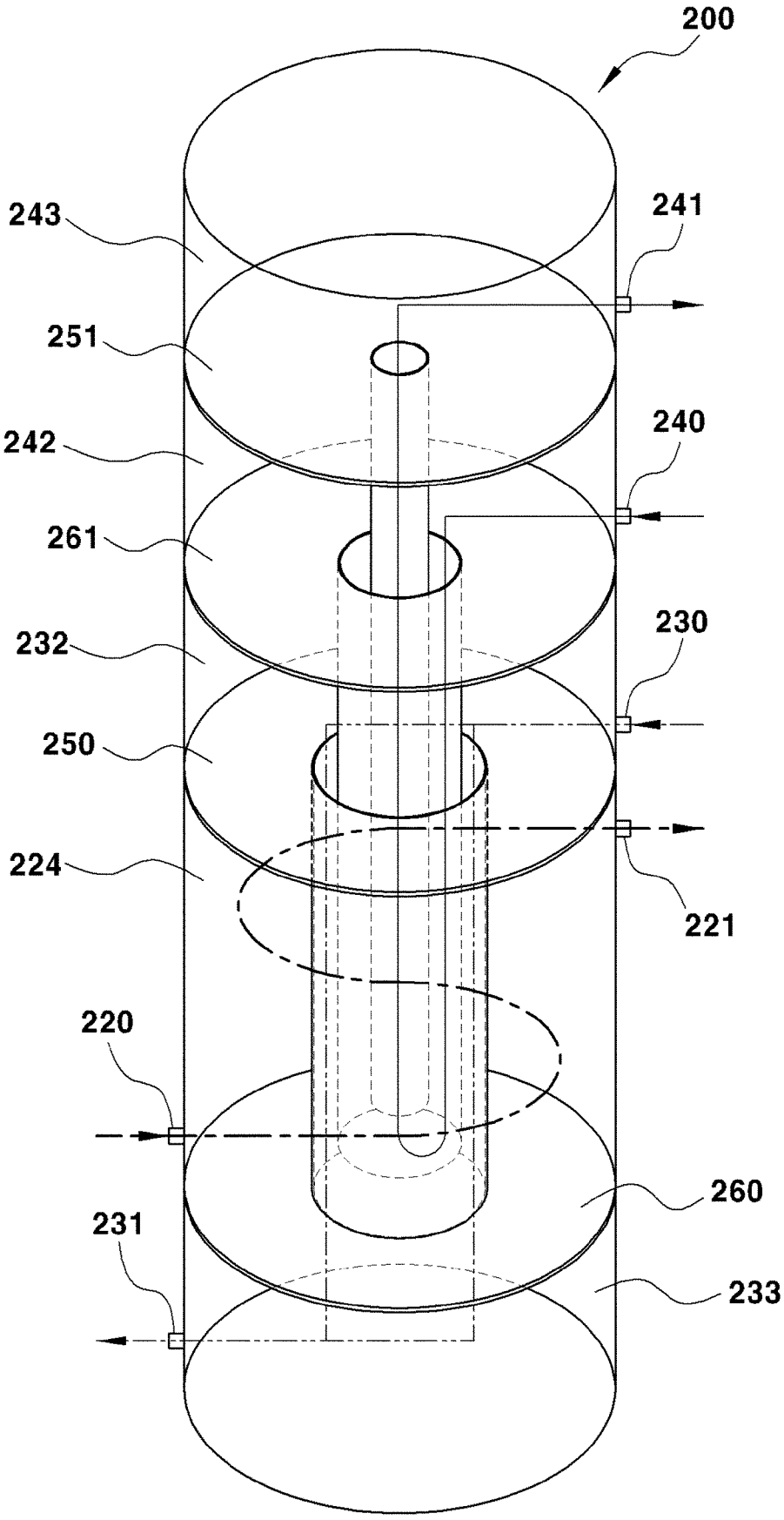
[도8]


200
243
245
241
240
251
244
242
261
230
234
232
250
221
A
A'
224
225
220
231
260
233

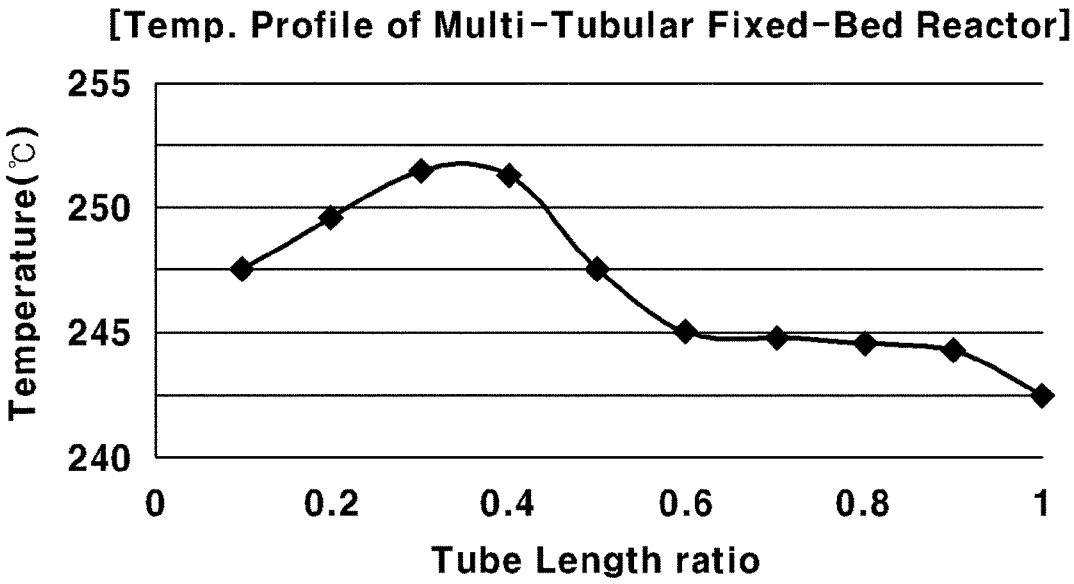
[도9]



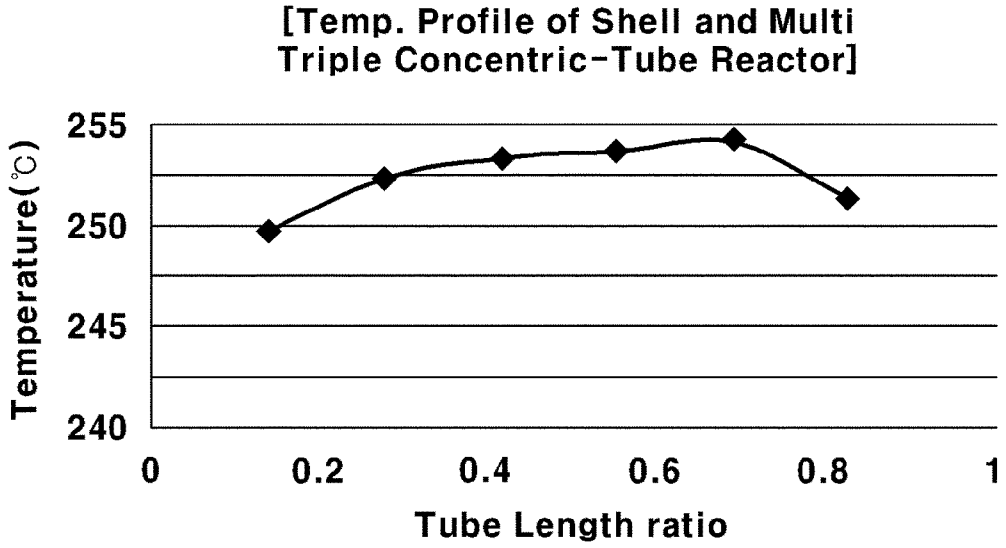
[도10]



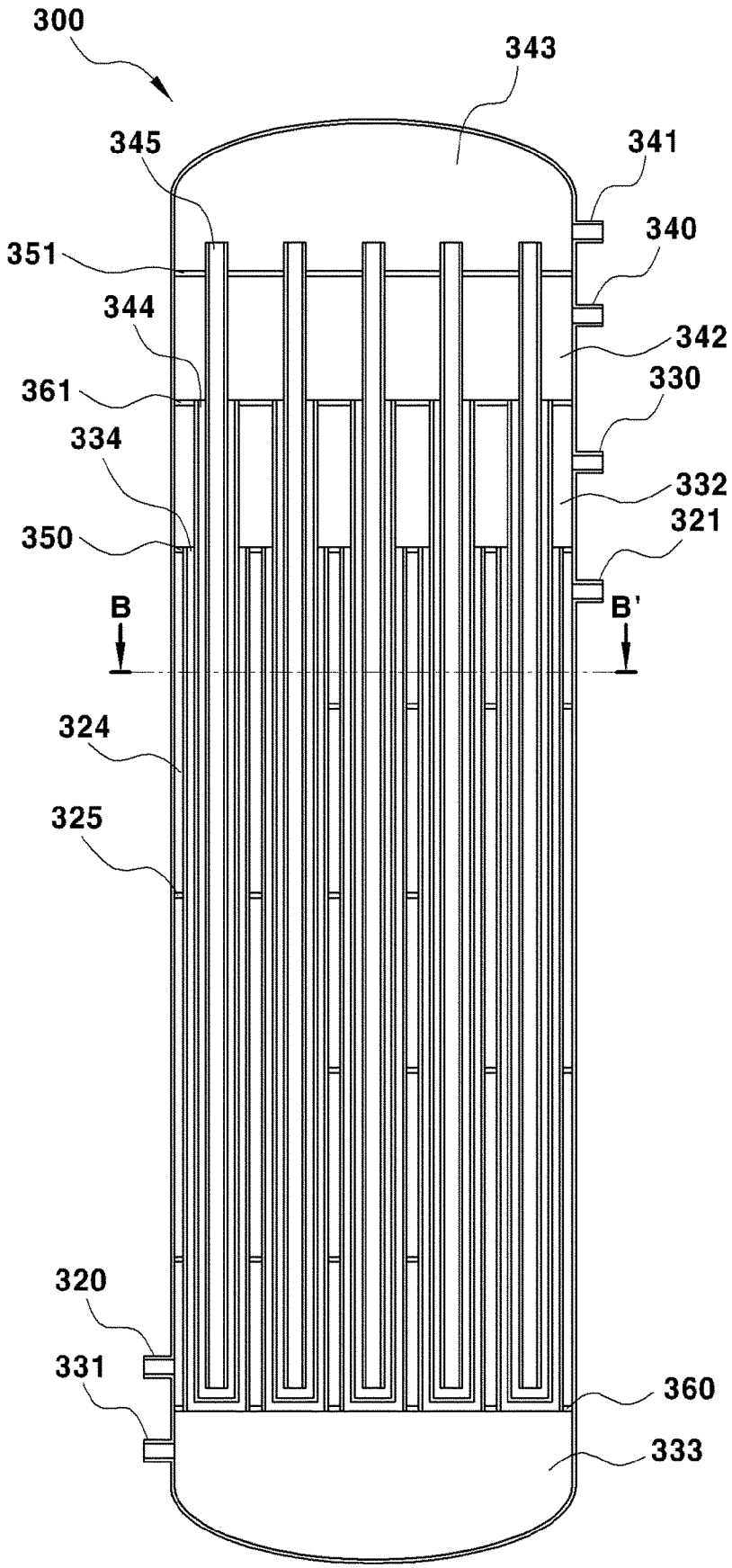
[도11a]


[Temp. Profile of Multi-Tubular Fixed-Bed Reactor]
Temperature(℃)
255
250
245
240
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
Tube Length ratio

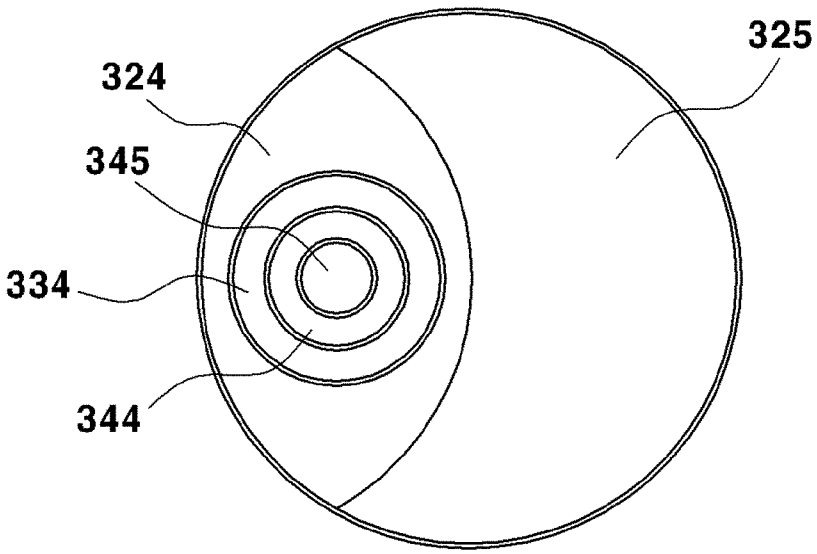
[도11b]


[Temp. Profile of Shell and Multi Triple Concentric-Tube Reactor]
Temperature(℃)
255
250
245
240
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
Tube Length ratio

[도12]


300
343
345
341
340
351
344
342
361
330
334
332
350
321
B
B'
324
325
320
331
360
333

[도13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2016/008424

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F28D 7/10(2006.01)i, F28D 7/16(2006.01)i, B01J 8/06(2006.01)i, F28D 21/00(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)

F28D 7/10; F28D 7/00; F28D 7/16; F28D 1/06; B01J 19/24; F28F 21/04; F28D 1/00; B01J 8/06; F28D 21/00

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: shell, reactor, heat medium, catalyst, sealing, flow path, baffle, capture, heat exchange

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-0847199 B1 (LG CHEM. LTD.) 17 July 2008 See paragraphs [0038], [0039], [0045] and figure 1.	1-30
Y	JP 5743051 B2 (MIURA KOGYO K.K.) 01 July 2015 See paragraphs [0034]-[0041] and figure 1.	1-30
Y	JP 2005-274109 A (MITSUI ENG. & SHIPBUILD CO., LTD.) 06 October 2005 See paragraph [0014] and figure 1.	16-30
A	KR 10-0898692 B1 (LG CHEM. LTD.) 22 May 2009 See claim 1 and figure 2.	1-30
A	JP 2012-149871 A (SUMITOMO CHEMICAL CO., LTD.) 09 August 2012 See paragraphs [0021]-[0029] 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	Date of mailing of the international search report
19 DECEMBER 2016 (19.12.2016)	**20 DECEMBER 2016 (20.12.2016)**
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. +82-42-481-8578	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2016/008424

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-0847199 B1	17/07/2008	BR PI0706895 A2	12/04/2011
		CN 101375125 A	25/02/2009
		CN 101375125 B	03/11/2010
		KR 10-2007-0078940 A	31/01/2006
		TW 200801359 A	01/01/2008
		TW I319061 A	01/01/2010
		US 2007-0187079 A1	16/08/2007
		US 8043583 B2	25/10/2011
		WO 2007-089099 A1	09/08/2007
JP 5743051 B2	01/07/2015	JP 2012-063067 A	29/03/2012
JP 2005-274109 A	06/10/2005	NONE	
KR 10-0898692 B1	22/05/2009	CN 101371094 A	18/02/2009
		CN 101371094 B	16/02/2011
		KR 10-0886083 B1	26/02/2009
		KR 10-2007-0076278 A	24/07/2007
		KR 10-2007-0078936 A	03/08/2007
		TW I324244 B	01/05/2010
		US 2007-0167647 A1	19/07/2007
		US 7695695 B2	13/04/2010
		WO 2007-083927 A1	26/07/2007
JP 2012-149871 A	09/08/2012	WO 2012-091152 A1	05/07/2012

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2016/008424

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

F28D 7/10(2006.01)i, F28D 7/16(2006.01)i, B01J 8/06(2006.01)i, F28D 21/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

F28D 7/10; F28D 7/00; F28D 7/16; F28D 1/06; B01J 19/24; F28F 21/04; F28D 1/00; B01J 8/06; F28D 21/00

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: 쉘, 반응기, 열매체, 촉매, 밀봉, 유로, 배플, 포집, 열교환

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-0847199 B1 (주식회사 엘지화학) 2008.07.17 단락 [0038], [0039], [0045] 및 도면 1 참조.	1-30
Y	JP 5743051 B2 (MIURA KOGYO K.K.) 2015.07.01 단락 [0034]-[0041] 및 도면 1 참조.	1-30
Y	JP 2005-274109 A (MITSUI ENG & SHIPBUILD CO., LTD.) 2005.10.06 단락 [0014] 및 도면 1 참조.	16-30
A	KR 10-0898692 B1 (주식회사 엘지화학) 2009.05.22 청구항 1 및 도면 2 참조.	1-30
A	JP 2012-149871 A (SUMITOMO CHEMICAL CO., LTD.) 2012.08.09 단락 [0021]-[0029] 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

"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
2016년 12월 19일 (19.12.2016)	2016년 12월 20일 (20.12.2016)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관
배근태
전화번호 +82-42-481-3547

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2016/008424

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-0847199 B1	2008/07/17	BR PI0706895 A2	2011/04/12
		CN 101375125 A	2009/02/25
		CN 101375125 B	2010/11/03
		KR 10-2007-0078940 A	2006/01/31
		TW 200801359 A	2008/01/01
		TW I319061 A	2010/01/01
		US 2007-0187079 A1	2007/08/16
		US 8043583 B2	2011/10/25
		WO 2007-089099 A1	2007/08/09
JP 5743051 B2	2015/07/01	JP 2012-063067 A	2012/03/29
JP 2005-274109 A	2005/10/06	없음	
KR 10-0898692 B1	2009/05/22	CN 101371094 A	2009/02/18
		CN 101371094 B	2011/02/16
		KR 10-0886083 B1	2009/02/26
		KR 10-2007-0076278 A	2007/07/24
		KR 10-2007-0078936 A	2007/08/03
		TW 1324244 B	2010/05/01
		US 2007-0167647 A1	2007/07/19
		US 7695695 B2	2010/04/13
		WO 2007-083927 A1	2007/07/26
JP 2012-149871 A	2012/08/09	WO 2012-091152 A1	2012/07/05