



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0003127  
(43) 공개일자 2021년01월11일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
F28D 7/10 (2006.01) F28D 21/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
F28D 7/106 (2013.01)  
F28D 2021/0075 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7031409
- (22) 출원일자(국제) 2019년04월04일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2020년10월30일
- (86) 국제출원번호 PCT/IB2019/052755
- (87) 국제공개번호 WO 2019/207384  
국제공개일자 2019년10월31일
- (30) 우선권주장  
102018000004827 2018년04월24일 이탈리아(IT)

- (71) 출원인  
마네티 지오반니  
이탈리아, 카스텔리 카레피오 (비지) 24060, 비아 에스. 살바토레 12/씨
- (72) 발명자  
마네티 지오반니  
이탈리아, 카스텔리 카레피오 (비지) 24060, 비아 에스. 살바토레 12/씨
- (74) 대리인  
강명구

전체 청구항 수 : 총 14 항

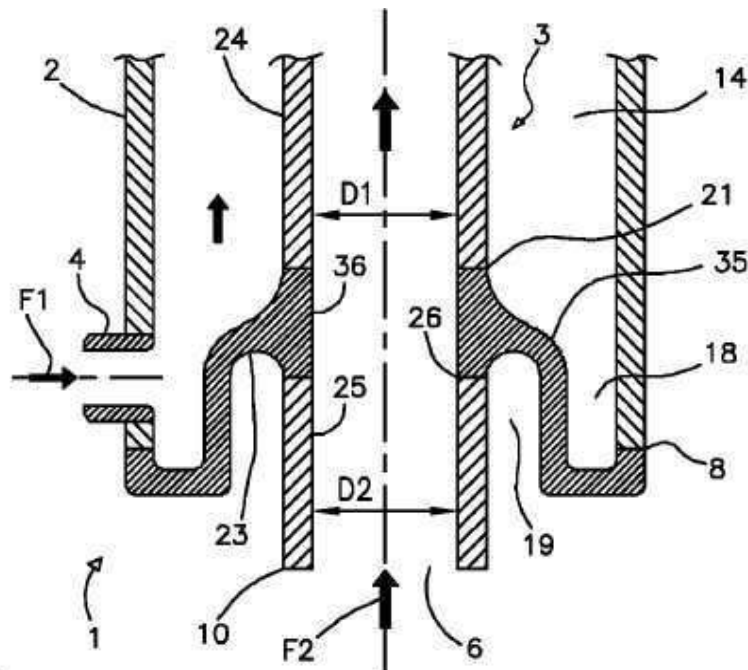
(54) 발명의 명칭 이중 튜브 열교환기 및 그 제조 방법

(57) 요약

이중 튜브 열교환기 및 그 제조 방법

외부 튜브와 외부 튜브와 내부 튜브 사이에 제 1 환형 간극을 형성하도록 동심으로 배열된 내부 튜브를 포함하는 이중 튜브 열교환기가 설명된다. 외부 튜브에는 적어도 입구 연결부가 제공되고, 제 1 환형 간극에서 흐르는 제 (뒷면에 계속)

대표도 - 도2b



1 유체를 각각 유입 및 배출하기 위한 적어도 출구 연결부가 제공된다. 내부 튜브에는 제 1 유체와의 간접 열교환을 위해 내부 튜브에서 유동하는 제 2 유체를 각각 유입 및 배출하기 위한 적어도 제 1 입구 연결부 및 적어도 제 2 출구 연결부가 제공된다. 내부 튜브의 입구 및 출구 연결은 열교환기의 상류 및/또는 하류에 배치된 장비 또는 도관에 연결된다. 내부 튜브는 맞대기(butt-to-butt) 유형의 조인트로 서로 연결된 적어도 두개의 튜브 섹션으로 구성된다. 튜브 섹션 중 하나는 외부 튜브의 제 1 단부를 내부 튜브에 연결하는 조립 벽과 함께 단일 모놀리식 피스로서 일체로 형성되어 외부 튜브의 제 1 단부에서 제 1 환형 간극을 밀봉한다. 내부 튜브 또는 장비 또는 도관, 또는 내부 튜브와 장비 또는 도관 및 조립 벽 사이에 제 2 환형 간극이 형성된다. 제 2 환형 간극은 공기에 노출되고 제 1 환형 간극 또는 내부 튜브와 유체 연통하지 않고, 제 1 환형 간극에 의해 적어도 부분적으로 둘러싸여 있다.

(52) CPC특허분류

*F28F 2265/26* (2013.01)

*F28F 2270/00* (2013.01)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

외부 튜브(2)와 내부 튜브(3) 사이에 제 1 환형 간극(14)을 형성하도록 동심으로 배열된 외부 튜브(2)와 내부 튜브(3)를 포함하는 이중 튜브 열교환기(1)에 있어서,

상기 외부 튜브(2)에는 제 1 환형 간극(14)에서 흐르는 제 1 유체(F1)를 각각 유입 및 배출하기 위한 적어도 하나의 입구 연결부(4) 및 적어도 하나의 출구 연결부(5)가 제공되고,

상기 내부 튜브(3)에는 제 1 유체(F1)와의 간접 열교환을 위해 내부 튜브(3)에서 흐르는 제 2 유체(F2)를 각각 유입 및 배출하기 위한 적어도 하나의 입구 연결부(6) 및 적어도 하나의 출구 연결부(7)가 제공되고,

상기 내부 튜브(3)의 상기 입구(6) 및 출구(7) 연결부는 열교환기(1)의 상류(100) 및/또는 하류(200)에 배치된 장비 또는 도관에 연결되고,

적어도 하나의 조립 벽(35)은 제 1 환형 간극(14)을 상기 외부 튜브(2)의 제 1 단부(8)에 밀봉하도록 상기 외부 튜브(2)의 제 1 단부(8)를 상기 내부 튜브(3)에 연결하고,

상기 내부 튜브(3)는 맞대기 유형의 조인트에 의해 서로 연결되는 적어도 2개의 튜브 섹션(24, 25, 36)에 의해 형성되고, 상기 튜브 섹션 중 적어도 하나(25, 36)는 상기 조립 벽(35)과 단일 단일체 부품으로서 일체로 형성되며, 제 2 환형 간극(19)은 상기 내부 튜브(3) 또는 상기 장비 또는 도관, 또는 상기 내부 튜브(3) 및 상기 장비 또는 도관, 및 상기 조립 벽(35) 사이에 형성되고, 상기 제 2 환형 간극(19)은 공기에 노출되고, 상기 제 1 환형 간극(14) 또는 상기 내부 튜브(3)와 함께 유체 연통하지 않으며, 상기 제 2 환형 간극(19)은 상기 제 1 환형 간극(14)에 의해 적어도 부분적으로 둘러싸여있는 것을 특징으로 하는 이중 튜브 열 교환기.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 조립 벽(35)과 일체로 형성된 내부 튜브(3)의 제 3 튜브 섹션(36)은 내부 튜브(3)의 제 1 튜브 섹션(24) 및 제 2 튜브 섹션(25) 사이에 설치되고, 상기 제 1 튜브 섹션(24)은 그 일 단부(21)에서 제 3 튜브 섹션(36)에 연결되고, 상기 제 2 튜브 섹션(25)은 그 일 단부(26)에서 제 3 튜브 섹션(36)에 연결되는 것을 특징으로 하는 이중 튜브 열 교환기.

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 조립 벽(35)은 중간 접합부(37)에 의해 상호 결합된 제 1 조립 요소(15) 및 제 2 조립 요소(16)를 포함하고, 제 1 조립 요소(15)는 상기 외부 튜브(2)의 제 1 단부(8)에 결합되고, 제 2 조립 요소(16)는 상기 내부 튜브(3)의 튜브 섹션(25, 36) 중 적어도 하나와 일체로 형성되는 것을 특징으로 하는 이중 튜브 열 교환기.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 조립 벽(35)은 추가의 제 3 조립 요소(17)를 포함하고, 제 3 조립 요소(17)의 제 1 단부(22)가 제 1 조립 요소(15)에 결합되고 제 3 조립 요소(17)의 제 2 단부(20)는 제 2 조립 요소(16)에 결합되도록, 상기 제 3 조립 요소(17)가 제 1 조립 요소(15)와 제 2 조립 요소(16) 사이에서 상기 중간 접합부(37)에 설치되는 것을 특징으로 하는 이중 튜브 열 교환기.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 제 3 조립 요소(17)는 상기 내부 튜브(3) 및 상기 외부 튜브(2)에 대해 동심으로 배열된 튜브인 것을 특징으로 하는 이중 튜브 열 교환기.

#### 청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 외부 튜브(2)의 상기 입구 연결부(4) 또는 상기 출구 연결

부(5)는 제 2 환형 간극(1)에 설치되는 것을 특징으로 하는 이중 튜브 열 교환기.

**청구항 7**

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서, 유체 컨베이어(32)가 제 1 환형 간극(14)에 설치되고, 상기 유체 컨베이어(32)는 상기 외부 튜브(2)와 함께 제 3 간극(33)을 형성하며, 상기 제 3 간극(33)은 제 1 단부(31)에서 외부 튜브(2)의 상기 입구 연결부(4) 또는 상기 출구 연결부(5)와 유체 연통하며, 상기 제 1 환형 간극(14)과 유체 연통하지 않고, 상기 제 3 간극(33)은 제 2 단부(34)에서 제 1 환형 간극(14)과 유체 연통하는 것을 특징으로 하는 이중 튜브 열 교환기.

**청구항 8**

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 내부 튜브(3)는 서로 다른 적어도 2개의 내부 직경(D1, D2)을 갖는 것을 특징으로 하는 이중 튜브 열 교환기.

**청구항 9**

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 외부 튜브(2)는 적어도 제 4 튜브 섹션(26), 제 5 튜브 섹션(27) 및 제 4 조립체립 요소(28)를 포함하고,

제 4 조립 요소(28)는 제 1 단부(29)에서 제 4 튜브 섹션(26)의 단부에 연결되고, 다른 단부(30)에서 제 5 튜브 섹션(27)의 단부에 연결되도록 제 4 조립 요소(28)가 제 4 튜브 섹션(26)과 제 5 튜브 섹션(27) 사이에 설치되며, 제 4 튜브 섹션(26)의 내부 직경(26)은 제 5 튜브 섹션(27)의 내경과 다른 것을 특징으로 하는 이중 튜브 열 교환기.

**청구항 10**

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 튜브 섹션(25, 36)은 상기 조립 벽(35) 또는 상기 제 2 조립 요소(16)와 일체로 형성되고, 단조 또는 주조로 만든 조각인 것을 특징으로 하는 이중 튜브 열 교환기.

**청구항 11**

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 조립 벽(35)에 의해 구획된 제 2 환형 간극(19)의 말단 부분(23)은 제 2 환형 간극(19)을 향하는 볼록한 또는 "U"자 형상인 것을 특징으로 하는 이중 튜브 열 교환기.

**청구항 12**

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 조립 벽(35)은 제 1 환형 간극(14) 측면에 및 내부 튜브(3)에 인접하게 곡선 프로파일과 연속 경사가 제공되는 것을 특징으로 하는 이중 튜브 열 교환기.

**청구항 13**

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서, 하나 이상의 열 전달 요소(39) 및/또는 열 전달 충전 재료(40)가 상기 제 2 환형 간극(19)에 삽입되고, 상기 열 전달 요소(39) 및 상기 열 전달 충전 재료(40)는 상기 조립 벽(35)과 상기 내부 튜브(3), 또는 상기 장비 또는 도관, 또는 상기 내부 튜브(3) 및 상기 장비 또는 도관 사이의 열 전달을 향상 시키도록 구성되는 것을 특징으로 하는 이중 튜브 열 교환기.

**청구항 14**

제 1 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제 1 유체(F1)는 끓는 상태에서 냉각수이고, 상기 제 2 유체(F2)는 고온 공정 가스이고, 상기 열 교환기(1)는 올레핀 생산을 위해 탄화수소 증기 분해로에 설치된 급냉기인 것을 특징으로 하는 이중 튜브 열 교환기.

**발명의 설명**

**기술 분야**

본 발명은 간접 열교환에 의해 끓는 상태에 관계없이 고압의 다른 유체를 이용하여 고온의 유체를 급속 냉각 또는 급냉시키기 위한 이중 튜브 열교환기에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 올레핀 생산을 위한 탄화수소

[0001]

증기 분해로에서 배출되는 고온 가스를 위한 소위 "급냉기"에 관한 것이다.

**배경 기술**

- [0002] 일부 화학 공정에서 화학 반응기에서 고온으로 배출되는 유체는 가능한 잔류 화학 반응을 막기 위해 짧은 시간 (초 단위)에 냉각되어야 한다. 탄화수소 증기 분해로에서 배출되는 뜨거운 가스가 중요한 예이다. 이러한 가스를 "균열 가스"라고도한다. 크래킹된 가스는 800-850° C의 온도에서 용광로에서 배출되며 500° C 이하로 빠르게 냉각되어야 한다. 크래킹된 가스에는 탄소 질 및 왁스성 물질이 포함되어 열교환기 부품에 상당한 침전물과 침식이 발생할 수 있다. 카본 블랙 및 비닐 클로라이드 모노머(VCM) 생산을 위한 산업 공정은 고온 및 심하게 오염된 가스의 급속 냉각이 필요한 다른 공정이다. 카본 블랙 가스는 일반적으로 1200° C 이상의 온도에서 탄화수소 연소기에서 배출되며 적어도 300-400° C로 급속 냉각되어야 한다. VCM은 약 500-600° C의 온도에서 디칼로로에탄 분해로에서 배출되며 약 300° C로 급속 냉각되어야 한다.
- [0003] 가혹한 작동 조건에서 공정 유체를 간접적이고 신속하게 냉각하기 위해서는 이중 튜브 열교환기 또는 이중 튜브 급냉기가 선호되는 해결책이다. 이중 튜브 급냉기는 주로 동심원으로 배열된 두 개의 튜브로 구성된다. 일반적으로 뜨겁고 오염된 유체는 내부 튜브로 흐르고 냉각 유체는 외부 튜브와 내부 튜브 사이에 형성된 환형 간극 또는 환형으로 흐른다. 각 튜브에는 유체의 지속적인 순환을 위한 입구 및 출구 연결부가 제공된다. 유체는 역류 또는 병류 구성에 따라 직접 접촉하지 않고 열을 교환할 수 있다.
- [0004] 이중 튜브 열교환기는 급냉 작업에 중요한 기술적 장점을 제공한다. 첫째, 두 튜브 사이의 환형 간극에서 흐르는 냉각 유체의 속도는 간극의 대부분에 대해 높고 균일하므로 저속 또는 데드 존을 줄인다. 이것은 내부 튜브 외부의 높은 열 전달 계수를 보장한다. 결과적으로 작동 급속 온도와 내부 튜브의 열-기계적 응력을 줄일 수 있다. 일반적으로 크래킹된 가스 서비스의 경우 고압(4000-13000 kPa) 및 끓는 물이 냉각 유체로 사용되며 환형 간극의 속도는 1m/s보다 높다. 고온 크래킹된 가스가 흐르는 내부 튜브의 최고 작동 급속 온도는 두께에 걸쳐 평균 약 390-420° C이다.
- [0005] 이중 튜브 열교환기의 또 다른 장점은 내부 튜브에서 얻을 수 있는 높은 속도에서 비롯된다. 내부 튜브에는 튜브 길이를 따라 상당한 불연속성 또는 장애물이 없기 때문에 유체에는 충돌 지점이 없다. 결과적으로 침식 및 오염 침전물을 줄이거나 제거할 수 있다. 또한 높은 속도는 빠른 냉각에 필요한 높은 열 전달 계수로 이어진다. 마지막으로 간단한 관형 구조로 인해 내부 튜브를 기계적인 방법으로 어려움없이 청소할 수 있다. 따라서 오염이 심한 공정 유체를 내부 튜브에 할당할 수 있다.
- [0006] 이중 튜브 열교환기에 대한 몇 가지 기술 해결책이 제안되었다. 그들 중 일부는 아래에 리콜된다. US 2005/155748 A1은 두 유체 간의 간접 열교환을 위한 열교환기를 설명하며, 외부 튜브와 내부 튜브 사이의 간극은 교환기의 끝단과 간극 내부에 설치된 밀봉 부재에 의해 단한다. 밀봉 부재는 외부 및 내부 튜브와는 별개의 항목이며, 본질적으로 "V"또는 "U"또는 "H"프로파일을 형성하기 위해 함께 결합된 일반적으로 축 방향으로 연장되는 두개의 벽으로 구성된다. 벽 중 하나는 외부 튜브의 내부 표면에 밀봉되고 다른 벽은 내부 튜브의 외부 표면에 밀봉된다. 밀봉은 마찰, 접촉 또는 바람직하게는 각 도 또는 필렛 브레이징에 의해 발생한다.
- [0007] 이러한 열교환기는 외부 튜브와 내부 튜브 사이의 간극에 고압 및 끓는 물이 흐르는 균열 가스 켄칭 서비스에 적합하지 않다. 압력 부분 사이의 밀봉이 구조적으로 약하고 밀봉 부재와 파이프 사이의 간극이 내부 튜브는 간극 부식을 유발할 수 있으며 용접 이음 유형은 완전한 관통과 정확한 비파괴 검사를 보장할 수 없다.
- [0008] DE 3009532 A1은 관형 셀, 단부에서 셀을 닫는 두개의 벽을 포함하는 열 전달 장치를 설명한다. 여기서 하나의 벽에는 제 1 유체를 흐르기 위한 연결부가 제공되고, 중앙 개구에는 각 벽을 위한 관형 요소가 있다. 제 1 유체 및 셀 내부의 파티션으로, 셀의 길이만큼 확장된다. 내부 파티션에는 관형 구성이 없으므로 셀의 볼륨을 동심원으로 배열되지 않은 두 개의 구획으로 분할한다. 셀의 제 1 구획은 폐쇄 벽에 설치된 연결부와 연결되고 제 2 구획은 중앙 개구와 연결되어 있다. 두 구획은 내부 구획에 설치된 슬롯을 통해 서로 유체 소통한다. 결과적으로, 관형 셀의 두 구획은 두 유체 사이의 간접 열 전달을 위해 구성되지 않는다.
- [0009] 특히 다음 문서는 균열 가스와 냉각수 간의 간접 열교환을 위한 이중 튜브 열 전달 장치를 참조한다. US 3583476 A에서 내부 튜브는 크래킹된 가스를 수용하고 외부 튜브는 내부 튜브와 외부 튜브 사이에 냉각 챔버를 형성한다. 상승된 위치의 스팀 드럼에서 나오는 냉각수는 냉각 실에서 순환한다. 내부 튜브와 외부 튜브 사이의 차등 열 신장을 줄이기 위해 US 3583476 A에 따른 장치는 각 섹션이 한 단부에서 고정되고 다른 단부에서 자유롭게 미끄러질 수 있는 두 섹션으로 구성된 내부 튜브가 특징이다. 두개의 슬라이딩 부분 사이에 형성된 간극은 증기 주입에 의해 밀봉된다. 따라서 이러한 장치는 주로 내부 튜브와 외부 튜브 사이의 열 신장 차이로 인한 열

기계적 응력의 중요한 문제를 해결하는 데 목적이 있다.

- [0010] US 4457364 A는 이중 튜브 요소의 열교환 번들을 포함하는 장치를 설명한다. 각 요소는 동심원으로 배열된 외부 및 내부 튜브로 구성되며, 여기서 크래킹된 가스와 냉각수는 각각 내부 튜브와 환형 간극에서 흐른다. 각 이중 튜브 요소의 말단 부분에는 환형 간극과 유체 연통하는 물용 타원형 또는 유사 타원형 매니 폴드가 제공된다.
- [0011] US 5690168 A는 이중 튜브 열교환기의 말단 전이 부분을 설명한다. 말단 부분은 내부 슬리브와 외부 벽 사이에 형성된 환형 간극을 특징으로 한다. 환형 간극은 고온으로부터 외벽을 보호하기 위해 내화 물질로 채워져 있다. 환형 간극은 한 단부에서 크래킹된 가스의 입구 부분에 연결된 전이 원뿔과 함께 제공되고, 다른 단부에서 외부 튜브와 연결된 폐쇄 링이 있다.
- [0012] US 2007/193729 A1은 이중 튜브 열교환기 출구 끝의 전환 부분을 설명한다. 원추형의 이러한 출구 전이에는 내부 및 외부 요소가 장착되어 사이에 환형 간극을 형성한다. 환형 간극은 장착 외부 요소의 작동 금속 온도를 낮추기 위해 절연 재료(내화물)로 채워져 있다.
- [0013] 크래킹된 가스를 급랭하기 위한 이중 튜브 열교환기의 또 다른 말단 전이 부분은 US 7287578 B2 문서에 설명되어 있다. 냉각수는 외부 튜브로 흐르고 크래킹된 가스는 내부 튜브로 흐른다. 내부 및 외부 튜브는 포크 모양의 연결 요소에 의해 각각의 단부에서 서로 연결된다. 이러한 연결 요소는 내부 튜브와 외부 튜브 사이에 형성된 환형 간극의 말단 부분을 단는다. 외부 튜브의 입구 연결 또는 출구 연결은 이러한 요소를 효율적으로 냉각하기 위해 연결 요소에 직접 연결된다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0014] 인용된 모든 문서에서 이중 튜브 유형의 균열 가스 급냉기의 가장 중요한 매개 변수는 다음과 같다. (a) 외부 튜브와 내부 튜브를 연결하는 요소의 작동 금속 온도 및 (b) 압력 부분의 열 구배 및 외부 튜브와 내부 튜브 사이의 차등 열 신장. 인용된 기술 해결책은 두 가지 장점과 잠재적인 단점을 모두 가지고 있다. 내부 튜브의 증기 주입은 관련 입구 및 출구 증기 챔버와 지속적인 증기 흐름의 필요성으로 인해 설계를 복잡하게 만든다. 내화 라이닝은 서비스 과정에서 화학적 및 기계적 특성이 저하될 수 있으며, 최악의 경우 뜨거운 벽에 염분을 침착시켜 결과적으로 부식될 수 있다. 내부 튜브쪽에 설치된 슬리브는 심한 오염, 심각하고 주기적인 작동 조건으로 인해 변형될 위험이 있다.
- [0015] 일반적인 관점에서 상술한 공정 유체(예: 균열 가스 및 카본 블랙 가스)는 너무 높은 온도이므로 내부 튜브의 작동 금속 온도가 부식 및 과열로 이어질 수 있으며 결과적으로 국부적 손상 위험이 있다. 또한 냉각 유체가 고압 끓는 물인 경우 두 가지 추가 중요한 문제가 발생한다. 첫째, 물에 흩어져 있는 염분과 금속 산화물은 뜨거운 유체의 유입구 압력 부분에 침전되어 부식과 과열로 인한 빠른 손상을 초래할 수 있다. 그런 다음 끓는 물의 전형적인 높은 열유속은 결과적으로 과열되는 증기 블랭킷 조건을 유발할 수 있다.
- [0016] 이중 튜브 급냉기의 바람직한 구성에 따라 뜨거운 유체가 내부 튜브로 흐른다. 따라서 내부 튜브는 뜨거운 유체와 차가운 유체 모두와 접촉하는 반면 외부 튜브는 차가운 유체에만 접촉한다. 따라서 두 개의 튜브는 서로 다른 금속 온도에서 작동하며, 이는 튜브가 반경 방향 및 세로 방향으로 서로 다른 열 신장을 겪는다는 것을 의미한다. 따라서 이중 튜브 급냉기의 설계는 두 튜브의 차등 열 신장을 흡수하는 것을 목표로 해야 한다. 균열 및 카본 블랙 가스와 같이 심하게 오염된 유체의 경우 청소를 위해 작업이 중단되는 경우가 많다. 따라서 이중 튜브 급냉기는 여러 온도 및 압력주기를 거친다.
- [0017] 위와 같이 고온에서 공정 유체를 담금질하는 이중 튜브 열교환기의 가장 중요한 부분은 말단 부분이며, 보다 구체적으로 내부 튜브와 외부 튜브 사이의 연결 요소이다. 뜨거운 유체가 들어가는 뜨거운 말단 부분은 가장 높은 온도와 속도뿐만 아니라 가장 높은 열유속과 구배를 특징으로 한다. 요약하면 이중 튜브 급냉기의 중요한 품목은 다음과 같은 문제를 겪을 수 있다.
- [0018] a) 과열,
- [0019] b) 부식,
- [0020] c) 침식,
- [0021] d) 높은 열-기계적 응력,



- [0022] e) 열 초크,
- [0023] f) 사이클링 서비스.
- [0024] 말단 부분, 특히 내부 및 외부 튜브를 연결하는 요소의 스마트 구성은 작동 수명을 연장하고 이중 튜브 급냉기의 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 특히, 증기 분해로 급냉기의 설계는 다음을 목표로 해야 한다.
- [0025] - 내부 튜브 벽과 내부 및 외부 튜브를 연결하는 요소의 핫 스팟을 제거하거나 줄임.
- [0026] - 수면 열전달 표면에 침전된 불순물을 제거하거나 줄임.
- [0027] - 저속 영역, 재순환 영역 및 물 쪽 열 전달 표면의 증기 삼킴을 제거하거나 줄임.
- [0028] - 국부적인 충돌 및 열 충격을 제거하거나 줄임.
- [0029] - 압력 부분의 열 구배를 줄임.
- [0030] - 차동 열 신장을 흡수.

**과제의 해결 수단**

- [0031] 따라서 본 발명의 목적은 간단하고 경제적이며 특히 기능적인 방식으로 전술한 종래 기술의 잠재적인 문제를 해결하는 이중 튜브 열교환기를 제공하는 것이다.
- [0032] 구체적으로, 본 발명의 목적은 공지된 기술 해결책에 대한 선택적 설계를 통해 연장된 작동 수명 및 향상된 신뢰성을 갖는 이중 튜브 열교환기를 제공하는 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 올레핀 생산을 위한 탄화수소 증기 분해로를 위한 혁신적인 급냉기를 언급하지만 이에 제한되지 않는다. 이러한 목적은 적어도 부분적으로 전술한 목표를 달성할 수 있는 이중 튜브 열교환기의 혁신적인 구성에 의해 달성된다.
- [0033] 본 발명의 다른 목적은 이중 튜브 열교환기의 제조 방법을 제공하는 것이다.
- [0034] 본 발명에 따른 이러한 목적은 독립 청구항에 개시된 이중 튜브 열교환기 및 그 제조 방법을 제공함으로써 달성된다.

**발명의 효과**

- [0035] 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기의 추가 특징 및 장점은 첨부된 예시 도면을 참조하여 예시적이고 비 포괄적인 설명을 통해 더 잘 설명될 것이다.

**도면의 간단한 설명**

- [0036] 도 1은 종래 기술에 따른 이중 튜브 열교환기의 종단면도;
- 도 2A, 3A 및 4A는 종래 기술에 따른 이중 튜브 열교환기의 부분 및 단면 종단면도;
- 도 2B는 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기의 제 1 실시예의 부분 단면 종단면도;
- 도 2C는 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기의 제 2 실시예의 부분 및 단면 종단면도;
- 도 3B는 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기의 제 3 실시예의 부분 단면 종단면도;
- 도 3C는 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기의 제 4 실시예의 부분 및 단면 종단면도;
- 도 4B는 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기의 제 5 실시예의 부분 단면 종단면도;
- 도 4C는 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기의 제 6 실시예의 부분 및 단면 종단면도;
- 도 5는 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기의 제 7 실시예의 부분 및 단면 종단면도이다.
- 도 6은 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기의 제 8 실시예의 부분 단면 종단면도;
- 도 7A, 7B 및 7C는 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기의 제 9 실시예의 도 4C의 선 X-X' 및 Y-Y'에 따른 부분도;
- 도 8A-8F는 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기의 제 1 제조 방법을 순차적으로 보여주는 부분 및 단면도;

도 9A-9E는 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기의 제 2 제조 방법을 순차적으로 보여주는 부분 및 단면도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0037] 첨부된 모든 예시 도면에서 동일한 참조 번호는 동일한 요소 또는 다른 하나의 동등한 요소에 대응한다는 점을 강조한다.
- [0038] 도 1을 참조하면, 전체적으로 참조 번호 1로 표시된 종래 기술에 따른 이중 튜브 열교환기가 도시된다. 열교환기(1)의 레이아웃은 수직, 수평 또는 기타일 수 있다. 열교환기(1)는 외부 튜브(2)와 내부 튜브(3)를 포함하고, 동심원으로 배치되어 이러한 외부 튜브(2)와 내부 튜브(3) 사이에 제 1 환형 간극(14) 또는 제 1 환형을 형성한다. 제 1 유체(F1)를 각각 유입 및 배출하기 위한 적어도 제 1 연결부(4) 및 적어도 제 2 연결부(5)가 제공된다. 외부 튜브(2)의 각각의 연결부(4 및 5)는 바람직하게는 그러한 외부 튜브(2)의 각각의 단부(8 및 9) 근처에 위치한다. 내부 튜브(3)는 차례로 제 2 유체(F2)를 각각 유입 및 배출하기 위한 적어도 제 1 연결부(6) 및 적어도 제 2 연결부(7)를 구비한다. 내부 튜브(3)의 각 연결부(6 및 7)는 바람직하게는 내부 튜브(3)의 각각의 단부(10 및 11) 근처에 위치하며 열교환기(1)의 상류 측(100) 및/또는 하류 측(200)에 설치된 장비 또는 도관에 결합된다. 두 유체(F1 및 F2)는 병류 또는 역류 구성을 통해 열 전달을 위해 간접적으로 접촉한다. 결과적으로, 제 1 유체(F1) 및 제 2 유체(F2)의 흐름 방향은 도 1에 도시된 것과 다를 수 있다. 내부 튜브(3) 및 외부 튜브(2)는 제 1 조립 벽(12) 및 제 2 조립체에 의해 결합된다. 제 1 조립 벽(12)은 내부 튜브(3)의 2개의 연결부(6 및 7) 사이에 위치한 제 1 지점(21)에서 외부 튜브(2)의 제 1 단부(8)를 내부 튜브(3)에 접합한다. 외부 튜브(2)의 제 2 단부(9)는 내부 튜브(3)의 2개의 연결부(6 및 7) 사이뿐만 아니라 제 2 지점(38)에 있는 내부 튜브(3)에 연결된다. 2개의 조립 벽(12 및 13)은 두 단부에서 제 1 고리(14)를 밀봉한다.
- [0039] 열교환기(1)의 가능한 작동 모드 중 하나를 예시하는 도 1에 도시된 바와 같이, 제 1 유체(F1)는 제 1 연결부(4)를 통해 제 1 고리(14)로 들어가, 제 1 고리(14)를 따라 흐른 다음 제 1 고리(14)를 빠져 나간다. 제 2 연결부(5)를 통해 제 2 유체(F2)는 제 1 연결부(6)를 통해 내부 튜브(3)로 유입되고, 내부 튜브(3)를 따라 흐른 다음 제 2 연결부(7)를 통해 내부 튜브(3)를 빠져 나간다. 두 유체(F1 및 F2)는 간접적으로 교환된다. 제 1 유체(F1)와 직접 접촉하는 내부 튜브(3)의 벽을 통해 서로를 가열한다.
- [0040] 도 2A, 3A 및 4A를 참조하면, 종래 기술(특히 US 2005/155748 A1에 따른)에 따른 이중 튜브 열교환기(1)의 일부 가능한 실시예가 도시된다. 보다 구체적으로, 도 2A, 3A 및 4A는 열교환기(1)의 말단부를 도시한다. 열교환기(1)에는 제 1 환형 간극(14)을 형성하도록 동심으로 배열된 외부 튜브(2) 및 내부 튜브(3)가 제공된다. 외부 튜브(2)에는 각각 제 1 유체(F1)를 유입 및 배출하기 위한 적어도 제 1 연결부(4) 및 적어도 제 2 연결부(도면에 도시되지 않았지만 도 1의 제 2 연결부(5)와 유사 함)가 제공된다. 내부 튜브(3)는 차례로 제 2 유체(F2)를 각각 유입 및 배출하기 위한 적어도 제 1 연결부(6) 및 적어도 제 2 연결부(도면에 도시되지 않았지만 도 1의 제 2 연결부(7)와 유사 함)가 제공된다.
- [0041] 외부 튜브(2)는 그 제 1 단부(8)에서 내부 튜브(3)의 입구 연결부(6)와 출구 연결부(7) 사이에 위치한 지점에서 내부 튜브(3)에 연결된다. 외부 튜브(2)와 내부 튜브(3) 사이의 연결은 제 1 고리(14)의 말단부를 밀봉하는 조립 벽(35)에 의해 달성된다. 조립 벽(35)은 공기에 노출되고 실질적으로 포켓 형상인 제 2 고리 형 간극(19) 또는 제 2 고리를 형성한다. 조립 벽(35)은 단일 요소(도 2A) 또는 조인트(37, 20, 22)에 의해 함께 결합된 복수의 요소(도 3A 및 4A)에 의해 형성될 수 있다.
- [0042] 조립 벽(35)은 외부 튜브(2) 및 내부 튜브(3)에 대해 별개의 요소이다. 조립 벽(35)은 제 2 유체(F2)와 직접 접촉하지 않고 접촉, 마찰 또는 바람직하게는 앵글/필렛 용접 조인트에 의해 내부 튜브(3)의 외부 표면에 결합된다. 그러나 이러한 조인트는 끓는 상태의 고압 냉각수와 크래킹된 가스 급냉기의 일반적인 높은 금속 온도의 경우 정확한 비파괴 검사를 보장할 수 없고 간극 부식, 누출, 높은 국부적 열-기계적 응력 및 시간 경과에 따른 노화로 이어질 수 있기 때문에 권장되지 않는다.
- [0043] 도 2B를 참조하면, 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기(1)의 제 1 실시예가 도시된다. 보다 구체적으로, 도 2B는 열교환기(1)의 말단부를 도시한다. 열교환기(1)는 공지된 방식으로 외부 튜브(2)가 제공되고 내부 튜브(3)는 제 1 환형 간극(14) 또는 그들 사이의 제 1 고리를 형성하도록 동심으로 배열된다. 외부 튜브(2)에는 각각 제 1 유체(F1)를 유입 및 배출하기 위한 적어도 제 1 연결부(4) 및 적어도 제 2 연결부(도 2B에 도시되지 않았지만, 도 1의 제 2 연결부(5)와 유사 함)가 제공된다. 내부 튜브(3)에는 제 2 유체(F2)를 각각 유입 및 배출하기 위한 적어도 제 1 연결부(6) 및 적어도 제 2 연결부(도 2B에 도시되지 않았지만 도 1의 제 2 연결부(7)와 유사 함)가 제공된다. 내부 튜브(3)의 각 연결부(6 및 7)는 열교환기(1)의 상류 측(100) 및/또는 하류 측(200)에 설치된



장비 또는 도관에 연결된다. 도 2B에 도시된 열교환기(1)의 부분은 외부 튜브 2의 입구 연결부(4)와 내부 튜브(3)의 입구 연결부(6)만을 도시한다.

- [0044] 도 2B에 도시된 바와 같이, 제 1 유체(F1) 및 제 2 유체(F2)는 본질적으로 병류 구성을 갖는 제 1 고리(14) 및 내부 튜브(3)에서 각각 유동한다. 그러나 두 유체(F1과 F2)의 흐름 방향은 도 2B와 다를 수 있다. 예를 들어, 두 유체(F1 및 F2)는 역류 구성에 따라 흐를 수 있다. 즉, 도 2b에서와 같이 외부 튜브(2)의 입구 연결부(4)는 내부 튜브(3)에서 제 2 유체(F2)의 흐름 방향을 변경하지 않고 유지하면서 출구 연결부와 교환될 수 있다. 도 2B에서와 같이 내부 튜브(3)는 외부 튜브(2)에서 제 1 유체(F1)의 흐름 방향을 변경하지 않고 유지하면서 출구 연결부와 교체될 수 있다.
- [0045] 본 발명에 따르면, 내부 튜브(3)는 맞대기 유형의 조인트, 예를 들어 맞대기 유형(butt-to-butt type)의 용접 조인트에 의해 서로 접합된 적어도 2개의 튜브 섹션(24, 25, 36)에 의해 형성된다. 2개의 튜브 섹션(25, 36) 중 적어도 하나는 조립 벽(35)과 단일 모듈리식 부품으로서 일체로 형성된다.
- [0046] 도 2B에 도시된 실시예는 내부 튜브(3)의 3개의 튜브 섹션, 즉 제 1 튜브 섹션(24), 제 2 튜브 섹션(25) 및 제 3 튜브 섹션(36)을 도시한다. 제 3 튜브 섹션(36)은 조립 벽(35)과 일체로 형성된다. 즉, 내부 튜브(3)의 제 3 튜브 섹션(36)과 조립 벽(35)은 일체형으로 제조된다. 결과적으로, 조립 벽(35)은 내부 튜브(3)에 대해 별개의 요소가 아니며, 도 2A, 3A 및 4A에 주어지고 US 2005/155748 A1에 설명된 실시예와는 대조적이다. 제 1 튜브 섹션(24)과 제 2 튜브 섹션(25)은 제 1 튜브 섹션(24)과 제 2 튜브 섹션(25) 사이에 설치된 제 3 튜브 섹션(36)에 의해 접합된다. 제 1 튜브 섹션(24)의 제 1 단부(21)는 제 3 튜브 섹션(36)에 연결되는 반면, 제 1 튜브 섹션(24)의 제 2 단부(도시되지 않음)는 내부 튜브(3)의 출구 연결부(7)를 향해 위치한다. 제 2 튜브 섹션(25)의 제 2 튜브 섹션(25)의 입구 연결부(6)에 대응하는 반면, 제 2 튜브 섹션(25)의 제 2 단부(26)는 제 3 튜브 섹션(36)에 연결된다. 튜브 섹션(24, 36 및 25) 사이의 접합부, 각각의 단부(21 및 26)에서, 맞대기 유형의 조인트, 예를 들어 맞대기 유형 및 완전 관통 유형의 용접 조인트에 대응한다.
- [0047] 외부 튜브(2)는 제 1 고리(14)의 말단부를 밀봉하는 조립 벽(35)에 의해 제 1 단부(8)에서 내부 튜브(3)에 결합된다.
- [0048] 본 발명에 따르면, 조립 벽(35)은 공기에 노출되고 실질적으로 포켓형 인 제 2 환형 간극(19) 또는 제 2 환형을 형성한다. 즉, 제 2 고리(19)의 제 1 고리 형 단부는 조립 벽(35)에 의해 폐쇄되는 반면, 제 2 고리(19)의 대향 고리 형 단부는 공기에 개방된다. 따라서, 제 2 고리(19)에서는 이러한 제 2 고리(19)가 열교환기(1)의 외부 표면을 향하고 있기 때문에 제 1 유체(F1) 도 제 2 유체(F2) 도 흐르지 않는다.
- [0049] 따라서, 본 발명의 열교환기(1)에는 다음과 같은 특징이 결합된다.
- [0050] - 내부 튜브(3)의 2 개 이상의 튜브 섹션(24, 25, 36)이 맞대기(butt-to-butt) 유형의 각각의 조인트에 의해 상호 연결되고,
- [0051] - 튜브 섹션(24, 25, 36) 중 적어도 하나는 조립 벽(35)과 함께 단일 모듈리 식 피스로서 일체로 형성되고,
- [0052] - 공기에 노출된 제 2 고리(19)는 적어도 부분적으로 그러한 조립 벽(35)에 의해 한정된다.
- [0053] 이러한 결합된 기능을 통해 다음과 같은 주요 장점을 동시에 얻을 수 있다.
- [0054] - 이러한 용접 조인트는 방사선 촬영(RT) 및 초음파(UT) 테스트에 의해 검사될 수 있기 때문에 내부 튜브(3)에는 고압 및 고온 서비스에 적합한 고품질의 강 도 용접 조인트가 제공될 수 있다;
- [0055] -내부 튜브(3)와 관련된 용접 조인트는 완전 관통형이므로 간극 부식을 방지할 수 있고 베벨 불연속성이 없어 유체의 국부적인 충동을 방지할 수 있다;
- [0056] - 일체형으로 단일 피스로 형성된 내관(3)의 튜브 섹션과 조립 벽(35)은 열교환기(1)의 가장 중요한 품목이다. 상기 품목은 단조 또는 주조로 및 균일한 화학적 및 기계적 특성으로 인한 높은 수준의 제조 품질로 제조할 수 있다;
- [0057] - 조립 벽(35) 및 제 2 고리(19)의 형태는 열교환기(1)의 구조적 유연성을 향상시켜 외부 튜브(2)와 내부 튜브(3) 사이의 반경 방향 및 길이 방향을 따라 차등 열 신장을 효과적으로 흡수한다;
- [0058] - 이중 튜브 열교환기(1)의 서비스에 따라, 조립 벽(35) 및 제 2 고리(19)는 제 1 고리(14) 측면상의 내부 튜브(3) 근처의 조립 벽(35)에 침체 구역 및/또는 불순물 침적을 감소 시키거나 방지할 수 있게 한다.

- [0059] 제 2 고리(19)는 내부 튜브(3) 또는 상류(100) 또는 하류(200) 장비, 또는 내부 튜브(3) 및 상류(100) 또는 하류(200) 장비와 조립 벽(35) 사이에 개재될 수 있다. 내부 튜브(3)는 제 2 고리(19) 내부에 배치되고, 이러한 제 2 고리(19)의 일부는 내부 튜브(3)의 제 1 단부(10)에 결합된 조립 벽(35) 및 상류(100) 또는 하류(200) 장비에 의해 한정된다. 제 3 튜브 섹션(36)에 결합된 제 2 튜브 섹션(25)의 제 2 단부(26)는 공기에 노출된 제 2 고리(19)에 대해 내부 또는 외부에 배치될 수 있다. 제 2 고리(19)는 제 1 고리(14) 또는 내부 튜브(3)와 유체 연통하지 않고; 제 2 고리(19)는 적어도 부분적으로 제 1 고리(14)에 의해 둘러싸여있다. 제 2 고리(19)를 둘러싸는 제 1 고리(14)의 특정 부분은 추가 고리(18)로 간주될 수 있다. 이러한 추가 고리(18)는 제 1 고리(14)의 통합 부분이다. 제 2 고리(19)의 말단부(23), 즉 조립 벽(35)에 의해 폐쇄된 부분은 바람직하게는 볼록한 형상 또는 제 2 고리(19)를 향하는 "U"형상을 갖는다. 내부 튜브(3)의 입구 연결부(6)에 대응하는 내부 튜브(3)의 제 1 단부(10)는 제 2 고리(19) 내부 또는 외부에 배치될 수 있다. 도 2B에서, 내부 튜브(3)의 제 1 단부(10)는 제 2 고리(19) 외부에 도시된다.
- [0060] 제 1 고리(14)를 향하고 내부 튜브(3)의 접합부(21) 옆에 있는 조립 벽(35)의 프로파일은 바람직하게는 곡선이고 추가 고리(18)를 향해 연속적인 경사를 갖는다. 조립 벽(35)과 일체로 형성된 내부 튜브(3)의 튜브 섹션(36)은 바람직하게는 고온 용 탄소강, 저 합금강 또는 니켈 합금으로 만들어진 단조 또는 주조에 의해 만들어진 금속 조각으로 구성된다.
- [0061] 외부 튜브(2)의 입구 연결부(4)는 바람직하게 외부 튜브(2)에 설치된다. 선택적으로, 외부 튜브(2)의 입구 연결부(4)는 조립 벽(35) 또는 조립 벽(35)과 외부 튜브(2) 모두에 설치될 수 있다. 열교환기(1)의 유리한 구성에 따르면, 외부 튜브(2)의 입구 연결부(4)는 추가 고리(18)에 설치된다.
- [0062] 내부 튜브(3)는 균일하거나 불균일한 내부 직경을 가질 수 있다. 예를 들어, 내부 튜브(3)는 적어도 2개의 상이한 내부 직경(D1 및 D2)을 가질 수 있다. 열교환기(1)의 가능한 구성에 따라, 제 2 튜브 섹션(25) 및 제 3 튜브 섹션(36)은 내부 튜브(3)의 제 1 튜브 섹션(24)의 내부 직경(D1)과 다른 내부 직경(D2)을 가질 수 있다.
- [0063] 도 2C를 참조하면, 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기(1)의 제 2 실시예가 도시된다. 보다 구체적으로, 도 2C는 열교환기 1의 말단부를 도시한다. 도 2C의 열교환기(1)는 내부 튜브(3)를 제외하고는 본질적으로 도 2B에 도시된 것과 동일하다. 내부 튜브(3)의 2개의 튜브 섹션이 도시된다. 즉, 제 1 튜브 섹션(24) 및 제 2 튜브 섹션(25)이다. 제 2 튜브 섹션(25)은 조립 벽(35)과 일체로 형성된다. 즉, 내부 튜브(3)의 제 2 튜브 섹션(25) 및 조립 벽(35)은 모두 일체형으로 제작된다. 결과적으로, 조립 벽(35)은 도 2A, 3A 및 4A에 도시되고 US 2005/155748 A1에 설명된 실시예와 반대로 내부 튜브(3)에 대해 별개의 요소가 아니다. 제 1 튜브 섹션(24)의 제 1 단부(21)는 제 2 튜브 섹션(25)에 접합되는 반면, 제 1 튜브 섹션(24)의 제 2 단부(도시되지 않음)는 내부 튜브(3)의 출구 연결부(7)를 향해 위치한다. 단부(21)에 있는 튜브 섹션(24 및 25)은 맞대기 유형 및 완전 관통 유형의 용접 조인트에 대응한다. 제 2 튜브 섹션(25)의 단부에 대응하는 내부 튜브(3)의 제 1 단부(10)는 공기에 노출된 제 2 고리(19)에 대해 내부 또는 외부에 배치될 수 있다.
- [0064] 도 3B 및 3C를 참조하면, 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기(1)의 제 3 및 제 4 실시예가 각각 도시된다. 보다 구체적으로, 도 3B 및 3C는 열교환기 1의 말단부를 도시한다. 도 3B의 열교환기(1)는 접합된 2개의 조립체 요소(15 및 16)를 포함하는 조립체 벽(35)을 제외하고는 본질적으로 도 2B에 도시된 것과 동일하다. 외부 튜브(2)는 제 1 단부(8)에서 제 1 조립 요소(15)에 접합된다. 제 1 조립 요소(15)와 제 2 조립 요소(16) 사이의 중간 접합부(37)는 바람직하게는 제 2 조립 요소 사이에 배치된다. 고리(19)는 공기 및 추가 고리(18)에 노출된다. 제 2 고리(19)의 말단부(23)는 바람직하게는 제 2 조립 요소(16)에 의해서만 한정된다. 제 2 조립 요소(16)는 내부 튜브(3)의 제 3 튜브 섹션(36)과 일체로 형성된다. 제 1 조립 요소(15) 및 제 2 조립 요소(16)는 바람직하게는 단조 또는 주조에 의해 제조된 금속 부품이며, 탄소강, 저 합금강 또는 고온용 니켈 합금으로 제조되고, 예를 들어 곡선과 같은 모든 모양을 가질 수 있다.
- [0065] 도 3C의 열교환기(1)는 중간 접합부(37)에 의해 접합된 2개의 조립 요소(15 및 16)를 포함하는 조립 벽(35)을 제외하고는 본질적으로 도 2C에 도시된 것과 동일하다. 외부 튜브(2)는 제 1 단부에서 접합된다. 제 1 조립 요소(15)와 제 2 조립 요소(16) 사이의 중간 접합부(37)는 바람직하게는 공기에 노출된 제 2 고리(19)와 추가 고리(18) 사이에 배치된다. 제 2 고리(19)는 바람직하게는 제 2 조립 요소(16)에 의해서만 한정된다. 제 2 조립 요소(16)는 내부 튜브(3)의 제 2 튜브 섹션(25)과 일체로 형성된다. 제 1 조립 요소(15) 및 제 2 조립 요소(16)는 바람직하게는 금속 부품이다. 단조 또는 주조로 만들어지며 탄소강, 저 합금강 또는 고온용 니켈 합금으로 만들어지며 곡선과 같은 모든 모양을 가질 수 있다.
- [0066] 도 4B 및 4C를 참조하면, 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기(1)의 제 5 및 제 6 실시예가 각각 도시된다. 보

다 구체적으로, 도 4B 및 4C는 열교환기(1)의 말단부를 도시한다. 도 4B의 열교환기(1)는 추가의 제 3 조립 요소(17)를 포함하는 조립 벽(35)을 제외하고는 본질적으로 도 3B에 도시된 것과 동일하다. 이 제 3 조립 요소(17)는 제 1 조립 요소(15)와 제 2 조립 요소(16) 사이에 설치된다. 바람직하게는, 제 3 조립 요소(17)는 내부 튜브(3) 및 외부 튜브(2)에 대해 동심으로 배열된 중간 튜브이다. 외부 튜브(2)의 제 1 단부(8)는 제 3 조립 요소(17)의 제 1 단부(22)에 인접한다. 외부 튜브(2)의 제 1 단부(8)는 제 1 조립체에 의해 제 3 조립 요소(17)의 제 1 단부(22)에 결합된다. 제 3 조립 요소(17)의 제 2 단부(20)는 내부 튜브(3)의 제 3 튜브 섹션(36)과 일체로 형성된 제 2 조립 요소(16)에 결합된다.

[0067] 도 4C의 열교환기(1)는 추가의 제 3 조립 요소(17)를 포함하는 조립 벽(35)을 제외하고는 본질적으로 도 3C에 도시된 것과 동일하다. 상기 제 3 조립 요소(17)는 제 1 조립 요소(15)와 제 2 조립 요소(15) 사이에 설치된다. 바람직하게는, 제 3 조립 요소(17)는 내부 튜브(3) 및 외부 튜브(2)에 대해 동심으로 배열된 중간 튜브이다. 바람직하게는, 외부 튜브(2)의 제 1 단부(8)는 제 3 조립 요소(17)의 제 1 단부(22)에 인접한다. 외부 튜브(2)의 제 1 단부(8)는 제 1 조립 요소(15)에 의해 제 3 조립 요소(17)의 제 1 단부(22)에 결합된다. 제 3 조립 요소(17)의 제 2 단부(20)는 결합된다. 내부 튜브(3)의 제 2 튜브 섹션(25)과 일체로 형성되는 제 2 조립 요소(16)에 연결된다.

[0068] 도 5를 참조하면, 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기(1)의 제 7 실시예가 도시된다. 보다 구체적으로, 도 5는 열교환기(1)의 말단부를 도시한다. 도 5의 열교환기(1)는 2 개 이상의 튜브 섹션, 예를 들어 제 4 조립 요소(28)에 의해 결합된 제 1 튜브 섹션(26) 및 제 2 튜브 섹션(27)을 포함하는 외부 튜브(2)를 제외하고는 제 1 내지 제 6 실시예 중 어느 하나에 본질적으로 대응할 수 있다. 제 1 튜브 섹션(26) 및 제 2 튜브 섹션(27)은 각각 상이할 수 있는 각각의 내부 직경 D3 및 D4를 갖는다. 다른, 유리한 구성에 따르면, 제 2 튜브 섹션(27)의 내부 직경(D4)은 제 1 튜브 섹션(26)의 내부 직경(D3)보다 더 크다. 제 1 튜브 섹션(26)의 제 1 단부(29)는 제 4 조립 요소(28)에 연결된다. 제 1 튜브 섹션(26)의 다른 단부(미도시)는 외부 튜브(2)의 제 2 단부(9)를 향해 위치한다. 제 2 튜브 섹션(27)의 단부(30)는 제 4 조립 요소(28)에 연결되는 반면, 제 2 튜브 섹션(27)은 외부 튜브(2)의 제 1 단부(8)에 대응한다. 바람직하게는, 제 4 조립 요소(28)는 내부 튜브(3)와 관련된 접합부(21) 근처에 설치된다. 제 4 조립 요소(28)는 바람직하게는 원추형 또는 준-원추형 또는 "Z"프로파일의 요소이며 열교환기 1의 구조적 유연성을 높이는 중요한 기능을 가질 수 있다.

[0069] 도 6을 참조하면, 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기(1)의 제 8 실시예가 도시된다. 보다 구체적으로, 도 6은 열교환기(1)의 말단부를 도시한다. 도 6의 열교환기(1)는 본질적으로 제 1 고리(14)를 제외하고 제 1 내지 제 7 실시예 중 임의의 전술한 실시예에 대응할 수 있다. 또는 유체 컨베이어는 외부 튜브(2)와 유체 컨베이어(32) 사이에 제 3 간극(33)을 형성하도록 설치된다. 유체 컨베이어(32)의 제 1 단부(31)에 있는 이 제 3 간극(33)은 밀봉되고 유체 연통한다. 유체 컨베이어(32)의 제 2 단부(34)에서, 제 3 간극(33)은 대신에 제 1 고리(14)와 유체 연통한다. 유체 컨베이어(32)의 제 2 단부(34)는 제 1 고리(14)와 유체 연통하는, 내부 튜브(3)와 관련된 접합부(21) 옆 또는 추가 고리(18)에 대응하는 제 1 고리(14)의 부분에 배치된다. 입구 연결부(4)는 바람직하게는 추가 고리(18)로부터 일정한 거리에 위치한다. 바람직하게는, 유체 컨베이어(32)는 외부 튜브(2)에 대해 동심으로 배열된 튜브이다. 유체 컨베이어(32)는 바람직하게는 환형 기하학적 구조를 갖는 제 3 간극(33)을 형성한다.

[0070] 도 7A, 7B 및 7C를 참조하면, 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기(1)의 제 9 실시예가 도시된다. 보다 구체적으로, 도 7A, 7B 및 7C는 도 4C에 도시된 열교환기(1)의 횡단(X-X') 및 종 방향(Y-Y') 섹션을 도시한다. 도 7A, 7B 및 7C의 열교환기(1)는 요소 및/또는 재료가 설치된 공기에 노출된 제 2 고리(19)를 제외하고는 제 1 내지 제 8 실시예 중 임의의 전술한 실시예에 본질적으로 대응할 수 있다. 제 2 고리(19)에 설치된 이러한 요소 및/또는 재료는 내부 튜브(3), 또는 상류(100) 및 하류(200) 장비, 또는 내부 튜브(3) 및 상류(100) 또는 하류(200) 장비 사이에서 열을 전달하는 목적을 가지며, 이러한 요소 및/또는 재료는 열 전달에 적합해야하므로 적절한 열 전도율을 특징으로 해야 한다. 구체적으로, 도 7A는 핀, 스포크, 바, 칩 등을 포함할 수 있는 열 전달 요소(39)를 나타내고, 도 7B는 열 전달 충전 재료(40)로 둘러싸이거나 내장된 열 전달 요소(39)를 나타내고, 도 7C는 충전 열 전달 충전 재료(40)를 나타낸다. 열 전달 충전 재료(40)는 조밀하거나 다공성, 금속 또는 비금속, 또는 임의의 각각의 조합일 수 있다. 열 전달 요소(39) 및 열 전달 충전 재료(40)는 선택적으로 스폰지, 메쉬, 주름진 또는 얇은 시트 금속 제품일 수 있다.

[0071] 도 8A-8F를 참조하면, 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기(1)의 제 1 제조 방법의 순차적 단계가 도시된다. 보다 구체적으로, 도 8A-8F는 도 4B에 설명된 이중 튜브 열교환기(1)의 제조 단계를 도시한다. 도 8A-8F는 열교환기(1)의 말단부를 도시한다. 이러한 제 1 제조 방법에 따라, 도 4B의 열교환기(1)는 다음 단계를 통해 제조될

수 있다.

- [0072] a) 제 2 조립 요소(16)와 일체로 형성된 내부 튜브(3)의 제 3 튜브 섹션(36)은 내부 튜브(3)의 제 2 튜브 섹션(25)에 용접되어 열교환기(1)의 제 1 부분을 형성하는 단계(도 8A);
- [0073] b) 제 1 조립 요소(15)는 제 3 조립 요소(17)(중간 튜브)에 용접되어 열교환기(1)의 제 2 부분을 형성하는 단계(도 8B);
- [0074] c) 도 8B의 제 2 부분은 제 2 조립 요소(16)에 의해 도 8A의 제 1 부분에 용접되어 열교환기(1)의 제 3 부분을 형성하는 단계(도 8C);
- [0075] d) 내부 튜브(3)의 제 1 튜브 섹션(24)은 내부 튜브(3)의 제 3 튜브 섹션(36)에 의해 도 8c의 제 3 부분에 용접되어 열교환기(1)의 제 4 부분을 형성하는 단계(도 8D);
- [0076] e) 외부 튜브(2)의 입구 연결부(4)는 외부 튜브(2)에 용접되어 열교환기(1)의 제 5 부분을 형성하는 단계(도 8E);
- [0077] f) 도 8E의 제 5 부분은 제 1 조립 요소(15)에 의해 도 8D의 제 4 부분에 용접되어 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기(1)의 전체 말단 부분에 대응하는 제 6 부분(도 8F)을 형성하는 단계.
- [0078] 따라서, a)에서 f)까지의 제조 단계는 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기(1), 특히 도 4B에 따른 열교환기(1)의 제조 방법을 나타낸다. 전술한 제조 단계 순서는 어쨌든, 도 4B에 따라 열교환기(1)의 제조 방법을 실질적으로 변경하지 않고 다를 수 있다. 외부 튜브(2)의 입구 연결부(4)가 제 1 조립 요소(15) 또는 제 1 조립 요소(15) 및 외부 튜브(2) 상에 설치되는 경우, 단계 e)는 제거될 수 있다. 따라서, 외부 튜브(2)의 입구 연결부(4)의 용접은 단계 b)에 포함될 수 있고, 그렇지 않으면 단계 f) 이후의 단계 g)에서 실행될 수 있다.
- [0079] 도 9A-9E를 참조하면, 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기(1)의 제 2 제조 방법의 순차적 단계가 도시된다. 보다 구체적으로, 도 9A-9E는 도 4C에 설명된 이중 튜브 열교환기(1)의 제조 단계를 도시한다. 도 9a-9e는 열교환기(1)의 말단부를 도시한다. 이러한 제 2 제조 방법에 따라, 도 4c의 열교환기(1)는 다음 단계를 통해 제조될 수 있다.
- [0080] a) 제 1 조립 요소(15)는 제 3 조립 요소(17)(중간 튜브)에 용접되어 열교환기(1)의 제 1 부분을 형성하는 단계(도 8A);
- [0081] b) 도 9A의 제 1 부분은 제 2 조립 요소(16)에 의해 내부 튜브(3)의 제 2 튜브 섹션(25)에 용접되어 열교환기(1)의 제 2 부분을 형성하는 단계(도 9B);
- [0082] c) 내부 튜브(3)의 제 1 튜브 섹션(24)은 내부 튜브(3)의 제 2 튜브 섹션(25)에 의해 도 9b의 제 2 부분에 용접되어 열교환기(1)의 제 3 부분을 형성하는 단계(도 9C);
- [0083] d) 외부 튜브(2)의 입구 연결부(4)는 외부 튜브(2)에 용접되어 열교환기(1)의 제 4 부분을 형성하는 단계(도 9D);
- [0084] e) 도 9d의 제 4 부분은 제 1 조립 요소(15)에 의해 도 9C의 제 3 부분에 용접되어 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기(1)의 전체 말단 부분에 대응하는 제 5 부분(도 9E)을 형성하는 단계.
- [0085] 따라서 a)에서 e)까지의 제조 단계는 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기(1)의 제조 방법, 특히 도 4C에 따른 열교환기(1)의 제조 방법을 나타낸다. 전술한 제조 단계 순서는 어쨌든 도 4C에 따라 열교환기(1)의 제조 방법을 실질적으로 변경하지 않고 다를 수 있다. 외부 튜브(2)의 입구 연결부(4)가 제 1 조립 요소(15), 또는 제 1 조립 요소(15) 및 외부 튜브(2) 상에 설치되는 경우, 단계 d)는 제거될 수 있다. 따라서, 외부 튜브(2)의 입구 연결부(4)의 용접은 단계 a)에 포함될 수 있고, 그렇지 않으면 단계 e) 이후의 단계 f)에서 실행될 수 있다.
- [0086] 도 2B-2C, 3B-3C, 4B-4C, 5 및 6의 열교환기(1)의 실시예에 따르면, 제 1 환형(14)에서 흐르는 제 1 유체(F1) 및 내부로 흐르는 제 2 유체(F2) 내부 튜브 3, 간접 접촉을 통해 그들 사이에서 열을 교환한다. 두 유체(F1, F2)는 제 1 유체(F1)와 접촉하는 내부 튜브(3)의 벽을 통해 더 많은 양의 열을 교환한다. 반대로, 열의 일부는 제 2 고리(19)를 통해 두 유체(F1 및 F2) 사이에서 교환된다. 제 1 유체(F1)와 접촉하는 내부 튜브(3)의 벽을 통한 열 전달 메커니즘은 주로 유체 F1 및 F2의 대류를 기반으로 한다. 반대로, 제 1 유체(F1)와 접촉하는 내부 튜브(3)의 벽을 통한 것이 아니라 제 2 고리(19)를 통한 열 전달은 본질적으로 공기의 열 전도 및/또는 대류, 및/또는 요소(39)의 열 전도, 및/또는 충전 재료(40)의 열 전도, 및/또는 열 복사를 기반으로 한다.



- [0087] 열교환기(1)의 유리한 구성에 따르면, 제 1 유체(F1)는 더 차가운 유체이고 제 2 유체(F2)는 더 뜨거운 유체이다. 그러므로 제 1 유체(F1)는 냉각 유체이고 제 2 유체(F2)로부터 열을 받는다. 일반적으로, 도 1에 따르면, 외부 튜브(2)의 입구 연결부(4)가 출구 연결부보다 내부 튜브(3)의 입구 연결부(6)에 더 가까울 때 제 1 유체(F1) 및 제 2 유체(F2)는 병류 구성에 의해 열을 교환한다. 외부 튜브(2)의 5는 내부 튜브(3)의 입구 연결부(6)에 있다. 그렇지 않으면, 제 1 유체(F1) 및 제 2 유체(F2)는 역류 구성에 의해 열을 교환한다.
- [0088] 도 2B-2C, 3B-3C, 4B-4C 및 5의 열교환기(1)의 실시예에 따르면, 제 1 유체(F1)는 외부 튜브(2)의 입구 연결부(4)를 통해 열교환기(1)로 주입되는 반면, 제 2 유체(F2)는 내부 튜브(3)의 입구 연결부(6)를 통해 열교환기(1)로 주입된다. 바람직하게는, 제 1 유체(F1)는 추가 환형(18)에서 제 1 환형(14)으로 주입된다. 따라서, 제 1 유체(F1)는 추가 고리(18) 및 제 1 고리(14)의 나머지 부분에서, 외부 튜브(2)의 출구 연결부(5)쪽으로, 제 2 유체(F2)는 내부 튜브(3)를 따라 내부 튜브(3)의 출구 연결부(7)쪽으로 흐른다. 유체(F1) 및 제 2 유체(F2)는 병류 구성에 의해 열을 교환한다.
- [0089] 다른 구성에 따르면, 도 2B-2C, 3B-3C, 4B-4C 및 5에 도시된 외부 튜브(2)의 연결부(4)는 제 1 유체(F1)의 출구 연결부에 대응한다. 이 경우, 제 1 유체(F1)의 흐름 방향은 그림 2B-2C, 3B-3C, 4B-4C 및 5에 표시된 것과 반대이다. 제 1 유체(F1)는 다음의 입구 연결(미도시)을 통해 주입된다. 외부 튜브(2)는 외부 튜브(2)의 출구 연결을 향해 제 1 고리(14) 및 추가 고리(18)에 대응하는 제 1 고리(14)의 일부에서 유동한다.
- [0090] 도 6을 참조하면, 제 1 유체(F1)는 유체 컨베이어(32)의 제 1 단부(31)에서 열교환기(1)로 주입된다. 이러한 유체 컨베이어(32)는 외부 튜브(2)의 입구 연결부(4)로부터 제 1 유체(F1)를 수집하고 운반한다. 제 3 간극(33)의 제 1 유체(F1)는 추가 고리(18)에 대응하는 제 1 고리(14)의 일부를 향하여 형성된다. 제 1 유체(F1)는 각각의 개방 단부(34)를 통해 제 3 간극(33)을 빠져 나가 제 1 고리의 일부에서 유동하기 시작한다. 따라서, 제 1 유체(F1)는 제 1 고리(14)의 나머지 부분에서 외부 튜브(2)의 출구 연결부(5)를 향해 흐른다.
- [0091] 다른 구성에 따르면, 도 6에 도시된 외부 튜브(2)의 연결부(4)는 제 1 유체(F1)의 출구 연결부에 대응한다. 이 경우, 제 1 유체(F1)의 흐름 방향은 도 6에 도시된 것과 반대이다. 제 1 유체(F1)는 외부 튜브(2)의 입구 연결부(미도시)를 통해 주입되고, 제 1 고리(14)로 흐른다. 그 다음 추가 고리(18)에 대응하는 제 1 고리(14)의 부분에서, 제 1 유체(F1)는 각각의 개방 단부(34)를 통해 제 3 간극(33)으로 들어가 외부 튜브(2)의 출구 연결부(4)를 향해 흐른다.
- [0092] 다른 유리한 구성에 따르면, 제 1 유체(F1)는 고압 및 비등 조건의 물인 반면, 제 2 유체(F2)는 화학 반응기로부터 배출되는 고온 공정 유체이다. 화학 반응기가 올레핀 생산을 위한 탄화수소 증기 분해로인 경우, 공정 유체는 크래킹된 가스이고, 이중 튜브 열교환기(1)는 바람직하게는 수직 레이아웃 및 바람직하게는 하부 단자부에 설치된 크래킹된 가스의 입구 연결부(6)가 있는 크래킹된 가스에 대한 급냉기이다. 크래킹된 가스는 내부 튜브(3)에 유입 연결부(6)를 통해 각각 약 800-850° C 및 150-250 kPa(a)의 온도와 압력으로 들어간다. 크래킹된 가스는 일반적으로 90m/s 이상의 속도로 유입되며 탄소 질 및 왁스 같은 입자가 가득하다. 내부 튜브(3)를 따라, 크래킹된 가스는 간접 접촉에 의해 끓는 물과 열을 교환하므로 크래킹된 가스는 냉각된다. 물과 가스 층의 높은 열 전달 계수 덕분에 냉각이 빠릅니다(1초 미만). 대략적으로 이러한 계수는 크래킹된 가스의 경우 500 W/m<sup>2</sup>° C, 끓는 물의 경우 20000 W/m<sup>2</sup>° C 범위이다. 담금질하는 동안, 크래킹된 가스는 내부 튜브 3에 상당한 양의 탄소 질 및 왁스 같은 오염물을 침적시킨다. 이러한 침적물은 장치를 정지시키고 후속 화학 또는 기계적 세척으로 이어질 수 있다. 끓는 물은 제 1 고리(14)에서 아래에서 위로 흐르고, 조립 벽(35) 및 내부 튜브(3)에서 열을 제거하고 병류 구성에 따라 크래킹된 가스와 열을 교환한다. 외부 튜브(2)는 배관에 의해 상승된 위치에 배치된 스팀 드럼(도면에 도시되지 않음)에 연결된다. 급냉기에서 생성된 수증기 혼합물은 증기 드럼쪽으로 올라간다. 수증기 혼합물은 증기 드럼에서 나오는 물로 대체된다. 급냉기와 스팀 드럼 사이의 순환은 자연 통풍 유형이며 상승 혼합물과 하향 물 사이의 밀도 차이에 의해 구동된다. 도 2B-2C, 3B-3C, 4B-4C 및 5를 참조하면, 추가 고리(18)에 설치된 입구 연결부(4)를 통해 급냉 장치로 주입되는 물. 끓는 물 또는 초기 끓는 상태에서 물이 유입된다. 도 6을 참조하면, 물은 바람직하게는 추가 고리(18)로부터 어느 정도 거리에 있는 연결부(4)를 통해 급냉기로 주입된다. 상기 마지막 경우에서, 물은 유체 컨베이어(32)에 의해 아래로 운반된다. 유체 컨베이어(32)의 개방 단부(34)에서, 물은 제 3 간극(33)을 빠져나가 추가 고리(18)에 대응하는 제 1 고리(14)의 부분으로 들어간 다음, 위쪽으로 흐르고 크래킹된 가스와 열을 교환하여 출구 연결부(미도시)로 향한다. 제 1 고리(14)에 흐르는 물은 끓는 상태 또는 초기 끓는 상태에 있고 그 온도는 제 3 간극(33)을 흐르는 물의 온도와 실질적으로 동일하기 때문에, 제 3 간극(33)을 흐르는 물은 그렇지 않다. 결과적으로, 물의 자연 순환은 제 3 간극(33)의 물 흐름에 영향을 받지 않는다.

- [0093] 도 2B-2C, 3B-3C, 4B-4C, 5 및 6은 외부 튜브(2)와 내부 튜브(3)가 고품질의 조립 벽(35)에 의해 서로 접합될 수 있고 용접 이후에 유리한 기술적 해결책을 도시한다. 내부 튜브(3)와 관련된 조인트는 정확하게 검사될 수 있고 고압 및 금속 온도에서 적절한 밀봉, 간극 부식의 부재, 내구성 신뢰성을 보장할 수 있다. 더욱이, 도 3B, 3C, 4B 및 4C에 따른 기술적 해결책은 조립 벽(35)이 맞대기 용접 조인트로 함께 용접될 수 있는 서로 다른 재료의 2개의 요소(15 및 16)로 제조될 수 있기 때문에 유리한 결과를 가져온다. 게다가, 도 4B 및 4C에 따른 해결책은 추가 고리(18)에 대응하는 제 1 고리(14)의 부분이 추가 고리(18)를 따라 제 1 유체(F1)를 지향하고 잘 발달시키기 위해 필요에 따라 쉽게 연장될 수 있기 때문에 유리하다.
- [0094] 따라서, 제 1 유체(F1)는 균일하고 종 방향의 유체 흐름에 의해 내부 튜브(3)와 관련된 접합부(21) 주위로 효율적으로 흐를 수 있다. 도 5 및 6은 제 4 조립 요소(28)와 유체 컨베이어(32) 모두가 내부 튜브(3)와 관련된 접합부(21) 주위에서 제 1 유체(F1)가 균일한 유체 흐름으로 고속으로 흐르도록 하는 형상을 가질 수 있기 때문에 추가적인 유리한 기술 해결책을 보여준다.
- [0095] 이중 튜브 열교환기(1)의 또 다른 유리한 구성에 따르면, 도 7A, 7B 및 7C에 도시된 열 전달 요소(39) 또는 열 전달 충전 재료(40)는 금속 박판 또는 편으로 구성되고 및/또는 금속 메쉬 또는 스폰지, 제 2 고리(19)에 삽입되고 제 2 고리(19)를 한정하는 부분의 벽과 접촉하거나 이에 대해 압축된다. 이러한 시트, 핀, 메쉬 또는 스폰지는 내부 튜브(3) 사이의 열 전달을 향상시킨다. 상류(100) 또는 하류(200) 장비/도관, 또는 내부 튜브(3) 및 상류(100) 또는 하류(200) 장비/도관, 및 조립 벽(35), 그리고 제 2 고리(19)를 한정하는 벽에서 온도 분포를 보다 균일하게 만든다. 그 결과, 열 전달 요소(39) 또는 열 전달 충전 재료(40)는 공기에 노출된 제 2 고리(19)를 한정하는 벽의 열 구배 및 열-기계적 응력을 감소시킨다.
- [0096] 요약하면, 전술한 실시예 및 설명에 따른 혁신적인 이중 튜브 열교환기(1)는 다음과 같은 장점을 갖는다:
- [0097] - 제 1 유체(F1)는 본질적으로 조립 벽(35) 주위, 특히 내부 튜브(3)의 접합부(21) 근처에서 높고 균일한 길이 방향 속도를 갖는다. 크래킹된 가스를 위해 수직으로 배열된 급냉기의 경우, 끓는 물은 조립 벽(35) 주위, 특히 잘 발달된 유체 흐름에 의해 위쪽으로 이동하는 내부 튜브(3)의 접합부(21) 근처에서 고속으로 흐른다. 그 결과, 가장 뜨거운 표면에 대한 냉각 및 증기 제거 작업은 균일하고 효율적이다. 접합부(21) 근처의 조립 벽(35) 주위에 정체, 재순환, 저속 영역이 없다. 증기 흡수 및/또는 증기 차단은 더 이상 가능하지 않다. 그러한 열 유체 역학은 조립 벽(35)이 높은 금속 온도에서 작동하고 큰 열 유속을 받기 때문에 가장 중요하다;
- [0098] - 이중 튜브 열교환기(1)가 수직 위치에서 크래킹된 가스 급냉기인 경우, 내부 튜브(3)의 접합부(21) 근처의 조립 벽(35)에 물 층의 염분 및 불순물 침적물이 거의 발생하지 않는다. 실제로 조립 벽 내부 튜브(3)의 접합부(21) 근처에 있는 35는 연속적인 경사를 가지며, 특히 제 1 고리(14)를 위한 바닥을 형성하지 않는다. 또한, 부과된 고속 수류는 강한 세정 작용을 갖는다. 물층 침적물은 제 1 고리(14)의 바닥, 즉 추가 고리(18)에 대응하는 제 1 고리(14)의 부분의 바닥에서 발생할 수 있으므로 가장 뜨거운 표면에서 멀리 떨어져있다. 제 1 고리(14)의 바닥에는 가능한 침전물을 한번에 제거하기 위해 블로우-다운 연결(도면에 도시되지 않음)이 설치될 수 있다. 결과적으로 수면 부식 및 과열의 위험이 효과적으로 감소 또는 제거된다.;
- [0099] - 제 2 고리(19)를 향하는 제 2 고리(19)의 말단부(23)의 "U"형상은 열-기계적 응력을 감소시키는 데 도움이 된다. 또한, 조립 벽(35)은 바람직하게는 부품의 장력 상태의 감소에 협력하는 제 1 고리(14)의 측면에서 내부 튜브(3)의 접합부(21) 근처에 곡선 프로파일을 갖는다. 따라서, 일반적인 관점에서 볼 때, 조립 벽(35)은 확장 벨로우즈와 같이 작용한다. 이것은 반경 방향 및 길이 방향으로 구조적 유연성을 도입한다. 조립 벽(35)은 내부 튜브(3)와 외부 튜브(2) 사이의 차등 열 신장을 효율적으로 흡수할 수 있다. 이러한 유연성 및 감소 작용은 고압 및 고온에서 압력 부분의 열-기계적 응력이 높을 수 있기 때문에 가장 중요하다.;
- [0100] - 외부 튜브(2)의 입구 연결부(4)는 내부 튜브(3) 또는 내부 튜브(3)의 접합부(21 및/또는 26)에 미미한 기계적 영향을 미친다. 이는 내부 튜브(3)의 열-기계적 응력이 외부 튜브(2)의 입구 또는 출구 연결과 독립적이기 때문에 설계를 더 쉽게 만든다.;
- [0101] - 외부 튜브(2)의 입구 연결부(4)가 어느 정도 떨어져있을 수 있기 때문에 제 1 유체(F1)가 내부 튜브(3) 및 내부 튜브(3)의 접합부(21)에 충돌하는 것이 방지된다. 이는 가장 뜨거운 압력 부분에 대한 침식 및 열 충격의 위험을 줄여준다.;
- [0102] - 제 2 고리(19)를 통한 두 유체(F1 및 F2) 사이의 열 전달은 조립체 벽(35) 및 내부 튜브(3)에서 온도 분포 및 열 구배가 균일화되고 감소되기 때문에 상당히 유리한 것으로 입증될 수 있다. 작동 조건에 따라, 더 큰 열 전달이 있을 수록, 조립 벽(35) 및 조립 벽(35)과 일체로 형성된 튜브 섹션(36, 25)에서 열-기계적 응력이 더 작



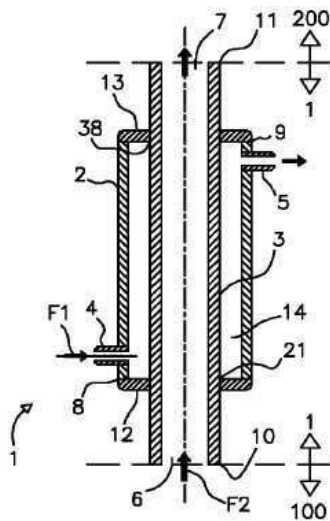
아진다;

[0103] - 도 2B-2C, 3B-3C, 4B-4C, 5, 6 및 도 8A-8F 및 9A-9E에 각각 설명된 이중 튜브 열교환기(1)의 실시예 및 제조 방법은 고품질, 고압 및 고온 서비스에 적합한 열교환기(1)를 얻을 수 있게 한다. 내부 튜브(3)와 관련된 모든 용접 조인트는 맞대기형이고 완전 관통형이므로, 용접 조인트는 방사선 및/또는 초음파 검사로 검사할 수 있다. 조립 벽(35)과 일체로 형성된 내부 튜브(3)의 튜브 섹션(36, 25)에 의해 형성된 열교환기(1)의 부분은 단조 또는 주조에 의해 만들어 지므로 화학적/기계적 특성이 균일하고 거기에 간극 부식이나 용접 결함의 위험이 없다.

[0104] 이상과 같이 본 발명에 따른 이중 튜브 열교환기(1)는 전술한 목적을 달성한다. 본 발명에 설명된 이중 튜브 열교환기(1)는 어떠한 경우에도 많은 수정 및 변형이 가능하며, 모두 동일한 발명 개념에 속한다. 또한 모든 관련 세부 정보는 기술적으로 동등한 요소로 대체될 수 있다. 실제로 설명된 모든 재료와 모양 및 치수는 기술 요구 사항에 따라 달라질 수 있다. 따라서 본 발명의 보호 범위는 첨부된 청구 범위에 의해 정의된다.

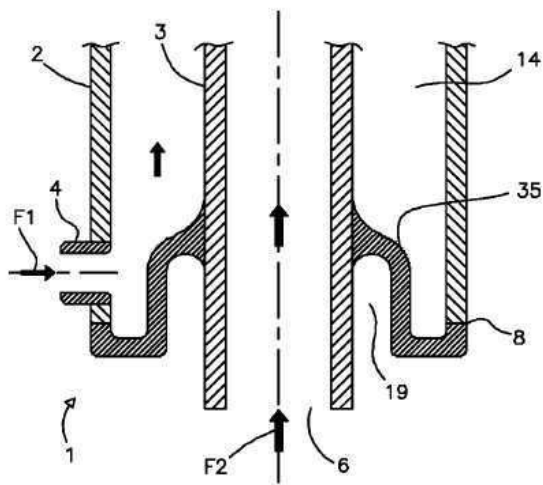
도면

도면1



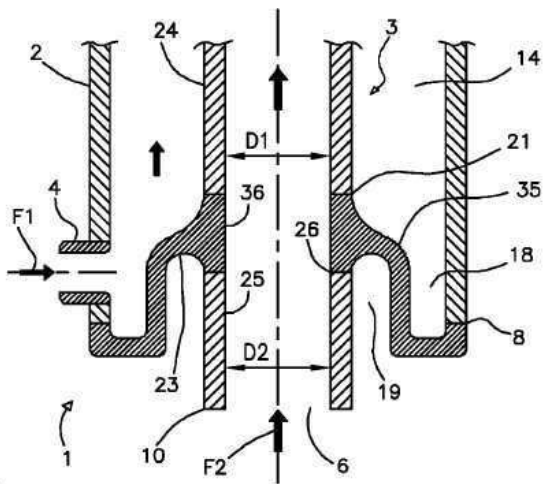
(종래 기술)

도면2a

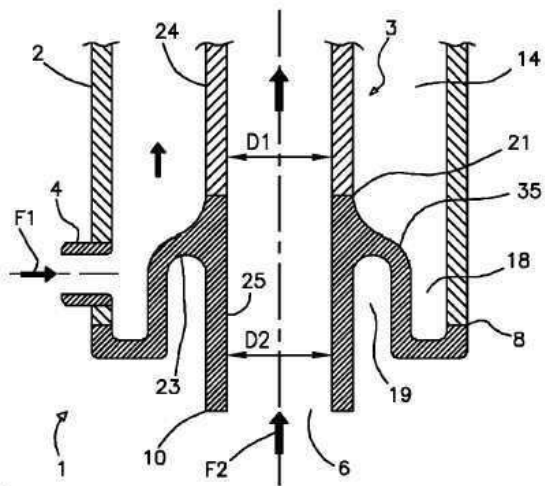


(종래 기술)

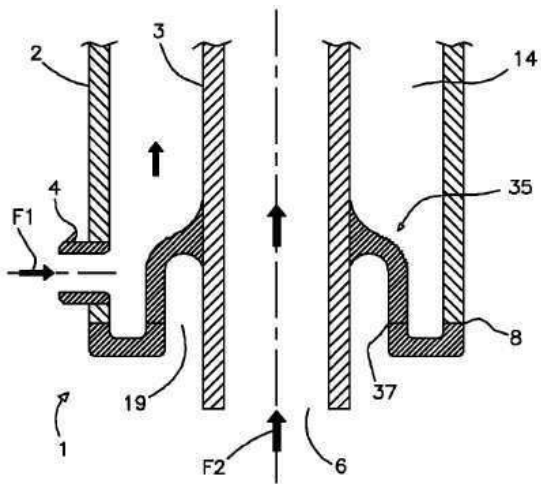
도면2b



도면2c

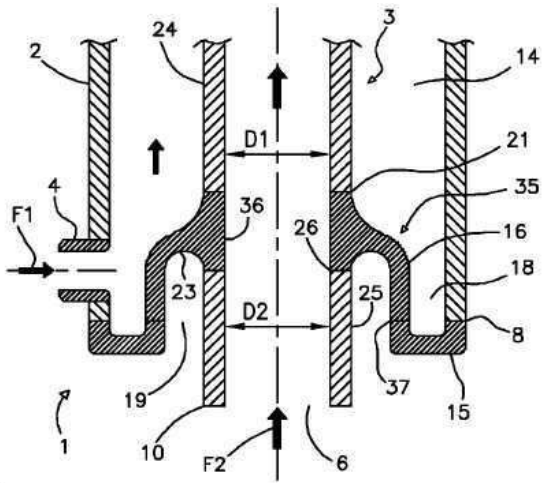


도면3a

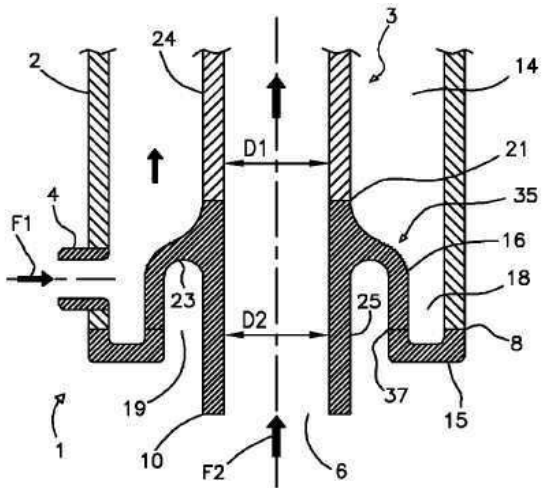


(종래 기술)

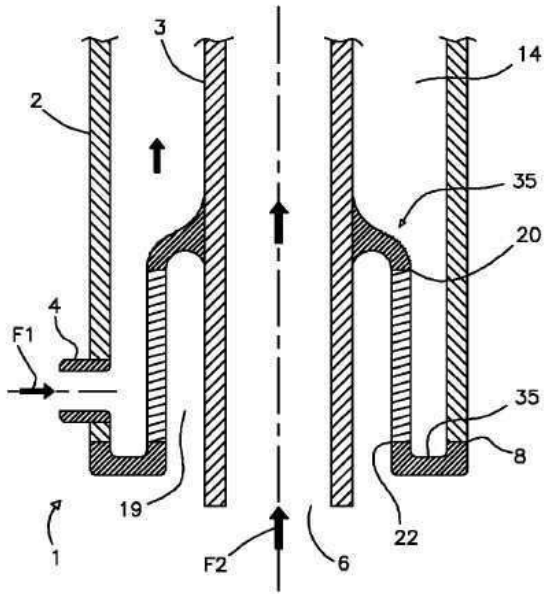
도면3b



도면3c

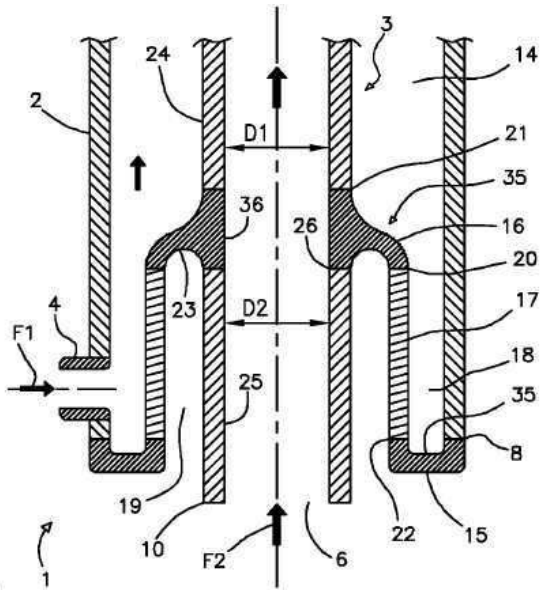


도면4a

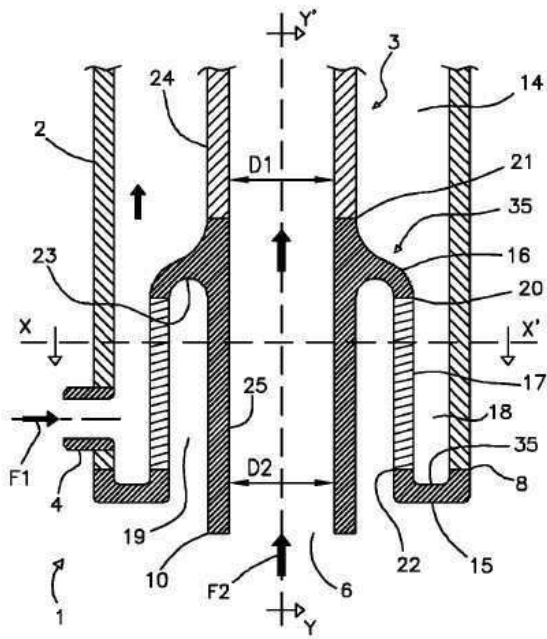


(종래 기술)

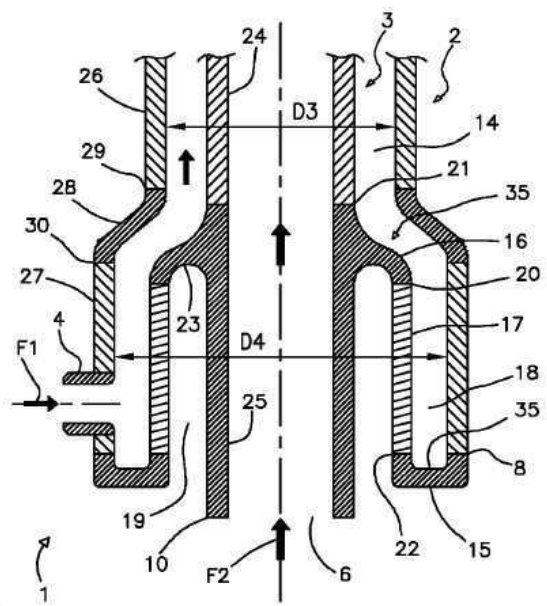
도면4b



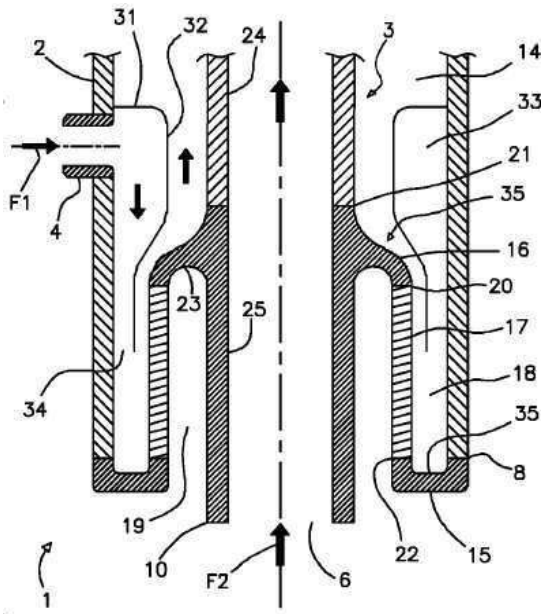
도면4c



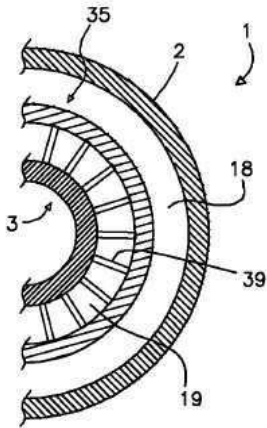
도면5



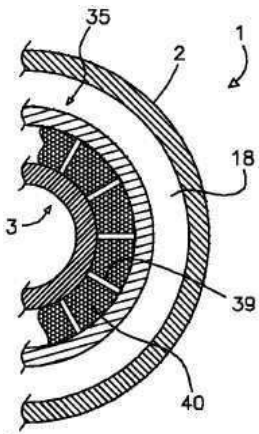
도면6



도면7a

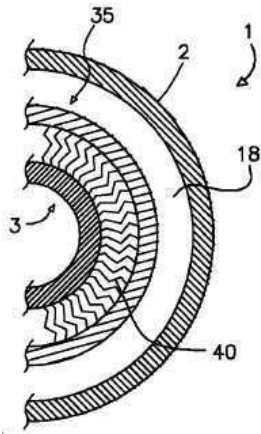


도면7b

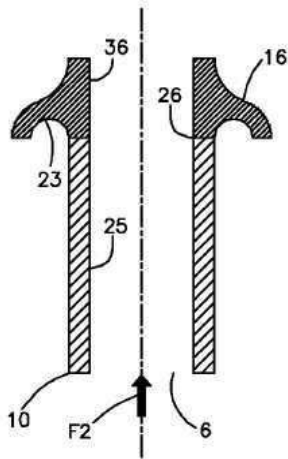




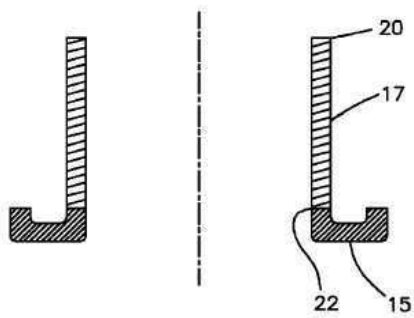
도면7c



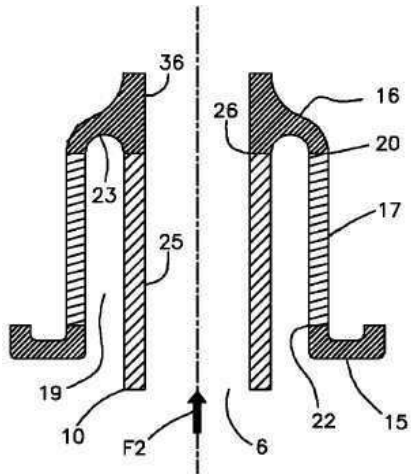
도면8a



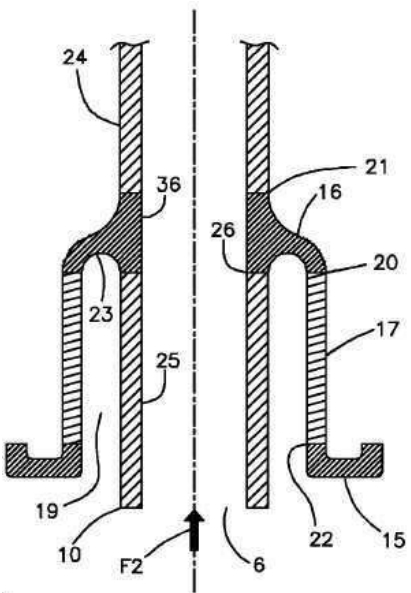
도면8b



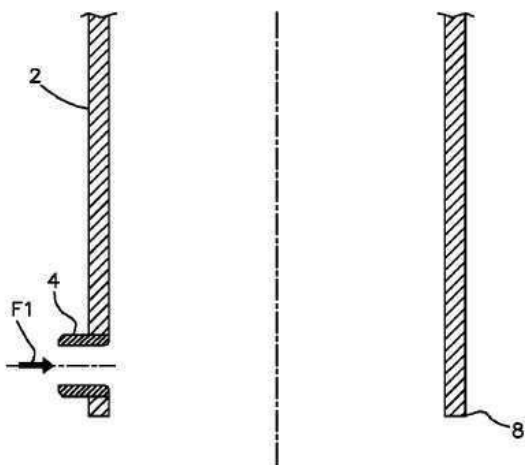
도면8c



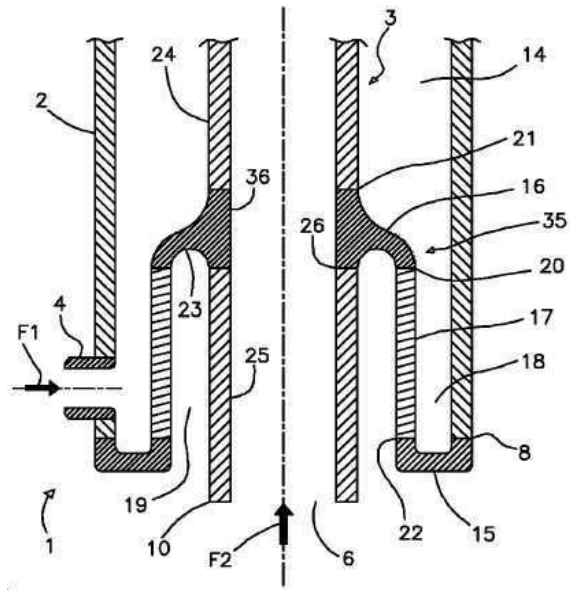
도면8d



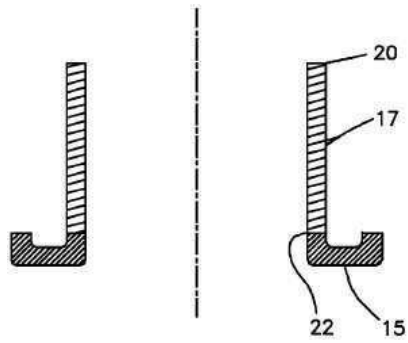
도면8e



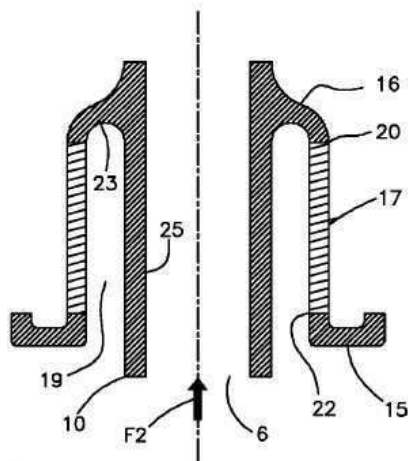
도면8f



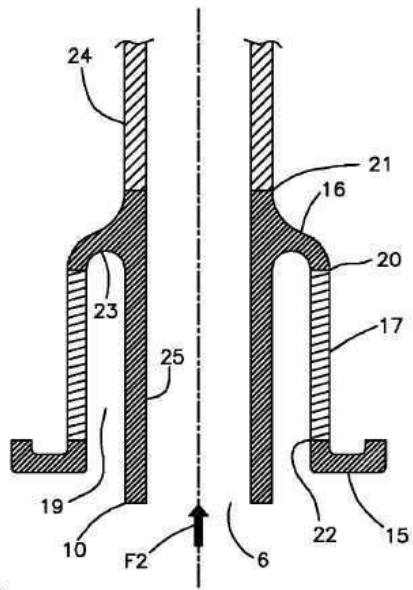
도면9a



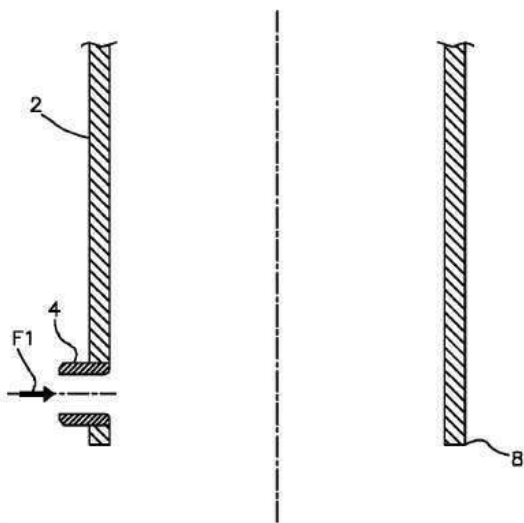
도면9b



도면9c



도면9d



도면9e

