



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년01월21일

(11) 등록번호 10-2068488

(24) 등록일자 2020년01월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F28F 1/42 (2006.01)

(52) CPC특허분류

F28F 1/422 (2013.01)

F28F 2001/428 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-7005227

(22) 출원일자(국제) 2013년11월06일

심사청구일자 2018년05월14일

(85) 번역문제출일자 2015년02월27일

(65) 공개번호 10-2015-0084761

(43) 공개일자 2015년07월22일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2013/003333

(87) 국제공개번호 WO 2014/072047

국제공개일자 2014년05월15일

(30) 우선권주장

201210451660.2 2012년11월12일 중국(CN)

201310128956.5 2013년04월15일 중국(CN)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020090097773 A*

KR1020090098526 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

빌란트-베르케악티엔게젤샤프트

독일연방공화국 89079 울름 그라프-아르코-슈트라
췌 36

(72) 발명자

보이틀러 안드레아스

독일 89264 바이센호른 드레크스레르슈트라세 32

슈비탈라 안드레아스

독일 89171 일레르키르흐베르크 바이홍슈트라세
41

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

백덕열

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 박행란

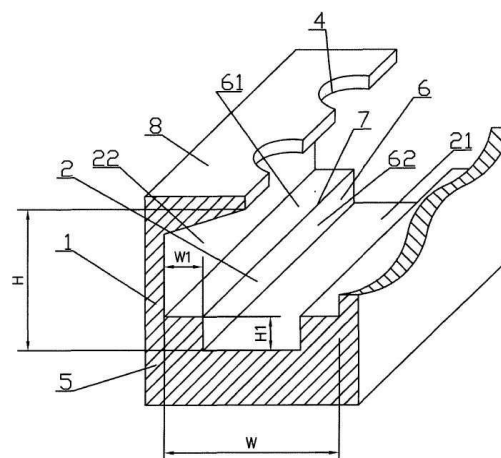
(54) 발명의 명칭 **증발 열전달 관**

(57) 요약

본 발명의 증발 열전달 관에 관한 것으로, 관 본체 및 계단형 구조체를 포함하고; 상기 관 본체의 외면상에 간격을 두고 외측 핀들이 배치되고, 두 개의 인접한 외측 핀들 간에, 사이에 핀이 형성된 홈이 형성되며; 상기 계단형 구조체는 각각 상기 사이에 핀이 형성된 홈의 측벽들의 하나 및 저부 평면에 닿는다. 상기 계단형 구조체는,

(뒷면에 계속)

대표도 - 도4



제1 표면, 제2 표면 및 상기 두 표면들의 교점에 의해 형성되는 적어도 하나의 플랜지를 포함하고, 상기 제1 표면과 제2 표면은 각각 상기 측벽 및 저부 평면과 교차된다. 바람직하게는, 상기 제1 표면과 측벽은 예리한 코너를 형성하도록 교차되고; 상기 제2 표면과 저부 평면은 예리한 코너를 형성하도록 교차되며, 상기 예리한 코너의 곡률 반경은 0 내지 0.01 mm이고, 상기 제1 표면과 측벽에 의해 형성되는 각도는 90도 이하이고, 또는 상기 제2 표면과 저부 평면에 의해 형성되는 각도는 90도 이하이다. 상기 계단형 구조체의 높이(Hr) 및 상기 사이에 편이 형성된 홈의 높이(H)는 관계식: $H_r/H \geq 0.2$ 이상인 것을 만족한다. 본 발명은 독창적인 설계와 간단한 구조에 의한 것으로 관의 외면과 관 외부의 액체 사이의 비등 계수를 현저히 향상시키며, 이는 비등시의 열전달을 현저히 향상시키고 대규모 적용에 적합하다.

(72) 발명자

카오 지아닝

중국 200129 상하이 진양 로드 넘버 785 룸 19-303

루오 중

중국 201103 상하이 징후이 로드 넘버 460 룸 22-101

명세서

청구범위

청구항 1

관 본체를 포함하고, 외측 핀들이 상기 관 본체의 외면상에 간격을 두고 배치되고, 사이에 핀이 형성된 홈이 두 개의 인접한 외측 핀들 간에 형성되는 증발 열전달 관에 있어서, 상기 증발 열전달 관은 계단형 구조체를 더 포함하고, 상기 계단형 구조체는 각각 상기 사이에 핀이 형성된 홈의 측벽들의 하나와 저부 평면에 맞닿고, 상기 계단형 구조체는, 제1 표면, 제2 표면 및 상기 두 표면들의 교점에 의해 형성되는 적어도 하나의 플랜지를 포함하고, 상기 제1 표면과 상기 제2 표면은 상기 측벽 및 저부 평면과 각각 교차되고, 상기 제1 표면과 상기 측벽에 의해 형성되는 각도는 30도 내지 70도의 범위인 것을 특징으로 하는 증발 열전달 관.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 표면과 상기 측벽은 예리한 코너를 형성하고, 상기 예리한 코너의 곡률 반경은 0 내지 0.01 mm인 것을 특징으로 하는 증발 열전달 관.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제2 표면과 상기 저부 평면은 예리한 코너를 형성하고, 상기 예리한 코너의 곡률 반경은 0 내지 0.01 mm인 것을 특징으로 하는 증발 열전달 관.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 플랜지는 예리한 코너이고, 상기 예리한 코너의 곡률 반경은 0 내지 0.01 mm인 것을 특징으로 하는 증발 열전달 관.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제2 표면과 상기 저부 평면에 의해 형성되는 각도는 90도 이하인 것을 특징으로 하는 증발 열전달 관.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 제2 표면과 상기 저부 평면에 의해 형성되는 각도는 30도 내지 70도의 범위인 것을 특징으로 하는 증발 열전달 관.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 계단형 구조체의 단면은 삼각형, 사각형, 오각형 또는 계단형인 것을 특징으로 하는 증발 열전달 관.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 계단형 구조체의 높이는 0.15 내지 0.25 mm이고 폭은 0.15 내지 0.20 mm인 증발 열전달 관.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 계단형 구조체의 높이(Hr) 및 상기 사이에 핀이 형성된 홈의 높이(H)는 관계식: $Hr/H \geq 0.2$ 이상인 것을 만족하는 것을 특징으로 하는 증발 열전달 관.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 계단형 구조체들의 수는 2보다 크고, 상기 계단형 구조체들은 상기 사이에 핀이 형성된 홈의 일측 또는 양측상에 간격을 두고 것을 분포되는 것을 특징으로 하는 증발 열전달 관.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 플랜지는 상기 제1 표면과 상기 제2 표면의 교점에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 증발 열전달 관.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 계단형 구조체는 또한, 서로 연결된 제3 표면 및 제4 표면을 포함하고; 상기 플랜지들의 수는 2이고, 하나는 상기 제1 표면과 상기 제3 표면의 교점에 의해 형성되고 다른 것은 상기 제4 표면과 상기 제2 표면의 교점에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 증발 열전달 관.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 외측 핀들은 상기 관 본체의 외면 둘레에 나선형으로 길게 연장되는 상태 또는 서로 평행한 상태로 분포되고, 상기 사이에 핀이 형성된 홈들은 상기 관 본체 둘레에 환상적으로 형성되는 것을 특징으로 하는 증발 열전달 관.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 외측 핀들은 횡으로 길게 연장된 본체를 갖고, 상기 외측 핀의 상부는 횡으로 연장되어 상기 횡으로 길게 연장된 본체를 형성하는 것을 특징으로 하는 증발 열전달 관.

청구항 15

제1항에 있어서, 내부 나선부들이 상기 관 본체의 내면에 배치되는 것을 특징으로 하는 증발 열전달 관.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 열전달 장치의 기술 분야에 관한 것으로, 특히 만액식 증발기(flooded evaporator) 및 강하막식 증발기(falling film evaporator)의 열전달 성능을 향상시키도록 이용되는 증발 열전달 관에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 만액식 증발기들은 냉동 및 공기조화용의 냉동기에 널리 적용되고 있다. 이들의 대부분은, 냉매가 관 외부의 상 변화에 의해 열 교환되고 냉각 매체 또는 냉매(예컨대, 물)가 관 내부에 흘러 열 교환되는 셸 및 관(shell-and-tube) 열교환기들이다. 냉매 측의 열 저항이 제어부인 이유로 향상된 열전달 기술을 이용할 필요가 있다. 열전달의 증발 상 변화 과정을 위해 설계된 복수의 열전달 관들이 있다.

[0003] 도 1 내지 도 3은 만액식 증발 제고 표면에 적용되는 통상적인 열전달 관의 구조체를 도시한다. 주된 구조체는 만액식 증발의 핵 비등(nucleate boiling) 이론을 이용하는 것이다. 관 본체(5)의 외면에 핀들, 널링들, 평탄한 롤링들을 형성하고, 관 본체(5)의 외면에 다공성 구조체 또는 사이에 핀이 형성된(inter-fin) 홈(groove)(2)을 형성하도록 가공이 행해지며, 그에 따라 핵 비등의 핵 사이트를 제공하여 증발 열 교환을 향상하도록 한다.

[0004] 통상적인 열전달의 구조체는 다음과 같이 설명된다: 관 본체(5)의 외면 둘레에 외측 핀(fin)(1)이 나선형으로 길게 연장된 상태 또는 서로 평행한 상태로 분포되고, 사이에 핀이 형성된 홈(2)들이 두 개의 인접 핀들(1) 사이에 환상적으로 형성된다. 한편, 나선형 내부 나사부들(3)이 관 본체(5)의 내면에 분포하며, 이는 도 1에 특히 잘 나타나 있다. 또한, 종래 기술에 따르면, 증발 관에 소정의 다공성 면을 형성하기 위해, 통상적으로 외측 핀(1)은 상부에 홈이 형성되고 롤 상태로 형성될 필요가 있다. 작은 개구들(4)을 갖는 커버를 형성하기 위해 핀 상부의 재료의 휨 또는 평탄한 신장이 이용된다. 이와 같이 개구들(5)을 갖는 상부가 덮인 내부 핀 홈(2)은 핵 비등을 통한 열 교환을 위해 바람직하다. 상세한 구조체는 도 2 및 도 3에 도시되어 있다.

[0005] 도 1에 따라 정합 및 제조하기 위한 열전달 관의 파라미터는 다음과 같다: 관 본체(5)는 구리 및 구리 합금, 또는 다른 금속으로 형성될 수 있다; 열전달 관의 외경은 16 내지 30 mm이다; 벽 두께는 1 내지 1.5 mm이다; 특수한 튜브 밀로 압출이 행해지고 관의 내외측 모두에 가공이 행해진다. 나선형 외측 핀들(1) 및 두 개의 인접한 나선형 핀들(1) 사이의 사이에 핀이 형성된 홈들(2)이 관 본체(5)의 외면에 환상적으로 처리된다. 관의 외면상의 두 개의 외측 핀들(1) 사이의 축방향 거리(P)는 0.4 내지 0.7 mm이다. (P는 한 외측 핀 1의 핀 폭의 중심점

으로부터 다른 인접 핀 1의 핀 폭의 중심점까지의 거리이다). 핀들의 폭은 0.1 내지 0.35 mm이고, 높이는 0.5 내지 2 mm이다. 또한, 도 1에 도시된 열전달 관의 가공 후, 외측 핀(1)의 상부 재료를 압출하기 위해 널링 나이프를 사용하여 노치형 홈이 형성될 수 있으며, 다음, 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이 노치형 홈의 저부 재료의 연신에 의해 (개구 4와) 상대적으로 밀봉된 사이에 핀이 형성된 홈 구조체가 형성될 수 있다.

[0006] 일반적으로, 가능한 한 많은 냉매에 의해 표면에 열전달 관이 젖어 있을 필요가 있다; 더욱이, 핵 비등에 바람직한 (가공된 관의 외면에 노치 또는 슬릿을 형성함으로써) 보다 많은 핵 사이트들을 제공하는 것이 필요하다. 오늘날, 냉동 및 공기 조화 산업의 발달에 따라, 증발기들의 열전달 효율에 대한 높은 수요가 앞당겨지고, 핵 비등 열 교환이 열전달에서의 낮은 온도 차로 실현되는 것이 요구되고 있다. 일반적으로, 열전달에서의 낮은 온도 차의 경우에, 상기 형태의 증발 열교환은 대류 비등이다. 명확한 거품으로 핵 비등을 실현하기 위해 상기 열전달 관의 표면 구조체는 더욱 최적화될 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 상기 종래 기술의 단점을 극복하고, 독창적으로 설계되고 간단히 구성된 증발 열전달 관을 제공함으로써, 관의 외면과 관 외측의 액체 사이의 비등 계수가 현저히 향상되고, 비등시의 열전달이 향상되며, 대규모 적용의 촉진에 적합하도록 한 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 증발 열전달 관은 관 본체를 포함하고, 상기 관 본체의 외면에 간격을 두고 외측 핀들이 배치되고, 두 개의 인접한 외측 핀들 간에, 사이에 핀이 형성되는 홈이 형성되며, 상기 증발 열전달 관은, 계단형 구조체를 더 포함하고, 상기 계단형 구조체는 각각 상기 사이에 핀이 형성된 홈의 측벽들의 하나와 저부 평면에 맞닿고, 상기 계단형 구조체는, 제1 표면, 제2 표면 및 상기 두 표면들의 교점에 의해 형성되는 적어도 하나의 플랜지를 포함하고, 상기 제1 표면과 제2 표면은 각각 상기 측벽 및 저부 평면과 교차되는 것을 특징으로 한다.

[0009] 바람직하게는, 상기 제1 표면과 측벽은 예리한 코너를 형성하고, 상기 예리한 코너의 곡률 반경은 0 내지 0.01 mm이다.

[0010] 바람직하게는, 상기 제2 표면과 저부 평면은 예리한 코너를 형성하고, 상기 예리한 코너의 곡률 반경은 0 내지 0.01 mm이다.

[0011] 바람직하게는, 상기 플랜지는 예리한 코너이고, 상기 예리한 코너의 곡률 반경은 0 내지 0.01 mm이다.

[0012] 바람직하게는, 상기 제1 표면과 측벽에 의해 형성되는 각도는 90도 이하이고; 또는 상기 제2 표면과 저부 평면에 의해 형성되는 각도는 90도 이하이다.

[0013] 보다 바람직하게는, 상기 제1 표면과 측벽에 의해 형성되는 각도는 30도 내지 70도의 범위이고; 또는 상기 제2 표면과 저부 평면에 의해 형성되는 각도는 30도 내지 70도의 범위이다.

[0014] 바람직하게는, 상기 계단형 구조체의 단면은 삼각형, 사각형, 오각형 또는 계단형이다.

[0015] 바람직하게는, 상기 계단형 구조체의 높이는 0.15 내지 0.25 mm이고 폭은 0.15 내지 0.20 mm이다.

[0016] 바람직하게는, 상기 계단형 구조체의 높이(Hr) 및 상기 사이에 핀이 형성된 홈의 높이(H)는 관계식: Hr/H는 0.2 이상인 것을 만족한다.

[0017] 바람직하게는, 상기 계단형 구조체들의 수는 2보다 크고, 상기 계단형 구조체들은 상기 사이에 핀이 형성된 홈의 일측 또는 양측상에 분포된다.

[0018] 바람직하게는, 상기 플랜지는 상기 제1 표면과 상기 제2 표면의 교점에 의해 형성된다.

[0019] 바람직하게는, 상기 계단형 구조체는 서로 연결된 제3 표면 및 제4 표면을 포함하고; 상기 플랜지들의 수는 2이고, 하나는 상기 제1 표면과 제3 표면의 교점에 의해 형성되고 다른 것은 상기 제4 표면과 제2 표면의 교점에 의해 형성된다.

[0020] 바람직하게는, 상기 외측 핀들은 상기 관 본체의 외면 둘레에 나선형으로 길게형성된 상태 또는 서로 평행한 상

태로 분포되고, 상기 사이에 핀이 형성된 홈들은 상기 관 본체의 외면 둘레에 환상적으로 형성된다.

[0021] 바람직하게는, 상기 외측 핀들은 횡으로 길게 연장된 본체를 갖고, 상기 외측 핀들은 횡으로 연장되어 상기 횡으로 길게 연장된 본체를 형성한다.

[0022] 바람직하게는, 내부 나선부들이 상기 관 본체의 내면에 배치된다.

발명의 효과

[0023] 본 발명의 바람직한 효과는 다음과 같다: 본 발명의 증발 열전달 관은 관 본체 및 계단형 구조체를 포함하고; 상기 관 본체의 외면상에 간격을 두고 외측 핀들이 배치되고, 두 개의 인접한 외측 핀들 간에, 사이에 핀이 형성되는 홈이 형성되며; 상기 계단형 구조체는 각각 상기 사이에 핀이 형성된 홈의 측벽들의 하나 및 저부 평면에 맞닿고, 상기 계단형 구조체는, 제1 표면, 제2 표면 및 상기 두 표면들의 교점에 의해 형성되는 적어도 하나의 플랜지를 포함하고, 상기 제1 표면과 제2 표면은 각각 상기 측벽 및 저부 평면과 교차된다; 이에 따라, 상기 제1 표면과 상기 측벽 사이에 형성된 슬릿과, 상기 제2 표면과 상기 측벽 사이에 형성된 슬릿 및 플랜지가 응축막을 더 얇게 할 수 있고 이는 증발 캐비티의 저부에 핵을 바람직하게 증가시켜 핵 비등을 위한 핵 사이트를 형성하도록 한다. 핵 비등 열 교환이 강화되고, 핵 비등을 위한 핵 사이트에서 열 교환이 증대됨으로써, 낮은 온도차로 비등 열전달 계수가 현저히 증대된다. 이는 독창적인 설계와 간결한 구조로 인한 것으로 관의 외면과 관 외부의 액체 사이의 비등 계수를 현저히 향상시키며, 이는 비등시의 열전달을 현저히 향상시키고 대규모 적용에 적합하다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 핀들을 갖는 통상적인 열전달 관의 제1 실시예를 도시하는 측방향으로의 단면 개략도이다.
 도 2는 핀들을 갖는 통상적인 열전달 관의 제2 실시예를 도시하는 측방향으로의 단면 개략도이다.
 도 3은 핀들을 갖는 통상적인 열전달 관의 제1 실시예를 도시하는 측방향으로의 단면 개략도이다.
 도 4는 본 발명에 따른 제1 실시예의 개략도를 나타낸 분해 단면 사시도이다.
 도 5는 본 발명에 따른 제2 실시예의 개략도를 나타낸 분해 단면 사시도이다.
 도 6은 본 발명에 따른 제3 실시예의 개략도를 나타낸 분해 단면 사시도이다.
 도 7은 본 발명에 따른 만액식 증발기에 적용시 증발 열전달 관의 정면 단면 개략도이다.
 도 8은 본 발명에 따라 제조된 증발 열전달 관과 종래 기술에 따라 제조된 증발 열전달 관을 실험하여 결정된, 히트 플럭스(heat flux)상의 관의 외측의 증발 열 교환 계수의 변화 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 기술적 내용을 보다 명백히 이해하기 위해, 본 발명을 실시예에 대한 이하의 상세한 설명에 의해 예시한다.

[0026] 핵 비등의 구조에 의하면, 도 1, 도 2 및 도 3에 도시된 구조에 기초하여, 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 저부에 계단형 구조체(6)를 형성하기 위해 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 저부의 일측 또는 양측의 재료가 외측 핀(1)의 기저부에서의 몰드에 의해 압출되는 경우 핵 비등이 필요한 핵 사이트를 형성하기 위한 연구가 바람직한 것을 발견했다.

[0027] 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 관 본체(5)의 외면상의 캐비티 구조를 개략적으로 나타낸 사시도이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 계단형 구조체(6)가 외측 핀들(1)의 기저부에 형성되고 사이에 핀이 형성된 홈(2) 내측의 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 저부 평면(21)과 측벽(22)에 각각 접한다. 상기 계단형 구조체(6)는 쌍으로 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 양측에 위치될 수 있고, 또한 (타측에 대한 정합이 불필요하면) 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 일측에 간단히 위치될 수 있다. 상기 계단형 구조체(6)는 단층이다. 예리한 코너가 제1 표면(61)과 측벽(22)에 의해 형성된다. 상기 예리한 코너의 곡률 반경은 0 내지 0.01 mm, 예컨대 0.005 mm이다. 예리한 코너는 제2 표면(62)과 저부 평면(21)에 의해서도 형성된다. 상기 예리한 코너의 곡률 반경은 0 내지 0.01 mm, 예컨대 0.005 mm이다. 그의 제1 표면(61)과 제2 표면(62)은 교차되어 플랜지(7)를 형성하고 이 플랜지(7)는 예리한 코너이다. 상기 예리한 코너의 곡률 반경은 0 내지 0.01 mm, 예컨대 0.005 mm이다. 상기 예리한 코너의 특정 곡률 반경은 0 내지 0.01 mm이며, 이는 두 개의 평면들이 교차되는 위치가 불연속 천이 또는 비평활 천이로 예리한 턴을 형성하도록 것을 예시한다. 플랜지(7)는 응축막의 두께를 감소시키고, 캐비티의 양측의 저부에 핵 사이

트들을 증가시키도록 한다. 이에 따라, 핵 비등 열 교환이 강화되고, 동시에 열교환 영역이 증대된다. 따라서, 비등 열전달 계수가 낮은 온도 차에서 25% 넘게 증대된다. 상기 계단형 구조체(6)의 측방향 단면 구조는 사각형이다. 높이(H1)는 0.05 - 0.25 mm이고 폭(W1)은 0.05 - 0.20 mm이다. 상기 계단형 구조체(6)는, 상기 외측 핀(1)의 기저부를 따라 연속으로 분포(일측을 따라 연속적으로 분포 또는 양측을 따라 연속으로 분포)될 수 있고, 또는 외측 핀(1)의 기저부를 따라 간격을 두고(일측상에 간격을 두고 또는 양측상에 간격을 두고) 분포될 수 있다. 도 4를 참조하면, 이는 양측을 따라 연속으로 분포되어 있다. 다른 관점에서, 상기 계단형 구조체(6)의 높이(Hr)(즉, 상기 H1)과 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 높이(H)는 다음 관계식을 만족한다: Hr/H는 0.2 이상이며, 이때 상기 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 높이(H)는, (사이에 핀이 형성된 홈 2의 상부가 길게 연장된 재료로 덮혀졌을 때) 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 저부 및 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 상부의 개구(4)(이웃하는 외측 핀들 1의 횡방향으로 길게 연장된 본체 8의 상대적 신장에 의해 형성된 슬릿)의 중심점으로부터의 거리이다.

[0028]

상기 계단형 구조체(6)의 치수 폭(W1) 및 높이(H1)에 의해 단일 관의 외부 증발 열전달에 대한 구조적 영향을 평가하기 위해, 각종 치수들을 갖는 샘플들을 증발 테스트용으로 특별히 준비했다. 실험 조건들은 다음과 같다: 냉매는 R134a이고, 포화 온도는 14.4 °C 이고, 히트 플럭스는 22000 W/m²로 고정되었다. 치수 조합 "W1=0, H1=0"(종래 기술)을 갖는 샘플은 기준 데이터로 간주된다. 기준 데이터에 대한 다른 샘플들의 외부 열전달 성능의 백분율이 비교를 위해 표 1에 기록되었다. 하기 표 1에서 볼 수 있는 바와 같이, W1, H1 모두 0.05mm보다 높을 때, 열전달 성능이 상당히 향상되는 반면, "H1>0.25mm, W1>0.20mm"의 치수를 갖는 샘플들은 "H1= 0.25, W1=0.20" 샘플에 비해 다소 낮은 열전달 성능을 갖는다. 이는 주로, 스텝 사이즈가 증발 캐비티 사이즈에 너무 가까운 사실에 기인한다. 더욱이, 두 그룹의 스텝형 구조체는 서로 매우 근접하여 실제 제조를 매우 어렵게 한다. 열전달 계수와 기구적 처리 편의성의 완전한 균형 측면에서, H1의 치수 조합은 0.05~0.25mm로 선택되고 W1은 0.05mm와 0.20mm 사이의 범위이다.

H1 / mm \ W1 / mm	0	0.02	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
0	100%	93%	97%	-	101%	-	-	-
0.02	93%	85%	85%	89%	97%	-	-	-
0.05	97%	97%	98%	105%	109%	112%	115%	-
0.10	100%	102%	104%	126%	128%	128%	-	-
0.15	105%	92%	115%	120%	-	141%	138%	-
0.20	-	103%	112%	131%	135%	135%	143%	129%
0.25	-	-	-	130%	-	125%	141%	-
0.30	-	-	-	-	-	129%	133%	133%

[0029]

[0030]

도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 관 본체(5)의 외면의 캐비티 구조를 개략적으로 나타낸 사시도이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 몰드를 통해 외측 핀(1)의 기저부에서 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 저부 평면(21) 및 측벽(22)의 재료를 압출함으로써, 단면이 삼각형인 계단형 구조체(6)가 형성되고, 이는 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 저부 평면(21) 및 측벽(22)에 각각 접한다. 도 5에 도시된 바와 같이, 어떤 극단적인 경우에, 이는 측벽(22)과 단단히 맞추어져 간단히 한 라인을 형성하도록 한다. 또는, 상기 계단형 구조체(6)는 (타측에 대한 정합이 필요없는 경우) 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 일측에만 위치될 수 있다. 상기 계단형 구조체(6)는 단층이다(상기 계단형 구조체는 이중 또는 다층으로 형성될 수도 있으며, 그에 따라 플랜지들의 수가 증가한다). 제1 표면(61)과 측벽(22)에 의해 예리한 코너가 형성된다. 상기 예리한 코너의 곡률 반경은 0 내지 0.01 mm, 예컨대, 0.005 mm이다. 예리한 코너는 제2 표면(62)과 저부 평면(21)에 의해서도 형성된다. 상기 예리한 코너의 곡률 반경은 0 내지 0.01 mm, 예컨대, 0.005 mm이다. 상기 제1 표면(61)과 제2 표면(62)은 교차되어 플랜지(7)를 형성한다. 플랜지(7)는 응축막의 두께를 감소시키고, 캐비티의 양측의 저부에 핵 사이트를 증가시키도록 한다. 이에 따라, 핵 비등 열 교환이 강화되고, 동시에 열교환 영역이 증대된다. 따라서, 비등 열전달 계수가 낮은 온도 차에서 25% 넘게 증대된다. 상기 계단형 구조체(6)의 측방향 단면 구조는 삼각형이다. 높이는 0.05 - 0.25 mm이고 폭(W1)은 0.05 - 0.20 mm이다. 상기 계단형 구조체(6)는, 상기 외측 핀(1)의 기저부를 따라 연속으로 분포(일측을 따라 연속적으로 분포 또는 양측을 따라 연속적으로 분포)될 수 있고, 또는 외측 핀(1)의 기저부를 따라 간격을 두고 분포(간격을 두고 일측에 분포 또는 간격을 두고 양측에 분포) 될 수 있다. 도 5를 참조하면, 이는 양측을 따라 연속으로 분포되어 있다. 다른 관점에서, 상기 계단형 구조체(6)의 측벽(22)과 제1 표면(61)(측벽 22에 인접한 표면) 사이의 각도(α)는 30도 내지 70도의 범위이다. 다른 관점에서, 상기 계단형 구조체(6)의 높

이(Hr)(즉, 상기 H1)와 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 높이는 다음 관계식을 만족한다: H_r/H 는 0.2 이상이며, 이때 상기 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 높이(H)는, 외측 핀(1)의 높이 또는 (사이에 핀이 형성된 홈 2의 상부가 길게 연장된 재료로 덮혀졌을 때) 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 저부 평면 및 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 상부의 개구(4)(이웃하는 외측 핀들 1의 횡방향으로 길게 연장된 본체 8의 상대적 신장에 의해 형성된 슬릿)의 중심점으로부터의 거리이다.

[0031] 도 6은 본 발명의 제3 실시예에 따른 관 본체(5)의 외면의 캐비티 구조를 개략적으로 나타낸 사시도이다. 도 6에 도시된 바와 같이, 계단형 구조체(6)는 2층 계단형 구조이다(물론, 이는 2층 이상, 예컨대 3층, 4층 또는 그 이상으로 될 수 있다). 이는 외측 핀들(1)의 기저부에 형성되고 사이에 핀이 형성된 홈(2) 내측의 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 저부 평면(21) 및 측벽(22)에 각각 접한다. 상기 계단형 구조체(6)는 쌍으로 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 양측에 위치될 수 있고, 또한 (타측에 대한 정합이 필요없는 경우) 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 일측에 간단히 위치될 수도 있다. 상기 계단형 구조체(6)는 2계단형 층들(적어도 두 개의 층들)을 갖는다. 제1 표면(61)과 측벽(22)에 의해 예리한 코너가 형성된다. 상기 예리한 코너의 곡률 반경은 0 내지 0.01 mm, 예컨대, 0.005 mm이다. 예리한 코너는 제2 표면(62)과 저부 평면(21)에 의해서도 형성된다. 상기 예리한 코너의 곡률 반경은 0 내지 0.01 mm, 예컨대, 0.005 mm이다. 그의 제1 표면(61) 및 제3 표면(63)은 각각 제4 표면(64) 및 제2 표면(62)과 교차되어 두 개의 플랜지들(7)을 형성한다. 두 개의 플랜지(7)는 응축막의 두께를 감소시키고, 캐비티의 양측의 저부에 핵 사이트를 증가시키도록 한다. 이에 따라, 핵 비등 열 교환이 강화되고, 동시에 열교환 영역이 증대된다. 따라서, 증발 열전달 계수가 낮은 온도 차에서 25% 넘게 증대된다. 상기 계단형 구조체(6)의 각 층의 측방향 단면 구조는 사각형이다(물론, 도 5에 도시된 사각형, 또는 다른 규칙적 또는 불규칙적 형상, 예컨대, 사다리꼴, 오각형 등으로 될 수 있다). 각 층의 높이(H1, H2)는 0.08 내지 0.18 mm이고 폭(W1, W2)은 0.1 내지 0.2 mm이다. 상기 계단형 구조체(6)는, 상기 외측 핀(1)의 기저부를 따라 연속으로 분포(일측을 따라 연속적으로 분포 또는 양측을 따라 연속적으로 분포)될 수 있고, 또는 외측 핀(1)의 기저부를 따라 간격을 두고 분포(일측을 따라 간격을 두고 분포 또는 양측을 따라 간격을 두고 분포) 될 수 있다. 도 6을 참조하면, 이는 양측을 따라 간격을 두고 분포되어 있다. 다른 관점에서, 상기 계단형 구조체(6)의 전체 높이(Hr)(즉, 상기 H1+H2)와 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 높이(H)는 다음 관계식을 만족한다: H_r/H 는 0.2 이상이며, 이때 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 높이(H)는 외측 핀(1)의 높이 또는 (사이에 핀이 형성된 홈 2의 상부가 길게 연장된 재료로 덮혀졌을 때) 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 저부 평면 및 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 상부의 개구(4)(이웃하는 외측 핀들 1의 횡방향으로 길게 연장된 본체 8의 상대적 신장에 의해 형성된 슬릿)의 중심점으로부터의 거리이다.

[0032] 본 발명에 따르면, 관의 열 교환 계수를 증대하기 위해 성형된 맨드릴을 사용하여 관 본체(5)의 내면에 내부 나사부들(도시되지 않음)이 가공될 수 있다. 내부 나사부들이 많을수록, 나사들의 시작점들의 수가 많아지며, 관 내측의 존재하는 열을 교환하는 능력이 커지는 반면, 관 내의 존재하는 유체 저항은 커진다. 따라서, 상기 제3 실시예에 따르면, 내부 나사부들의 높이는 모두 0.36mm이고; 내부 나사부와 축 사이의 각도는 46도이고; 나사의 시작점들의 수는 38이다. 이들 내부 나사부들은 열전달의 경계 층의 두께를 감소시킬 수 있으며; 이에 따라 대류 열전달 계수가 증대될 수 있다. 다른 관점에서, 전체 열전달 계수가 증대된다.

[0033] 열 교환기의 본 발명의 동작은 다음과 같다: 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 관 본체(5)는 열 교환기(9)(증발기)의 관 플레이트(10)에 고정된다. 냉각 매체(예컨대, 물)가 물통(11)으로부터 관 본체(5)를 통해 흘러, 열을 외부 냉매로 교환한 다음, 수통(11)의 출구(13)로부터 흘러나간다. 냉매는 입구(14)로부터 열 교환기(9) 내로 흐르고 관 본체(5)를 잠기게 한다. 냉매는 관의 외벽의 열에 의해 가스로 증발되고 출구(15)로부터 열 교환기(9)로 흘러나온다. 냉매의 증발이 흡열성이므로 관 내의 냉각 매체는 냉각된다. 따라서, 관 본체(5)의 외벽의 구조에 의해 비등 열전달 계수가 효율적으로 증대되며, 이는 냉매의 핵 비등을 향상시키는 데에 바람직하다.

[0034] 그러나, 관 본체(5)의 내벽에 있어서, 내부 나사 구조는 관 내의 열 교환 계수르 증대시키기 위해 바람직하며, 이에 따라 전체 열 교환 계수를 증대시키고, 그에 따라 열 교환기(9)의 성능을 향상시키고 금속의 소모를 감소시킨다.

[0035] 도 8을 참조하면, 본 발명에 따라 제조된 증발 열전달 관의 비등 열전달 성능을 위한 시험이 행해진다. 테스트된 증발 열전달 관은 제1 실시예에 따라 제조된다. 관 본체(5)상의 외측 핀들(1)은 나선형 핀이다. 외측 핀들(1)을 갖는 관 본체(5)의 외경은 18.89mm이다; 사이에 핀이 형성된 홈의 높이(H)는 0.62mm이고 폭은 0.522 mm이다. 상기 계단형 구조체는 단층이다. 제1 표면(61)과 측벽(22)에 의해 예리한 코너가 형성된다. 예리한 코너의 곡률 반경은 0 내지 0.01 mm, 예컨대, 0.005 mm이다. 예리한 코너는 제2 표면(62)과 저부 평면(21)에 의해서도 형성된다. 상기 예리한 코너의 곡률 반경은 0 내지 0.01 mm, 예컨대, 0.005 mm이다. 그의 제1 표면(61)과 제

2 표면(62)은 교차되어 플랜지(7)를 형성한다. 상기 계단형 구조체(6)의 축방향 단면 구조는 사각형이다. 높이(H1)는 0.2 mm이고 폭(W1)은 0.2 mm이다. 상기 계단형 구조체(6)는, 상기 외측 핀(1)의 기저부의 양측을 따라 연속으로 분포된다. 내부 나사부들은 사다리꼴 나사이며, 높이(h)는 0.36mm, 피치는 0.14mm, 나사부와 축 사이의 각도(C)는 46도; 나사부의 시작점들의 수는 38이다. 반면에, 상기 계단형 구조체(6)는, 다른 열전달 관의 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 저면상에 가공되지 않는다. 도 8에 도시된 바와 같이, 테스트 결과는, 본 발명에 따라 제조된 증발 열전달 관의 관 외측의 비등 열전달 계수들과 종래 기술에 따라 제조된 증발 열전달 관 사이의 비교를 나타낸다. 테스트 조건은 다음과 같다: 냉매는 R134a; 포화온도는 14.4 °C; 관 내의 물의 유속은 1.6m/s이다. 도면에서, 가로 좌표는 히트 플럭스(W/m^2)를 나타내고, 세로 좌표는 전체 열전달 계수(W/m^2K)를 나타낸다. 솔리드 사각형들은 본 발명에 따라 제조된 증발 열전달 관을 나타내고 솔리드 삼각형들은 종래 기술에 따라 제조된 증발 열전달 관을 나타낸다. 이에 따라, 부가된 계단형 구조체(6)에 의해, 그의 열전달 성능이 종래 기술에 비해 명백히 향상된 것을 알 수 있다.

[0036] 통상적으로, 표면 거칠기를 증대시키면 핵 비등 상태의 히트 플럭스를 크게 향상시킨다. 그 이유는, 거친 면이 증기를 포획하기 위해 복수의 캐비티들을 갖고 이들이 거품들의 핵을 위해 더욱 큰 공간을 제공하기 때문이다. 거품의 성장 동안, 얇은 액체 막이 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 내벽을 따라 형성되고, 액체 막이 신속한 증발에 의해 많은 증기를 생성한다.

[0037] 사이에 핀이 형성된 홈(2)의 내부 캐비티의 관점에서, 핀의 기저부에서의 과열의 정도는 최대이며 액체는 증발하기 쉬워진다. 핀의 기저부에서 계단형 구조체(6)를 가공함으로써, 본 발명은 증발 열전달에 대한 다음과 같은 이점을 갖는다:

[0038] ● 핀 기저부의 거칠기의 증대 및 표면적 증대;

[0039] ● 측벽(22)과 저부 평면(21)의 교점에 의해 예리한 코너를 형성함으로써 캐비티들에 있어서의 액체 막의 두께를 감소시키고, 다른 관점에서, 일부 액체 막의 비등을 강화한다. 비교 테스트는, 예리한 코너의 곡률 반경이 0.01 mm 미만인 경우, 열전달 효과는 5% 넘게 증대되며, 이는 완전히 명백하다;

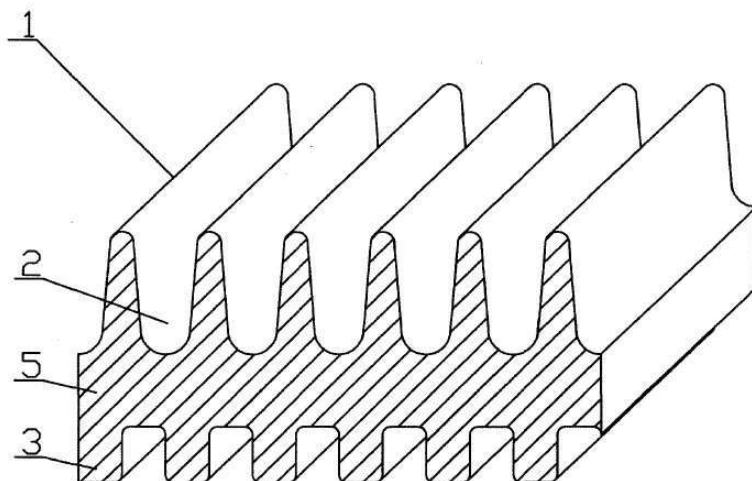
[0040] ● 캐비티에 있어서의 계단형 구조체들에 의해 형성된 슬릿 구조는 핵 비등의 핵 사이트들을 증대시키기 위해 바람직하며, 이에 따라 전체 캐비티의 비등 열 교환을 향상시키도록 상호작용한다.

[0041] 요약하면, 본 발명의 증발 열전달 관은 독창적으로 설계되고 간단한 구조로 되어 관의 외면과 내부 액체 사이의 비등 계수를 현저히 향상시키며, 비등시의 열전달을 강화하고 대규모 적용에 적합하다.

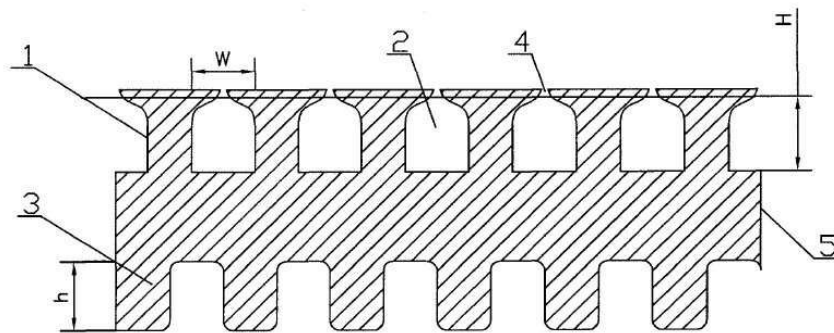
[0042] 본 명세서에서, 본 발명은 특정 실시예를 참조하여 기술되었다. 그러나, 본 발명의 정신과 관점으로부터 벗어남이 없이, 각종 변경 및 변형이 이루어질 수 있다. 따라서, 명세서 및 도면은 그에 구속되지 않고 예시적임을 고려해야 한다.

도면

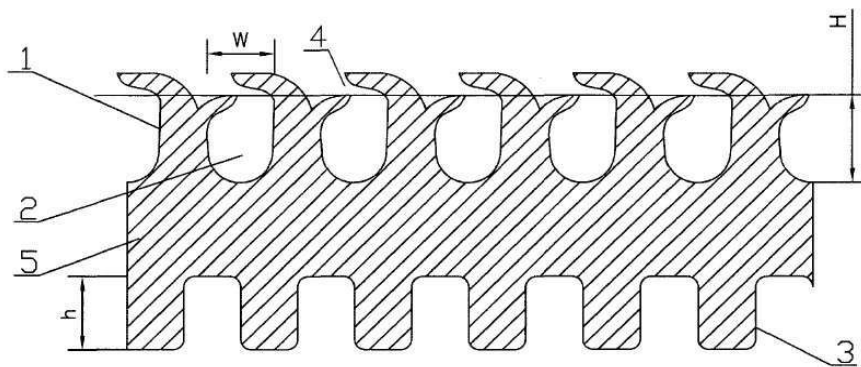
도면1



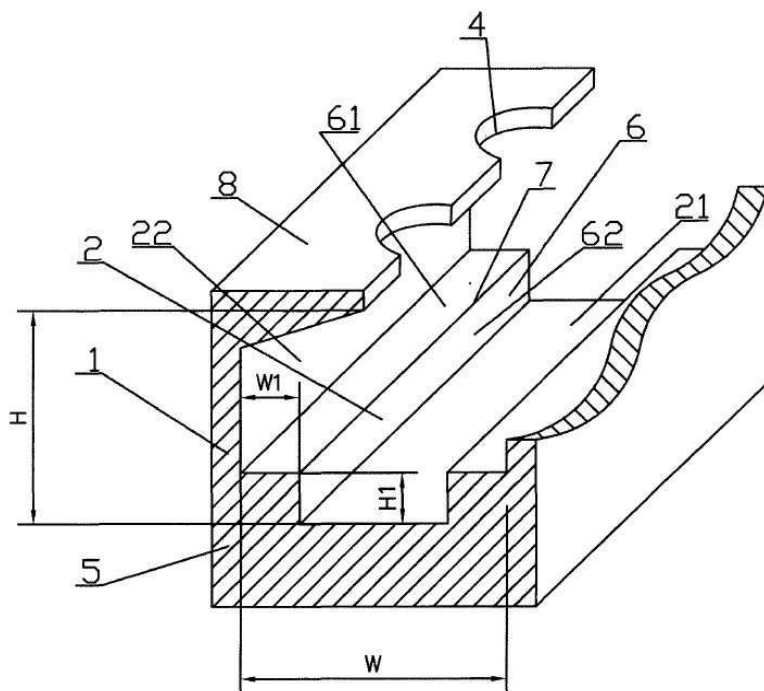
도면2



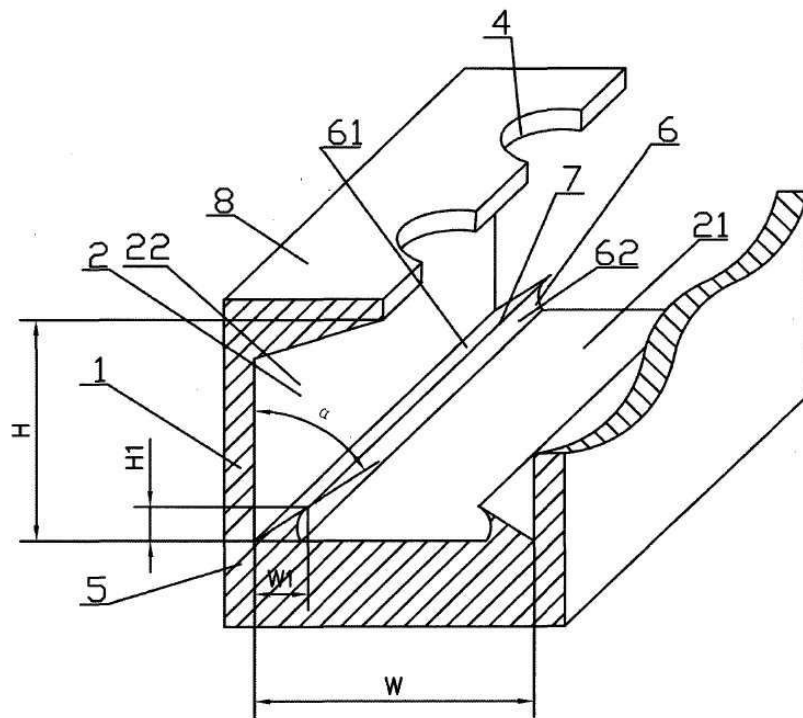
도면3



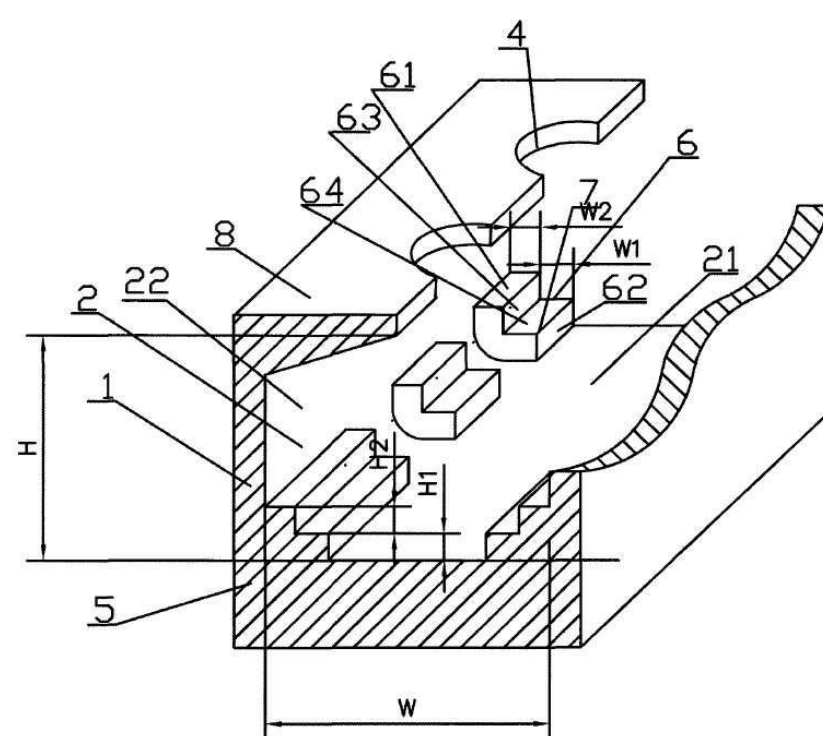
도면4



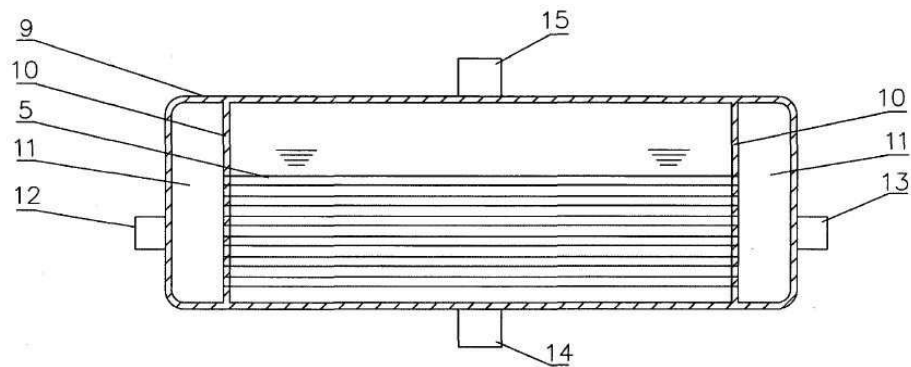
도면5



도면6



도면7



도면8

