



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2014-0025340  
 (43) 공개일자 2014년03월04일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*F28D 7/00* (2006.01) *F28F 1/12* (2006.01)  
*F28F 13/00* (2006.01) *F28F 21/08* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2013-7022906
- (22) 출원일자(국제) 2012년02월03일  
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2013년08월29일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2012/023788
- (87) 국제공개번호 WO 2012/106606  
 국제공개일자 2012년08월09일
- (30) 우선권주장  
 13/365,456 2012년02월03일 미국(US)  
 61/439,562 2011년02월04일 미국(US)

- (71) 출원인  
**록히드 마틴 코포레이션**  
 미국 메릴랜드 베데스다 록렛지 드라이브 6801(우:20817)
- (72) 발명자  
**마우러 스콧 엠.**  
 미국 버지니아주 20169 헤이마켓 에린블레어 루프 6070  
**내구르니 니콜라스 제이.**  
 미국 버지니아주 20111 머내서스 브루인 코트 7020  
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
**문혜정, 김학제**

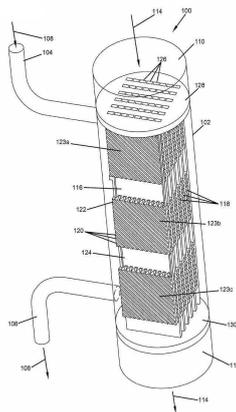
전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 발명의 명칭 **폼 핀들을 갖는 열교환기**

**(57) 요약**

열 전달을 향상시키기 위하여 열 전도성 폼 물질로 이루어진 핀들을 채용한 열교환기들이 기술된다. 폼 핀들은 이에 한정되는 것은 아니나 플레이트-핀 열교환기, 플레이트-프레임 열교환기 또는 셀-튜브 열교환기를 포함하여 어떠한 타입의 열교환기에도 사용될 수 있다. 본원에서 기술되는 폼 핀들을 사용한 열교환기들은 효율이 높으며, 제작 비용이 저렴하고 내부식성을 갖는다. 기술된 열교환기들은 이에 한정되는 것은 아니나 적은 온도차 분야, 발전 분야, 냉동 및 극저온학 등과 같은 비발전분야 등을 포함하여 다양한 분야에 적용될 수 있다. 핀들은 이에 한정되는 것은 아니나 그래파이트 폼 또는 메탈 폼을 포함하여 열 전도성 폼 물질로 이루어질 수 있다.

**대표도 - 도1**



(72) 발명자

**엘러 마이클 알.**

미국 루이지애나주 70130 뉴 올리언스 카론텔렛.  
아파트먼트 쥐 2222

**클렛 제임스 더블유.**

미국 테네시주 37931 녹스빌 델레 미드 드라이브  
10073

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

제1 및 제2 대향 주 표면들(first and second opposing major surfaces) 및 제1 및 제2 대향 말단들(first and second opposing ends), 상기 제1 말단에서 제2 말단까지 플레이트를 관통하여 연장되는 적어도 하나의 밀폐된 유체 흐름 채널(enclosed fluid flow channel)을 포함하며, 상기 밀폐된 유체 흐름 채널은 제1 및 제2 대향 주 표면들을 관통하여 연장되지 않는 플레이트(a plate); 및

상기 제1 주 표면상에 배치되며, 각 핀은 제1 주 표면에 연결되고 이와 열적 접촉하는 제1 말단 및 제1 주 표면에서 이격된 제2 말단을 갖으며, 핀들은 대체로 제2 말단에서 제1 말단으로 연장되는 다수의 유체 경로들을 특정하며, 핀들은 그래파이트 폼(foam) 또는 메탈 폼으로 이루어지는 다수의 핀들(a plurality of fins)을 포함하는 플레이트-핀 열교환 유닛(plate-fin heat exchange unit).

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 플레이트는 메탈로 이루어지며 상기 핀들은 필수적으로 그래파이트 폼으로 구성되는 플레이트-핀 열교환 유닛.

### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제2 주 표면상에 배치되며, 각 핀은 제2 주 표면에 연결되고 이와 열적 접촉하는 제1 말단 및 제2 주 표면에서 이격된 제2 말단을 갖으며, 핀들은 대체로 제2 말단에서 제1 말단으로 연장되는 다수의 유체 경로들을 특정하며, 핀들은 그래파이트 폼 또는 메탈 폼을 포함하는 제2의 다수의 핀들을 더욱 포함하는 플레이트-핀 열교환 유닛.

### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 플레이트는 제1 말단에서 제2 말단까지 플레이트를 관통하여 연장되는 다수의 밀폐된 유체 흐름 채널들을 포함하는 플레이트-핀 열교환 유닛.

### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 핀들은 제1 주 표면상에서 각 핀 영역 사이에 갭을 가지는 다수의 핀 영역들(a plurality of fin regions)로 배열되는 플레이트-핀 열교환 유닛.

### 청구항 6

제1항에 있어서, 각 핀의 제1 말단은 제1 주 표면에 열적 전도성 접착제에 의해 부착되거나, 제1 주 표면에 브레이즈되는(brazed) 플레이트-핀 열교환 유닛.

### 청구항 7

제1항에 있어서, 각 핀의 제1 말단은 제1 주 표면에 열적 전도성 접착제에 의해 부착되고, 열적 전도성 접착제 내에 전도성 리가멘트(ligaments)가 배치되며, 전도성 리가멘트는 플레이트의 제1 주 표면과 밀착 접촉하는 플레이트-핀 열교환 유닛.

### 청구항 8

제1항에 있어서, 상기 핀들은 그래파이트 폼으로 이루어지며, 메탈 폼으로 이루어지는 핀들 및/또는 메탈로 이루어지는 폼들을 더욱 포함하는 플레이트-핀 열교환 유닛.

### 청구항 9

하우징;

제1 유체를 위한 제1 입구 및 제1 출구;

제2 유체를 위한 제2 입구 및 제2 출구; 및

하우징 내부에 배치되는 플레이트-핀 열교환 유닛을 포함하며, 상기 플레이트-핀 열교환 유닛은

제1 및 제2 대향 주 표면들 및 제1 및 제2 대향 말단들, 상기 제1 말단에서 제2 말단까지 플레이트를 관통하여 연장되는 적어도 하나의 밀폐된 유체 흐름 채널을 포함하며, 상기 밀폐된 유체 흐름 채널은 제1 및 제2 대향 주 표면들을 관통하여 연장되지 않으며, 유체 흐름 채널은 제1 입구 및 제1 출구에 유체적으로 연결되는 플레이트; 및 상기 제1 주 표면상에 배치되며, 각 핀은 제1 주 표면에 연결되고 이와 열적 접촉하는 제1 말단 및 제1 주 표면에서 이격된 제2 말단을 갖으며, 핀들은 대체로 제2 말단에서 제1 말단으로 연장되는 다수의 유체 경로들을 특정하며, 핀들은 그래파이트 폼 또는 메탈 폼을 포함하며, 유체 경로들은 제2 입구 및 제2 출구에 유체적으로 연결되는 다수의 핀들을 포함하는, 플레이트-핀 열교환기(plate-fin heat exchanger).

**청구항 10**

제9항에 있어서, 하우징 내부에 배치되는 다수의 플레이트-핀 열교환 유닛들을 포함하는 플레이트-핀 열교환기.

**청구항 11**

제9항에 있어서, 하우징 내부에 함께 적층되는(stacked) 다수의 플레이트-핀 열교환 유닛들을 포함하는 플레이트-핀 열교환기.

**청구항 12**

제9항에 있어서, 상기 플레이트는 제1 말단에서 제2 말단까지 플레이트를 관통하여 연장되는 다수의 밀폐된 유체 흐름 채널들을 포함하는 플레이트-핀 열교환기.

**청구항 13**

제9항에 있어서, 제1 및 제2 페이스 시트들(facesheets)을 더욱 포함하고, 각 페이스 시트는 이를 관통하는 다수의 개구부들을 가지며, 플레이트의 제1 및 제2 말단들은 제1 및 제2 페이스 시트들에 각각 FSW(friction-stir welded)되어 유체 흐름 채널이 각각의 페이스 시트를 통하여 적어도 하나의 개구부와 유체적으로 소통하는(in fluid communication) 플레이트-핀 열교환기.

**청구항 14**

제9항에 있어서, 상기 플레이트는 메탈로 이루어지며 상기 핀들은 필수적으로 그래파이트 폼으로 구성되는 플레이트-핀 열교환기.

**청구항 15**

제9항에 있어서, 상기 핀들은 제1 주 표면상에서 각 핀 영역 사이에 갭을 가지는 다수의 핀 영역들로 배열되는 플레이트-핀 열교환기.

**청구항 16**

제9항에 있어서, 각 핀의 제1 말단은 제1 주 표면에 열적 전도성 접착제에 의해 부착되거나, 제1 주 표면에 브레이즈되는 플레이트-핀 열교환기.

**청구항 17**

제9항에 있어서, 각 핀의 제1 말단은 제1 주 표면에 열적 전도성 접착제에 의해 부착되고, 열적 전도성 접착제 내에 전도성 리가멘트가 배치되며, 전도성 리가멘트는 플레이트의 제1 주 표면과 밀착 접촉하는 플레이트-핀 열교환기.

**청구항 18**

제9항에 있어서, 상기 제2 주 표면상에 배치되며, 각 핀은 제2 주 표면에 연결되고 이와 열적 접촉하는 제1 말단 및 제2 주 표면에서 이격된 제2 말단을 갖으며, 핀들은 대체로 제2 말단에서 제1 말단으로 연장되는 다수의 유체 경로들을 특정하며, 핀들은 그래파이트 폼 또는 메탈 폼을 포함하는 제2의 다수의 핀들을 더욱 포함하는

플레이트-핀 열교환기.

**청구항 19**

제9항에 있어서, 플레이트-핀 열교환 유닛을 지나는 유체 흐름의 방향을 조절하기 위하여 하우징 내부에 배플링(baffling)을 더욱 포함하는 플레이트-핀 열교환기.

**청구항 20**

제19항에 있어서, 상기 배플링은 플레이트-핀 열교환 유닛에 고정되며 그 길이를 따라 이격되는 다수의 배플 플레이트들을 포함하는 플레이트-핀 열교환기.

**청구항 21**

제9항에 있어서, 상기 핀들은 그래파이트 폼으로 이루어지며, 메탈 폼으로 이루어지는 핀들 및/또는 메탈로 이루어지는 폼들을 더욱 포함하는 플레이트-핀 열교환기.

**청구항 22**

서로 마주보는 표면들을 포함하는 제1 및 제2 대향 플레이트들; 및

제1 및 제2 대향 플레이트들 사이에 배치되는 다수의 핀들을 포함하며, 각 핀은 제1 플레이트의 표면에 연결되고 이와 열적 접촉하는 제1 말단 및 제2 플레이트의 표면에 연결되고 이와 열적 접촉하는 제2 말단을 갖으며, 핀들은 대체로 제2 말단에서 제1 말단으로 연장되는 다수의 유체 경로들을 특징하고, 핀들은 그래파이트 폼 또는 메탈 폼으로 이루어지는 열교환 유닛.

**청구항 23**

제22항에 있어서, 상기 제1 및 제2 플레이트들은 메탈로 이루어지며 상기 핀들은 필수적으로 그래파이트 폼으로 구성되는 열교환 유닛.

**청구항 24**

제22항에 있어서, 상기 제1 및 제2 플레이트들은 직사각형, 정사각형, 원형, 타원형, 삼각형, 다이아몬드형 또는 이들의 조합으로 이루어지는 열교환 유닛.

**청구항 25**

제22항에 있어서, 상기 핀들은 그래파이트 폼으로 이루어지며, 메탈 폼으로 이루어지는 핀들 및/또는 메탈로 이루어지는 폼들을 더욱 포함하는 열교환 유닛.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 열교환기들에 관한 것으로, 보다 상세하게는 열 전도성 폼 물질로 이루어진 핀들을 채용한 열교환기들에 관한 것이다. 2011.02.04일에 출원된 미국 특허출원번호 61/439562호는 그 전체가 본원에 참조로 편입된다.

**배경기술**

[0002] 열 교환기들이 단일 상(single phase), 바이너리(binary) 또는 2-상(two-phase)의 유체들 사이의 열 전달을 위하여 많은 다양한 타입의 시스템들에서 사용된다. 플레이트-핀, 플레이트-프레임 및 셸-튜브 열교환기를 포함한 다양한 타입의 열교환기들이 알려져 있다. 플레이트-핀 열교환기들에서, 제1 유체 또는 가스가 플레이트의 한쪽을 통과하며, 제2 유체 또는 가스가 플레이트의 다른쪽을 통과한다. 제1 유체 및/또는 제2 유체는 플레이트의 한쪽에 장착된 핀들 사이의 채널들을 따라 흐르며, 플레이트 및 핀들을 통하여 열 에너지가 제1 유체 및 제2 유체 사이에서 전달된다. 티타늄, 고 합금 스틸, 구리 및 알루미늄 등과 같은 물질이 통상적으로 플레이트들, 프레임들 및 핀들에 사용된다.

**발명의 내용**

[0003] 본 발명은 열 전달을 향상시키기 위하여 열 전도성 폼(foam) 물질로 이루어진 핀들(fins)을 채용한 열 교환기들에 관한 것이다. 폼 핀들은 이에 한정되는 것은 아니나 플레이트-핀 열교환기, 플레이트-프레임 열교환기 또는 셸-튜브 열교환기를 포함하여 어떠한 타입의 열교환기에도 사용될 수 있다. 본원에서 기술되는 폼 핀들을 사용한 열교환기들은 효율이 높으며, 제작 비용이 저렴하고 내부식성을 갖는다. 기술된 열교환기들은 이에 한정되는 것은 아니나 적은 온도차 분야, 발전 분야, 냉동 및 극저온학 등과 같은 비발전분야 등을 포함하여 다양한 분야에 적용될 수 있다. 핀들은 이에 한정되는 것은 아니나 그래파이트 폼 또는 메탈 폼을 포함하여 열 전도성 폼 물질로 이루어질 수 있다. 또한 핀들은 그래파이트 폼 핀들, 메탈 폼 핀들, 및 또는 메탈(예를 들어 알루미늄) 핀들의 조합일 수 있다.

[0004] 일 구현예에서, 열교환 유닛은 서로 마주보는 표면들을 포함하는 제1 및 제2 대향 플레이트들(opposing plates) 및 제1 및 제2 대향 플레이트들 사이에 배치되는 다수의 핀들을 포함한다. 각 핀은 제1 플레이트의 표면에 연결되고 이와 열적 접촉하는 제1 말단 및 제2 플레이트의 표면에 연결되고 이와 열적 접촉하는 제2 말단을 갖는다. 핀들은 대체로 제2 말단에서 제1 말단으로 연장되는 다수의 유체 경로들을 특정하며, 핀들은 그래파이트 폼 또는 메탈 폼을 포함한다. 제1 및 제2 플레이트들은 예를 들어 메탈과 같은 열 전도성 물질로 이루어지며, 핀들은 그래파이트 폼 또는 메탈 폼을 필수적으로 또는 이들을 포함할 수 있다.

[0005] 다른 구현예에서, 열교환 유닛은 플레이트의 제1 주 표면상에 배치된 다수의 핀들을 포함한다. 각 핀은 제1 주 표면에 연결되고 이와 열적 접촉하는 제1 말단 및 제1 주 표면에서 이격된 제2 말단을 갖는다. 핀들은 대체로 제2 말단에서 제1 말단으로 연장되는 다수의 유체 경로들을 특정하며, 핀들은 그래파이트 폼 또는 메탈 폼을 필수적으로 또는 이들을 포함하여 이루어질 수 있다.

[0006] 다른 구현예에서, 플레이트-핀 열교환 유닛은 제1 및 제2 대향 주 표면들(first and second opposing major surfaces) 및 제1 및 제2 대향 말단들(first and second opposing ends)을 포함하는 플레이트 또는 프레임 및 제1 말단에서 제2 말단까지 프레임을 관통하여 연장되는 다수의 밀폐된 유체 흐름 채널들을 포함한다. 밀폐된 유체 흐름 채널들은 제1 및 제2 대향 주 표면들을 관통하여 연장되지 않는다. 또한 플레이트-핀 열교환 유닛은 제1 주 표면상에 배치된 다수의 핀들을 포함하며, 각 핀은 제1 주 표면에 연결되고 이와 열적 접촉하는 제1 말단 및 제1 주 표면에서 이격된 제2 말단을 갖으며, 핀들은 대체로 제2 말단에서 제1 말단으로 연장되는 다수의 유체 경로들을 특정하며, 핀들은 그래파이트 폼 또는 메탈 폼을 포함한다. 프레임은 메탈로 이루어질 수 있으며, 핀들은 그래파이트 폼 또는 메탈 폼을 필수적으로 또는 이들을 포함하여 이루어질 수 있다.

[0007] 플레이트-핀 열교환기의 구현예는 또한 하우징, 제1 유체를 위한 제1 입구 및 제1 출구, 제2 유체를 위한 제2 입구 및 제2 출구 및 하우징 내부에 배치되는 플레이트-핀 열교환 유닛을 포함할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0008] 도 1은 본 발명에 따른 열교환기의 일 구현예를 도시한다
- 도 2a는 도 1에 도시된 열교환기 튜브 번들 말단의 확대도이다.
- 도 2b는 도 2a의 튜브 번들 말단의 측면도이다.
- 도 3은 플레이트-핀 열교환 유닛의 다른 구현예를 도시한다.
- 도 4는 플레이트-핀 열교환 유닛의 또 다른 구현예를 도시한다.
- 도 5는 플레이트-핀 열교환 유닛의 또 다른 구현예를 도시한다.
- 도 6은 도 1의 열교환기에 채용될 수 있는 플레이트-핀 튜브 번들의 다른 예를 도시한다.
- 도 7a는 배플들을 갖는 플레이트-핀 튜브 번들을 채용한 셸-튜브 열교환기를 도시한다.
- 도 7b는 도 7a의 원 7b에 포함된 부분의 확대도이다.
- 도 7c는 셸 내부의 유체 경로를 도시한 도 7a 열교환기의 측면도이다.
- 도 7d는 튜브 번들의 통로를 위한 슬롯들을 갖는 반원형 배플들의 일 예를 도시한다.

- 도 7e는 도 7d와 유사하나 튜브 번들이 제거된 도면이다.
- 도 8a는 배플들을 갖는 플레이트-핀 튜브 번들을 채용한 셸-튜브 열교환기의 또 다른 예를 도시한다.
- 도 8b는 도 8a의 원 8b에 포함된 부분의 확대도이다.
- 도 8c는 셸 내부의 유체 경로를 도시한 도 8a 열교환기의 측면도이다.
- 도 8d는 튜브 번들의 통로를 위한 슬롯들을 갖는 반원형 배플들의 일 예를 도시한다.
- 도 8e는 도 8d와 유사하나 튜브 번들이 제거된 도면이다.
- 도 9는 셸 내부에서 다중 플레이트-핀 튜브 번들의 예시적 배열을 도시한다.
- 도 10은 플레이트-핀 열교환 유닛의 다른 구현예를 도시한다.
- 도 11은 열교환 유닛의 다른 구현예를 도시한다.
- 도 12는 적층된 열교환 유닛들의 일 구현예를 도시한다.
- 도 13은 적층된 열교환 유닛들의 다른 구현예를 도시한다.
- 도 14a-m은 기술된 열교환 유닛들에 사용될 수 있는 핀 배열들의 추가적인 구현예들을 도시한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0009] 이하에서는 열전달을 향상시키기 위하여 그래파이트 폼(foam)으로 이루어진 열교환기들의 예를 기술한다. 핀들(fins)은 필수적으로 그래파이트 폼으로 구성되거나 또는 열교환을 촉진하는 그래파이트 폼 또는 다른 물질의 폼 물질을 포함할 수 있다. 그래파이트 폼 핀들은 이에 한정되는 것은 아니지만 플레이트-핀 열교환기, 플레이트-프레임 열교환기 또는 셸-튜브 열교환기를 포함하여 어떠한 타입의 열교환기에도 사용될 수 있다.
- [0010] 본 설명이 그래파이트 폼 핀들에 초점이 맞추어져 있으나, 핀들은 대안적으로 메탈 폼으로 이루어질 수 있다. 어떤 구현예에서, 핀들은 알루미늄 핀들과 같은 메탈 핀들일 수 있다. 또한 어떤 구현예에서 열교환기 및 열교환 유닛들(heat exchange units)은 그래파이트 폼 핀들, 메탈 폼 핀들 및/또는 (알루미늄 같은) 메탈 핀들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0011] 본 예시에서 기술되는 유체들은 액체 또는 증기/가스일 수 있으며, 이들 유체의 한쪽 또는 양쪽이 열전달 동안에 그들의 상(phase)을 유지하거나(즉 액체 또는 증기로 남아있음) 또는 상 변화가(즉 액체가 증기로, 증기가 액체로 등과 같이) 될 수도 있다.
- [0012] 도 1은 하우징(102), 제1 유체(108)를 위한 제1 입구(104) 및 제1 출구(106), 제2 유체(114)를 위한 제2 입구(110) 및 제2 출구(112)를 포함하는 셸-튜브 열교환기(100)의 일 구현예를 도시한다. 열교환기(100)는 두 유체들이 열교환기(100)를 관통하여 흐름에 따라 제1 유체(108)와 제2 유체(114) 사이에 열교환이 되도록 구성한다.
- [0013] 열교환기(100)는 하우징(102) 내부에 배치되는 플레이트-핀 튜브 번들(116)을 포함하며, 튜브 번들(116)은 하나 또는 그 이상의 플레이트-핀 열교환 유닛들(118)로 이루어진다. 열교환 유닛들(118)은 제2 유체(114)가 제1 유체(108)와 분리되어 흐를 수 있는 채널들(126)을 특정할 뿐만 아니라, 제1 유체(108)가 흐를 수 있는 유체 경로들(120)을 특정한다.
- [0014] 각 열교환 유닛(118)은, 플레이트(124)에 연결되고 이와 열적 접촉을 하는 다수의 핀들(122)로 구성된다. 아래에서 더욱 상세히 설명하는 바와 같이, 각 플레이트(124)는 측면 플레이트들 및 중간 플레이트들에 의해 분리되는 한 쌍의 대향하는 플레이트들을 포함하며, 이들은 함께 유체 채널들(126)을 특정한다. 핀들(122)은 대향하는 플레이트들 중 하나의 외측 표면에 적절하게 장착된다.
- [0015] 핀들(122)은 예를 들어 적용 대상 및 요구되는 열전달 등에 따라 다양한 배치 형태를 가질 수 있다. 예를 들어 도 1에 도시된 구현예에서, 핀들(122)은 다수의 영역(123a, 123b, 123c)으로 나뉘어질 수 있다. 각 영역은 특정한 열전달 기능을 수행하도록 구성될 수 있다. 예를 들어 증발기의 적용에서, 영역(123a)은 유체들의 어느 하나를 예열하는 기능을 하는 예열 영역으로 구성될 수 있으며, 영역(123b)은 액체-기체 변환을 위한 2-상 전이 영역으로 구성될 수 있으며, 영역(123c)은 증기가 하우징에서 흐르기 전에 증기로의 변환을 최대로 하기 위하여 증기 영역으로 구성될 수 있다. 핀들(122)은 영역들로 분리될 수 있을 뿐만 아니라 각 영역에서 핀들의 디자인, 배치 및 재질은 그 영역에서 요구되는 특정한 과제를 수행하는데 도움이 되도록 변형될 수 있다. 도 1

에서는 3 개의 영역들이 도시되었지만, 핀들은 이보다 적거나 많은 영역으로 분리될 수도 있다. 또한 핀들은 영역들로 분리될 필요가 없으며, 그 대신 단일의 영역을 포함하도록 각 열교환 유닛(118)이 플레이트(124)의 길이를 따라서 연속될 수 있다.

- [0016] 도 1에서 핀들(122)은 대각선의 선형 배치를 갖는 것으로 도시되었다. 핀들의 다른 배치도 가능하며, 아래에 상세하게 기술되어 있다. 유체 경로들(120)은 열교환 유닛(118) 플레이트(124) 상의 핀들(122)에 의해 특정된다. 핀들(122)과 플레이트(124)는 열적 전도성 물질로 이루어진다.
- [0017] 도 1, 2a 및 2b 에 도시된 바와 같이, 튜브 번들(116) 플레이트들(124)의 말단들은 한쪽 말단이 제1 페이스 시트(128)에 고정되며, 반대편 말단이 제2 페이스 시트(130)에 고정된다. 페이스 시트들(128, 130)은 제2 유체(114)가 하우징(102) 내부 공간을 흐르는 제1 유체(108)와 분리되어 채널들(126) 내부로 흘러들어와 출구 말단(112)으로 나가도록 하우징(102)에 밀봉된다. 입구(104) 및 출구(106)는 페이스 시트들(128, 130) 사이의 하우징 상에 위치하며 따라서 제1 유체(108)는 페이스 시트들(128, 130) 사이에 수용되어 유체 경로들(120)을 관통하여 흐르게 된다.
- [0018] 각 열교환 유닛(118)의 채널들(126)은 제2 입구(110)의 제1 페이스 시트(128)에서부터 이를 관통하여 제2 출구(112)의 제2 페이스 시트(130)까지 이를 관통하여 연장된다. 채널들(126)은 두 유체들의 혼합을 방지하기 위하여 제2 유체(114)가 제1 유체(108)로부터 유체적으로 분리되는 것을 유지할 수 있도록 구성된다. 그러나 각 열교환 유닛(118)은 유체들(108, 114) 사이에 열교환이 일어나도록 구성된다. 예를 들어 제2 유체(114)가 제1 유체(108)보다 고온인 경우에, 각 열교환 유닛(118)은 채널들(126) 내부를 흐르는 제2 유체(114)로부터 플레이트(124)와 핀들(122)을 통하여, 유체 경로들(120) 내부를 흐르며 핀들과 접촉하고 있는 제1 유체(108)에 열을 전달하도록 구성된다. 마찬가지로 제1 유체가 제2 유체(114)보다 고온인 경우에 열은 제1 유체로부터 핀들 및 플레이트(124)를 통하여 제2 유체로 전달된다. 도 7a-e 및 도 8a-e를 참조하여 이하에서 더욱 기술되는 바와 같이, 하우징(102) 내에서 유체(108)의 특정한 흐름 패턴을 보장하기 위하여 튜브 번들(116) 상에 배열이 채용될 수도 있다.
- [0019] 도 2a 및 2b는 각각 열교환기(100)의 제2 입구 측에서 튜브 번들(116) 말단부(132)의 상면 및 측면의 확대된 사시도이다. 각 플레이트(124)는 각각 채널들(126)의 입구와 출구를 특정하는 연장부(133)를 각 말단에 갖는다. 페이스 시트(130)에 연결된 말단의 연장부를 도 1에서 볼 수 있다. 플레이트들(124)의 연장부들(133)은 분리된 채널들(126)에 각각의 입구들을 특정하기 위하여 제1 페이스 시트(128)에 부착된다. 마찬가지로, 동일한 방식으로 반대편 말단에서 연장부들이 채널들(126)의 각각의 출구를 특정하기 위하여 제2 페이스 시트(130)에 부착된다.
- [0020] 열교환 유닛들(118)의 연장부들(133)은 본딩, 브레이징, 웰딩 및/또는 다른 적절한 부착 방법에 의하여 페이스 시트들(128, 130)에 부착될 수 있다. 예시된 구현예에서, 연장부들(133)과 페이스 시트들(128, 130)은 FSW(friction stir welding)에 의해 부착되었다.
- [0021] FSW는 동일한 물질의 요소들을 결합하는 공지의 방법이다. 막대한 마찰이 요소들에 제공되어 결합 영역의 인접 부위가 용융점 이하까지 가열된다. 이는 접합 부위를 연화시키며 그러나 물질이 고체 상태에 있기 때문에 물질의 본래 특성은 유지된다. 용접 라인을 다른 움직임 또는 교반은 연화된 물질을 요소들로부터 끝부분(trailing edge)으로 강제하여 인접한 영역을 용해시켜 용접을 형성한다. FSW는 말단 결합부에서 상이한 금속들 사이의 접촉으로 인하여 갈바닉 부식을 감소시키거나 제거한다. 더욱이 용접은 결합 부위 물질의 물질 특성을 유지한다. FSW에 대한 추가적인 정보는 본원에 참조로 통합되는 2009.06.15일 출원된 발명의 명칭이 열교환기인 미국 특허공개공보 제2009/0308582호에 개시되어 있다.
- [0022] 페이스 시트들(128, 130)은 열교환 유닛들(118)의 플레이트들(124)과 동일한 물질로 형성된다. 플레이트들(124) 및 페이스 시트들(128, 130)을 형성하는 적절한 물질은 이에 한정되는 것은 아니나 마린 등급(marine grade) 알루미늄 합금, 알루미늄 합금, 알루미늄, 티타늄, 스테인레스-스틸, 구리, 청동, 플라스틱 및 열전도성 폴리머 등을 포함한다.
- [0023] 본원에서 기술되는 핀들은 부분적으로 또는 전체적으로 폼 물질로부터 제조될 수 있다. 일 실시예에서, 핀들은 필수적으로 폼 물질로 이루어지거나 폼 물질을 포함하여 이루어질 수 있다. 폼 물질은 밀폐 셀들(cells), 개방 셀들, 거친 다공성 그물 구조 및/또는 이들의 조합을 가질 수 있다. 일 구현예에서, 폼은 메탈 폼 물질일 수 있다. 일 구현예에서, 메탈 폼은 알루미늄, 구리, 청동 또는 티타늄 폼을 포함한다. 다른 구현예에서 폼은 그라파이트 폼일 수 있다. 일 구현예에서, 핀들은 개방된 다공성 구조를 갖는 그라파이트 폼으로만 이루어진다.

또한 어떤 구현예에서, 열교환기 및 열교환 유닛들은 그래파이트 폼 핀, 메탈 폼 핀 및/또는 (알루미늄 같은) 메탈 핀의 조합을 포함할 수 있다.

[0024] 도 2b에 도시된 바와 같이, 연장부들(133)에 의해 형성된 갭들(gaps, 134)이 핀들(122)과 페이스 시트(128) 사이에 제공된다. 동일한 갭들이 반대편 말단에 제공된다. 따라서, 갭들(134)에서 튜브 번들(116)은 핀들(122)이 없는 상태로 도시된다. 연장부들(133)은 페이스 시트(128)에의 부착을 촉진하기 위하여 페이스 시트(128)를 관통한다.

[0025] 튜브 번들(116)은 함께 적층된(stacked) 다수의 열교환 유닛들(118)로부터 형성된다. 열교환 유닛들이 쌓여지면, 플레이트들(124)에 의해 특정된 채널들(126)은 유체(114)가 튜브 번들(116)을 통하여 입구(110)에서 출구(112)로 흐르도록 유체 채널들의 어레이(array)를 형성한다. 또한 유체(108)를 위한 유체 경로들(120)이 핀들(122)과 플레이트들(124) 사이에 특정된다. 도 2b에서 명백한 바와 같이, 튜브 번들(116)에서 열교환 유닛들(118)의 중간에 있는 것들을 위하여 중간 플레이트들(124)의 핀들(122)의 자유 말단들이 인접한 플레이트들에 부착되어 열교환 유닛들(118)의 스택(stack)은 통합 유닛을 형성한다. 그러나, 열교환 유닛들(118)은 튜브 번들에서 서로 일체적으로 부착될 필요는 없으며, 이는 열교환 유닛이 어떤 이유로 교체가 필요하게 되면 열교환 유닛의 교체를 촉진한다.

[0026] 도 1에 도시된 열교환 유닛들(118)의 핀들(122)은 대각선 선형 구조를 갖는다. 도 3-6은 플레이트-핀 튜브 번들에 사용될 수 있는 플레이트-핀 열교환 유닛들의 추가적인 구현예를 도시한다. 도 3-6의 열교환 유닛들은 플레이트(124)와 유사한 플레이트(150) 및 폼 핀들을 포함하는 점에서 열교환 유닛들(118)과 유사하다. 그러나 핀들의 구성은 상이하다. 도 3-6은 또한 플레이트들(150)의 추가적인 세부 사항을 도시한다.

[0027] 도 3-6에서, 다수의 핀들이 제1 및 제2 유체 흐름 사이의 열전달 경로를 형성하기 위하여 플레이트(150)에 결합된다. 핀들 및 플레이트(150)는 예를 들어 접착 본딩, 웰딩, 브레이징, 에폭시 및/또는 기계적 부착에 의해 결합될 수 있다. 접착제의 열 전도도는 높은 전도성의 그래파이트 폼의 리가멘트(ligaments)를 포함함으로써 증가할 수 있으며, 리가멘트는 플레이트의 표면과 접촉하고 접착제는 리가멘트를 플레이트와 밀착하여 접촉할 수 있도록 리가멘트 주위에서 매트릭스를 형성한다. 리가멘트는 또한 전단력, 벗겨짐(peel) 및 인장 하중에 대한 저항을 증가시킴으로써 접착력(bonding strength)를 증대시킬 수 있다.

[0028] 도 3을 참조로 플레이트(150)가 기술될 것이며, 도 4-6의 플레이트들(150)도 동일한 방식으로 구성되었음을 이해하여야 한다. 도 3을 참조하면, 플레이트(150)는 측면 플레이트들(156, 158) 및 다수의 중간 플레이트들(160)에 의해 서로 분리된 제1 플레이트(152) 및 제2 플레이트(154)를 포함한다. 플레이트들(152, 154), 측면 플레이트들(156, 158) 및 중간 플레이트들(160)은 집합적으로 프레임을 특정한다. 제1 플레이트(152) 및 제2 플레이트(154)는 서로 마주보며 여기에 측면 플레이트들(156, 158) 및 중간 플레이트들(160)이 고정되는 내측의 대향하는 표면들을 갖는다. 플레이트들(152, 154), 측면 플레이트들(156, 158) 및 중간 플레이트들(160)은 제1 말단(164)에서 제2 말단(166)까지 프레임을 관통하여 연장되는 다수의 밀폐된 유체 흐름 채널들(162)을 특정한다. 밀폐된 유체 흐름 채널들(162)은 플레이트들(152, 154) 또는 이들의 제1 및 제2 대향하는 주 표면들을 관통하여 연장되지 않는다. 플레이트(150)는 압출 공정에 의해 형성될 수 있으며, 이때 플레이트(150)는 단일 물질의 단일 유닛으로 형성된다. 따라서 플레이트(150)는 어떠한 갈바닉 셀들 및/또는 갈바닉 결합들을 가지지 않도록 형성될 수 있다.

[0029] 핀들(170)은 외부 표면, 즉 플레이트(152)의 제1 주 표면(172)에 배치되며, 각 핀(170)은 플레이트(152)의 표면(172)에 연결되고 열적 접촉하는 제1 말단을 갖는다. 각 핀(170)은 또한 표면(172)과 이격된 제2 말단을 갖는다. 유체 경로들이 핀들 및 표면(172)에 의해 특정되며 대체로 핀들의 제2 말단에서 제1 말단까지 연장된다.

[0030] 도 3에서, 핀들(170)은 가늘고 길며, 직선이고, 직사각형인 형상으로 도시되었다. 핀들(170)은 또한 튜브 번들을 형성하기 위하여 다른 열교환 유닛들과 함께 적층될 때 다른 열교환 유닛의 프레임 또는 플레이트의 표면과 적층되기 위하여 실질적으로 평평한 상면을 갖는다. 핀들(170)은 핀들을 통과하는 유체 흐름의 의도된 또는 주된 방향과 대체로 평행하게 연장된다. 그러나 핀들(170)은 주된 유체 흐름 방향에 대하여, 예를 들어 흐름 방향에서 0° 에서 약 90° 미만의 각도까지 어떤 적절한 각도로 배치될 수 있다.

[0031] 도 4는 플레이트(150) 상에 다이아몬드-형상의 핀들을 가지며, 핀들은 다른 열교환 유닛의 플레이트 또는 프레임의 표면과 적층되기 위하여 실질적으로 평평한 상면을 가지는, 도 3의 열교환 유닛과 유사한 열교환 유닛을 도시한다.

[0032] 도 5는 핀들이 교차되는 물결 모양의 다이아몬드-형상 구성을 가지며, 핀들은 다른 열교환 유닛의 플레이트 또

는 프레임의 표면과 적층되기 위하여 실질적으로 평평한 상면을 가지는, 도 3의 열교환 유닛과 유사한 열교환 유닛을 도시한다.

- [0033] 여기에서, "X"-도( $^{\circ}$ ) 교차되는 물결모양의 다이아몬드-형상 구성은, 위에서 바라보았을 때, 핀들의 첫번째 직선부와 핀들의 두번째 직선부가 실질적으로 다이아몬드-형상의 홀들을 형성하는 열십자 구성으로 제공되는 구성을 의미한다. X의 수치는 핀들을 위에서 바라보았을 때 첫번째 및 두번째 직선부들의 교차점에서의 수직 각도를 나타낸다. X의 값은 어느 곳에서든지 약  $0^{\circ}$  에서 약  $90^{\circ}$  미만의 범위일 수 있다.
- [0034] 아래의 도 14A-M에서 논의되는 바와 같이 핀들의 다른 배치도 가능하다. 또한 핀들은 플레이트(150)의 한쪽 면에서만 연장되는 것으로 한정되지 않는다. 예를 들어 2 개의 인접한 마주보는 플레이트들이 다른 마주보는 플레이트를 향하여 연장되는 각각의 폼 핀들을 갖는 것을 고려할 수 있다. 마주하는 플레이트들의 핀들은 그 사이에 작은 갭을 갖는 손가락처럼 서로 끼워질 수 있다. 필요하다면, 핀들을 분리하기 위하여 고정된 세퍼레이터가 제공될 수 있다.
- [0035] 도 6은 도 1의 하우징과 같은 셸(shell) 내부에 배치될 수 있는 플레이트-핀 튜브 번들(200)의 대안적 구현예를 도시한다. 튜브 번들(200)은 원하는 배열로 서로 적층된 다수의 열교환 유닛들에 의해 형성된다. 예시된 구현예에서, 튜브 번들(200)은 단일 유체 통로(204)를 특징하는 플레이트(202) 및 플레이트 상부 표면상의 다수의 폼 핀들(206)로 구성된 열교환 유닛을 포함한다. 플레이트(202)는 유체 통로(204)를 특징하는 비-원형 튜브를 필수적으로 형성한다. 튜브 번들(200)은 또한 다수의 유체 통로들(204)을 특징하는 중앙 플레이트(208) 및 플레이트(208)의 대향하는 외측 표면상의 폼 핀들(210, 212)로 구성된 중앙 열교환 유닛을 포함한다. 튜브 번들(200)은 또한 단일 유체 통로(204)를 특징하는 플레이트들(202)의 다른 하나 및 플레이트의 하부 표면상의 다수의 폼 핀들(206)로 구성된 하부 열교환 유닛을 포함한다. 사용시에, 열교환 유닛들은 튜브 번들을 형성하기 위하여 스택으로 함께 고정되며, 튜브 번들은 위의 도 1, 2a 및 2b에서 논의된 바와 유사한 방식으로 반대편 말단들에서 페이스 시트들에 고정된다.
- [0036] 튜브 번들(200)은 셸 내부에서 그 자체로 사용되거나 다른 튜브 번들들과 함께 배열될 수 있다. 또한 다른 구성의 튜브 번들들도 가능하다. 예를 들어, 도 9는 셸(224) 내부에 배치된 다수의 플레이트-핀 튜브 번들들(222)을 갖는 셸-튜브 열교환기(220)를 도시한다. 각 튜브 번들(222)은 유체 흐름 통로를 특징하는 다수의 플레이트들(226) 및 플레이트들 사이에 배치된 폼 핀들(228)을 포함한다. 튜브 번들들(222)은 한 튜브 번들의 측면과 인접하는 다음 튜브 번들 측면 사이의 거리로 정의되는 수평 피치 P 로 서로 이격되어 있다. 튜브 번들들은 또한 수평 피치와 동일하거나 또는 상이한 수직 피치를 가질 수 있다. 당업자에게 자명한 바와 같이, 튜브 번들들의 개수, 각 튜브 번들의 크기 및 튜브 번들들의 피치는 특정한 적용예에서 열교환 요구량에 따라 변화할 수 있다.
- [0037] 도 7a-c는 배플들(304)을 갖는 플레이트-핀 튜브 번들(302)을 채용한 셸-튜브 열교환기(300)를 도시한다. 예시된 구현예에서, 튜브 번들(302)은 도 6의 튜브 번들(200)과 유사하다. 그러나, 배플들(304)이 도 1의 플레이트-핀 튜브 번들(116), 도 9의 플레이트-핀 튜브 번들들(222)과 함께 사용되거나, 다른 어떠한 플레이트-핀 튜브 번들 구성과 함께 사용될 수 있다.
- [0038] 배플들(304)은 번들(302)을 셸에 대하여 지지하며 셸 내부에서 유체의 원하는 흐름 패턴을 발생시키는 데 도움을 주는 플레이트들을 포함한다. 원하는 흐름 패턴을 얻기 위하여 어떠한 타입 또는 구성의 배플도 사용될 수 있다. 배플들(304)은 배플들(304)의 목적을 달성하는 데 적합한, 예를 들어 알루미늄, 어떠한 물질로도 제작될 수 있다.
- [0039] 예시된 구현예에서, 배플들(304)은 실질적으로 반원 형상이며, 외측 에지(outer edge, 306)와 셸 사이에서의 유체 흐름을 방지하거나 최소화하기 위하여 셸의 내부 표면과 맞닿는 외측 에지(306)를 포함한다. 배플들(304)은 또한 설치 동안에 튜브 번들의 다양한 부분들이 이를 통하여 삽입될 수 있도록 하는 슬롯들(308)을 포함한다.
- [0040] 도 7a-c에서, 배플들은 튜브 번들(302)상의 이격된 지점에서 교차적으로  $180^{\circ}$  회전하면서 배치된다. 그 결과, 도 7c의 화살표들에 의해 도시되는 바와 같이, 배플들(304)은 유체를 튜브 번들(302)의 축에 대하여 크로스-흐름(cross-flow) 방향으로 흐르도록 한다. 배플들(304)의 특정한 위치, 거리 및 형상은 셸 내부에서 얻고자 하는 흐름 패턴에 따라서 변화할 수 있다.
- [0041] 도 7d-e는 튜브 번들 통로용 슬롯들을 가지는 반원형 배플들을 도시하며, 도 7e의 화살표들은 배플들을 지나서 유체의 대략적인 흐름 경로를 도시한다.
- [0042] 도 8a-c는 배플들(322)과 함께 도 7a-c의 플레이트-핀 튜브 번들(302)을 채용한 셸-튜브 열교환기(320)의 다른

구현예를 도시한다. 배플들(322)은 잘라낸 부분들(cut-out sections, 324) 및 속이 채워진 부분들(solid sections, 326)을 갖는 대체로 원형의 플레이트들을 포함한다. 배플들은 교차하는 방식으로 배열되어 어느 배플의 잘라진 부분들은 다음 인접하는 배플의 속이 채워진 부분들과 교차한다. 그 결과가 도 8c에 화살표로 도시된 흐름 패턴이며, 여기에서 흐름은 어느 배플의 잘라진 부분(324)을 관통하고 다음 배플의 잘라진 부분(324)을 관통하여 흐름에 따라 흐름 방향으로 약간의 변화를 갖는 대체로 튜브 번들(302)의 축에 평행한 흐름이다 (즉 사이드-탑-사이드 또는 스월링(swirling) 흐름).

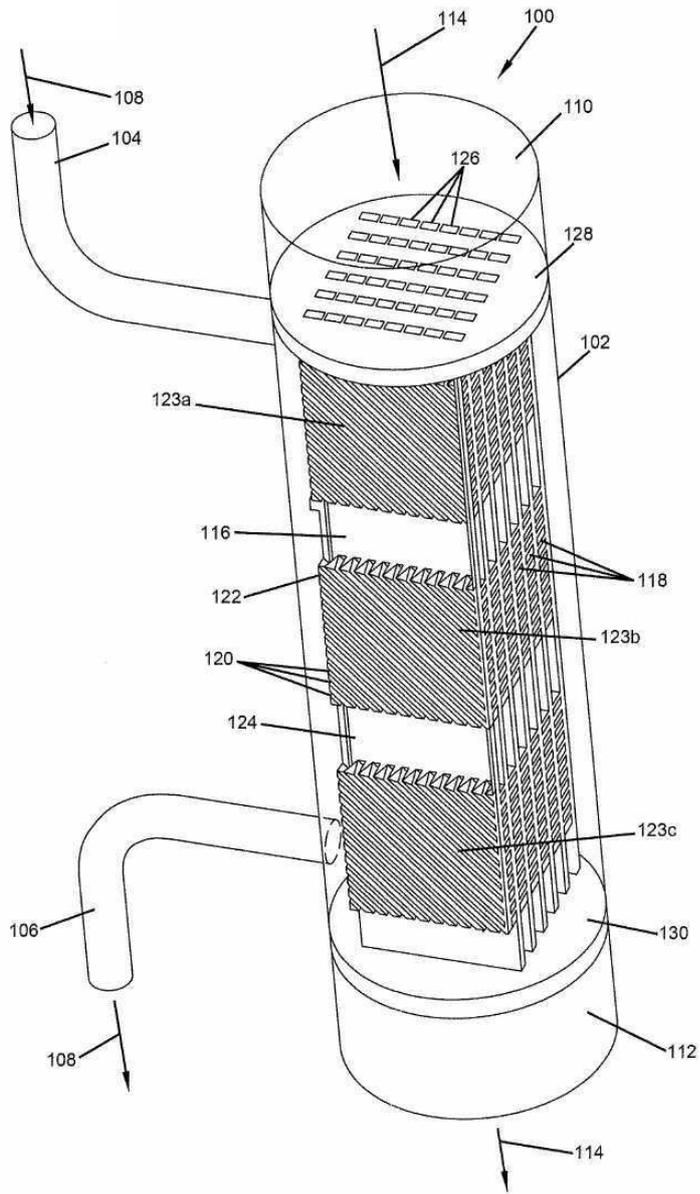
- [0043] 도 8d-e는 튜브 번들 통로를 위한 잘라진 부분을 갖는 배플들을 도시하며, 도 8e의 화살표들은 배플들을 지나는 대체적인 유체 흐름 경로를 도시한다.
- [0044] 본원에서 기술되는 폼 핀들은 흐름 채널들을 특징하는 플레이트들에 고정되는 것으로 한정되지는 않는다. 도 10은 다이아몬드-형상 구성의 핀들(352)을 갖는 플레이트-핀 열교환 유닛(350)의 구현예를 도시한다. 핀들(352)은 제1 유체 및 제2 유체 사이의 열전달 경로를 형성하기 위하여 플레이트(354)에 결합된다. 핀들(352) 및 플레이트(354)는 본딩, 웰딩, 브레이징, 에폭시 및/또는 기계적 부착을 사용하여 결합될 수 있다.
- [0045] 다이아몬드-형상 핀들(352)은 위에서 바라볼 때 다이아몬드 형상의 말단 표면(356)을 가지며, 이는 다른 표면 예를 들어 다른 열교환 유닛(350)의 플레이트 표면과의 접촉 및 적층을 위하여 실질적으로 평평하다. 핀들(352)은 플레이트(354)의 주 표면(358)상에 배치되며, 각 핀(352)은 플레이트(354)의 표면(358)에 연결되고 열적 접촉하는 제1 말단(360)을 갖는다. 각 핀(352)은 플레이트(354)의 표면(358)에서 이격되는 제2 말단(362)을 가지며, 제2 말단(362)은 말단 표면(356)을 특징한다. 유체 흐름 경로들(364)은 핀들(352) 및 플레이트(354)에 의해 특정된다.
- [0046] 당업자에게 자명한 바와 같이, 핀들(352)의 중형비(즉 말단 표면(356)의 짧은 길이에 대한 긴 길이의 비율), 높이, 폭, 거리 및 다른 구조적 파라미터들은 적용에 및 요구되는 열전달 특성에 따라 변화할 수 있다.
- [0047] 도 11은 플레이트-핀 열교환 유닛(600)의 다른 구현예를 도시한다. 열교환 유닛(600)은 다수의 핀들(606)에 의해 분리된 제1 플레이트(602) 및 제2 플레이트(604)를 포함한다. 핀들(606)은 제1 플레이트(602) 및 제2 플레이트(604)와 열적 접촉한다. 핀들(606)은 다수의 유체 흐름 경로들을 특징한다. 도 11에 도시된 열교환 유닛(600)의 구현예는 또한 측면 플레이트들(608, 610)을 포함하며, 따라서 제1 및 제2 플레이트들(602, 604), 측면 플레이트들(608, 610)은 함께 프레임(612)을 특징하며, 핀들(606)은 프레임(612) 내측에 배치된다. 다른 구현예에서, 핀들(606)은 프레임(612)의 외측에 배치되며, 제1, 제2 또는 양쪽 모두의 플레이트들(602, 604)에 연결된다. 또 다른 구현예에서, 핀들(606)은 프레임(612)의 내측 및 외측 모두에 배치된다.
- [0048] 도 12는 다수의 도 11에 도시된 플레이트-핀 열교환 유닛들(600)으로 구성된 열교환 스택(620)을 도시한다. 유닛들(600)은 인접하는 층에 대하여 각 층이 90° 회전하여 적층된다. 따라서 스택은 한쪽 방향의 하나 또는 그 이상의 유체 경로들(634)을 형성하며, 유체 경로들(634)에 대하여 대략 90° 방향으로 연장되는 하나 또는 그 이상의 유체 경로들(636)을 특징한다. 예시된 구현예에서, 유닛들(600)은 유체 경로들(634, 636)이 크로스-흐름 패턴으로 교차하도록 배열된다. 제1 유체는 유체 경로들(634)을 관통하도록 하고 제2 유체는 크로스-흐름 관계에서 제1 유체와 열교환을 위하여 유체 경로들(636)을 관통하도록 할 수 있다. 적층되면, 각 유닛(600)은 인접하는 유닛(600)과 플레이트(602, 604)를 공유하거나, 또는 각 유닛(600)은 자기 고유의 플레이트들(602, 604)을 가질 수도 있다.
- [0049] 도 13은 각 유닛(600)에 의해 특정되는 유체 흐름 경로들(644, 646)이 서로 평행하도록 유닛들이 배열된 열교환 스택(640)을 도시한다. 제1 유체는 유체 경로들(644)을 관통하도록 하고 제2 유체는 제1 유체와 열교환을 위하여 유체 경로들(646)을 관통하도록 할 수 있다. 경로들(644, 646) 내의 유체들은 같은 방향들(평행 또는 병류(co-current flow))로 흐르거나 또는 화살표(648)로 도시된 바와 같이 반대 방향들(향류, counter-current flow)로 흐를 수 있다.
- [0050] 도시된 구현예들의 플레이트들은 직사각형 또는 정사각형의 플레이트들이었다. 그러나, 핀들은 이에 한정되는 것은 아니나 원형, 타원형, 삼각형, 다이아몬드형, 또는 이들의 조합을 포함하여 어떠한 형상의 플레이트들과도 사용될 수 있으며, 핀들은 셀 내에서 또는 셀을 사용하지 않고 플레이트 상에(도 3-5 또는 10과 유사한) 배치되거나 플레이트들 사이에(도 11-13에 유사한) 배치된다. 예를 들어, 폼 핀들은 미국 특허 제7013936호에 개시된 타입의 열교환기에서 셀 내부에 배치된 원형 플레이트들 사이에 배치될 수 있다.
- [0051] 도 14a-m은 본원에서 기술된 열교환 유닛들에 사용될 수 있는 핀 배열들의 추가적인 구현예들을 도시한다. 도 14a-m의 모든 핀 배열 구현예들에서, 중형비, 거리, 높이, 폭, 등과 같은 핀들의 다양한 구조적 파라미터들은

적용에 및 핀들 및 열교환 유닛들의 요구되는 열전달 특성에 따라 변화할 수 있다.

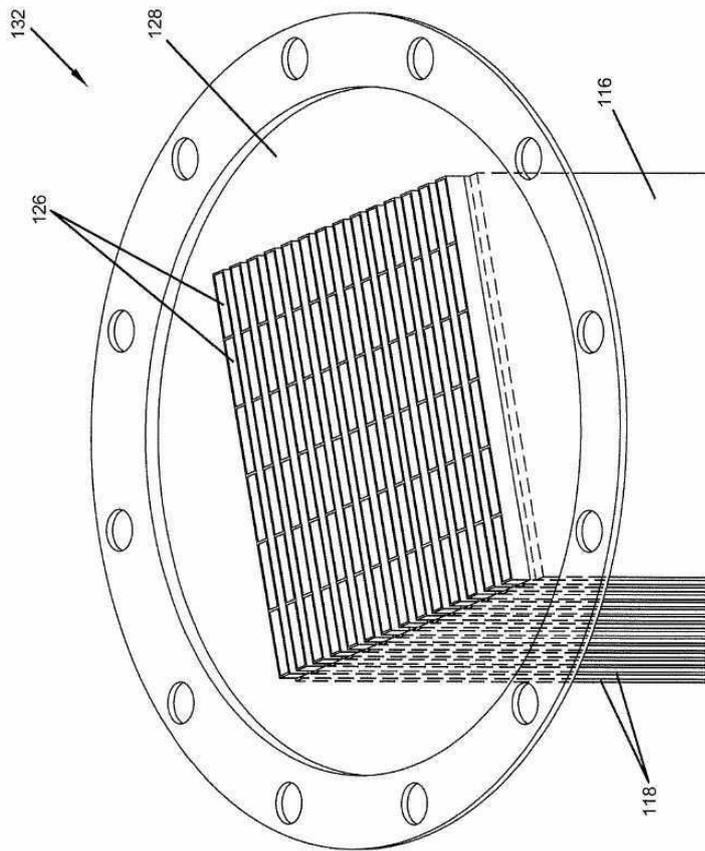
- [0052] 도 14a는 핀들(400)의 평면도를 도시하며 여기에서 핀들(400)은 격막된 오프셋 구성(baffled offset configuration)으로 배치된다. 도 14b는 핀들(402)의 다른 구현예에 대한 평면도를 도시하며 여기에서 핀들(402)은 오프셋 구성으로 배치된다. 위에서 바라보았을 때, 각 핀들(402)은 이에 한정되는 것은 아니나 정사각형, 직사각형, 원형, 타원형, 삼각형, 다이아몬드형, 또는 이들의 조합의 형상을 가질 수 있다. 도 14c는 핀들(404)의 또 다른 구현예에 대한 평면도를 도시하며 여기에서 핀들(404)은 삼각파형 구성으로 배치된다. 사각파, 사인파, 톱니파 및/또는 이들의 조합 등과 같은 다른 타입의 파형 구성 또한 가능하다.
- [0053] 도 14d는 핀들(406)이 오프셋 셰브론(chevron) 구성으로 배치된 핀들(406)의 또 다른 구현예에 대한 평면도를 도시한다. 도 14e는 핀들(408)이 직사각 선형 구성으로 배치된 핀들(408)의 일 구현예에 대한 평면도를 도시한다. 도 14f는 핀들(410)이 굴곡된 파형 구성으로 배치된 핀들(410)의 일 구현예에 대한 평면도를 도시한다. 굴곡된 파형 구성의 일 예는 사인파형 구성이다.
- [0054] 위에서 바라본 핀들의 구성은 유체 흐름의 방향을 필연적으로 특정하지는 않는다. 도 14a-f를 보았을 때, 당업자는 핀들을 지나는 유체 흐름의 방향은 위에서 아래로, 아래에서 위로, 우에서 좌로, 좌에서 우로, 또는 그 사이의 어떤 방향으로도 흐를 수 있다는 것을 이해할 것이다.
- [0055] 도 14g는 열교환 유닛의 플레이트에 의해 특정된 평면에 수직인 방향의 직사각형 단면 형상을 갖는 핀들(412)을 도시한다. 도 14h는 열교환 유닛의 플레이트에 의해 특정된 평면에 수직인 방향의 삼각형 단면 형상을 갖는 핀들(414)을 도시한다.
- [0056] 도 14i는 열교환 유닛의 플레이트에 의해 특정된 평면에 수직인 방향으로 핀과 유사한 형상을 갖는 핀들(416)을 도시한다. 핀과 유사한 형상은 축부와 확장된 헤드부를 갖는 형상을 의미하며, 여기에서 헤드부는 축부의 단면적보다 더 큰 단면적을 갖는다. 그러나 핀과 유사한 형상은 확장된 헤드부 없이 단지 축부만을 갖는 형상일 수 있다. 전술한 바에서 보는 바와 같이, 핀들(416)은 이에 한정되는 것은 아니나 정사각형, 직사각형, 원형, 타원형, 삼각형, 다이아몬드형, 또는 이들의 조합을 포함하는 형상을 가질 수 있다. 핀들은 예를 들어 핀과 유사한 형상을 형성하기 위하여 폼을 스탬핑하여 형성할 수 있다.
- [0057] 도 14j는 오프셋 직사각형 핀들을 갖는 핀들(418)을 도시한다. 도 14k는 물결 모양의 파동 형상을 갖는 핀들(420)을 도시한다. 도 14l은 핀들(422)의 주 방향을 따라서 특정된 채널들 사이에서 유체의 크로스-흐름을 가능하게 하는 비늘 모양 표면들(424)을 갖는 핀들(422)을 도시한다. 도 14m은 핀들(426)의 주 방향을 따라서 특정된 채널들 사이에서 유체의 크로스-흐름을 가능하게 하는 구멍들(428)을 갖는 핀들을 도시한다.
- [0058] 당업자는 열교환기의 종류뿐만 아니라 열교환기 내에서의 흐름 영역, 면적 및 흐름 경로 등과 같은 요소에 기초하여 본원에서 기술된 다양한 핀 구성들은 서로 조합하여 사용될 수 있으며 본원에서 기술된 어떠한 열교환 유닛들 내에서도 사용될 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0059] 본원에서 기술된 열교환기들은 이에 한정되는 것은 아니나 해양 온도차 발전 등과 같은 적은 온도차 분야, 발전 분야, 냉동 및 극저온학 등과 같은 비발전분야 등을 포함하여 다양한 분야에 적용될 수 있다.
- [0060] 본원에서 기술된 모든 열교환기들은 다음과 같이 작동된다. 제1 유체가 플레이트의 핀 측에 있는 핀들과 접촉하며 이를 통과하여 흐른다. 동시에, 제2 유체가 플레이트의 반대측에 존재한다. 제2 유체는 기본적으로 제1 유체와 반대 방향으로, 제1 유체와 동일한 방향으로, 제1 유체 흐름 방향에 대하여 크로스-흐름 방향으로, 또는 제1 유체에 대하여 어떠한 각도로도 흐를 수 있다. 제1 및 제2 유체는 서로 다른 온도에 있으며 따라서 제1 및 제2 유체 사이에 열 교환이 일어난다. 적용에 따라서, 제1 유체가 제2 유체보다 고온일 수 있으며, 이 경우 제1 유체로부터 제2 유체로 핀들 및 플레이트를 통하여 열이 전달된다. 대안적으로, 제2 유체가 제1 유체보다 고온일 수 있으며, 이 경우 제2 유체로부터 제1 유체로 핀들 및 플레이트를 통하여 열이 전달된다.
- [0061] 본원에서 기술된 구현예들은 단지 예시적인 것이며 이에 한정되는 것은 아니다. 발명의 범위는 전술한 구현예 보다는 첨부되는 특허청구범위에 의해 표현되어 있으며, 청구범위와 균등 범위에 속하는 모든 변형은 본 발명의 범위에 속하는 것으로 이해하여야 한다.

도면

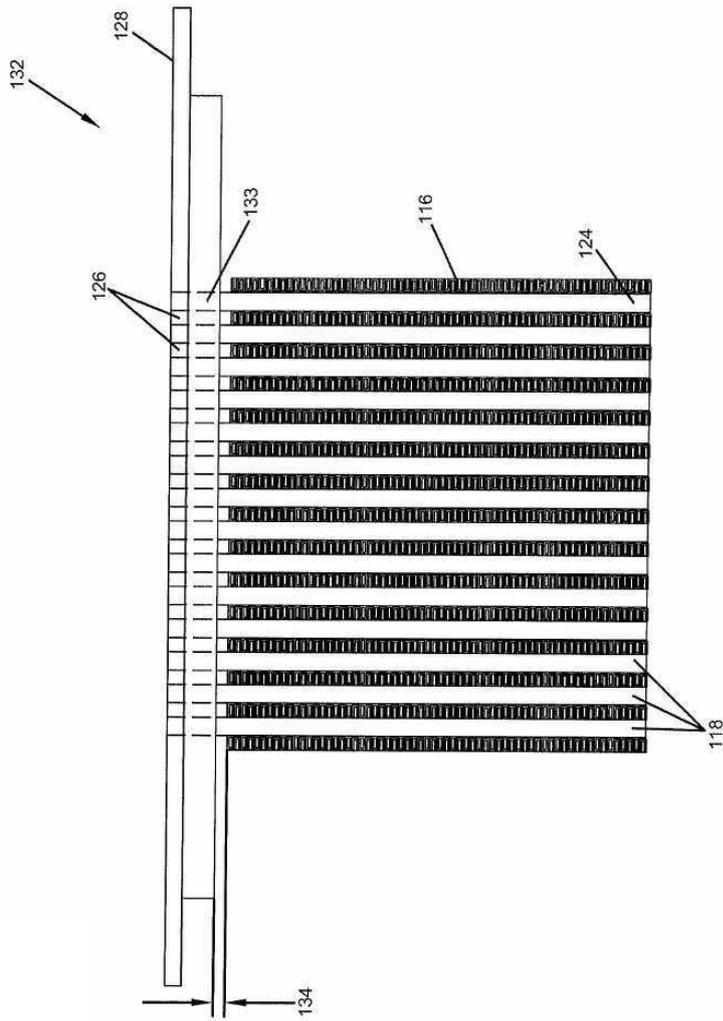
도면1



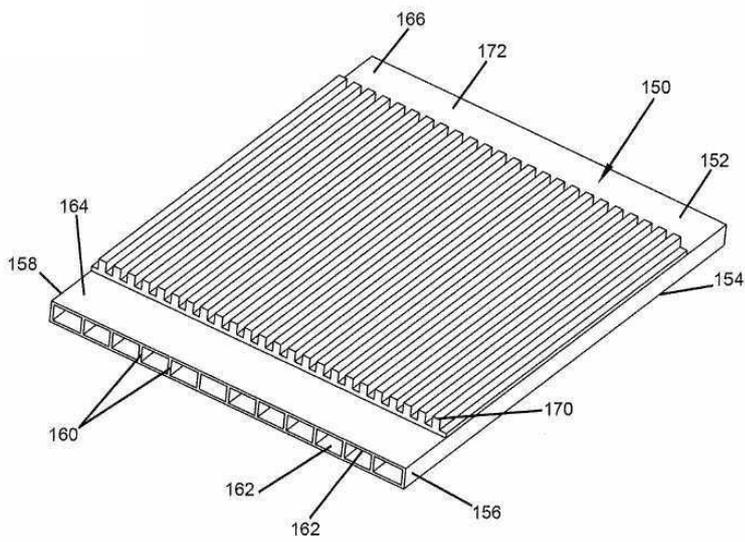
도면2a



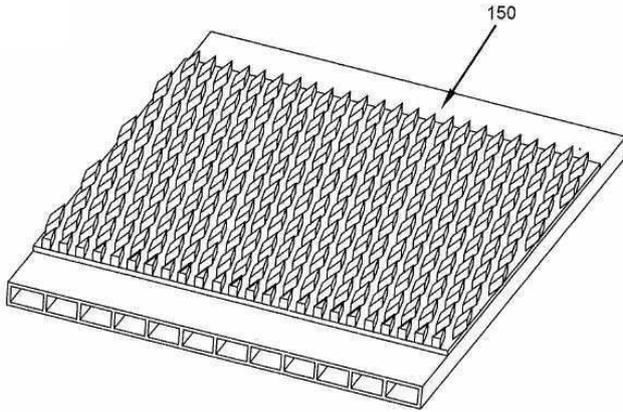
도면2b



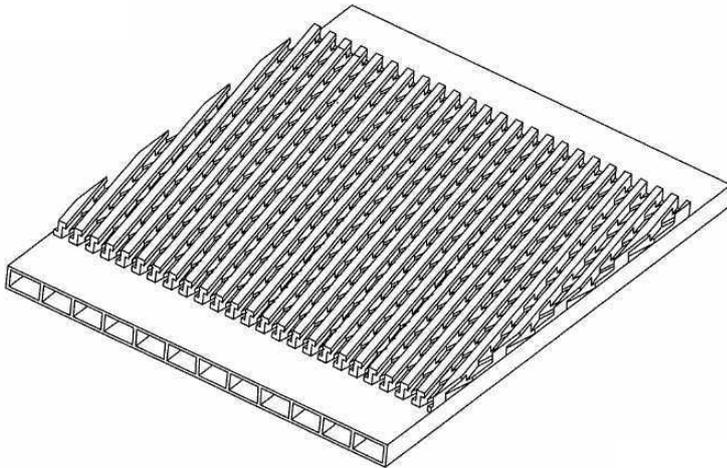
도면3



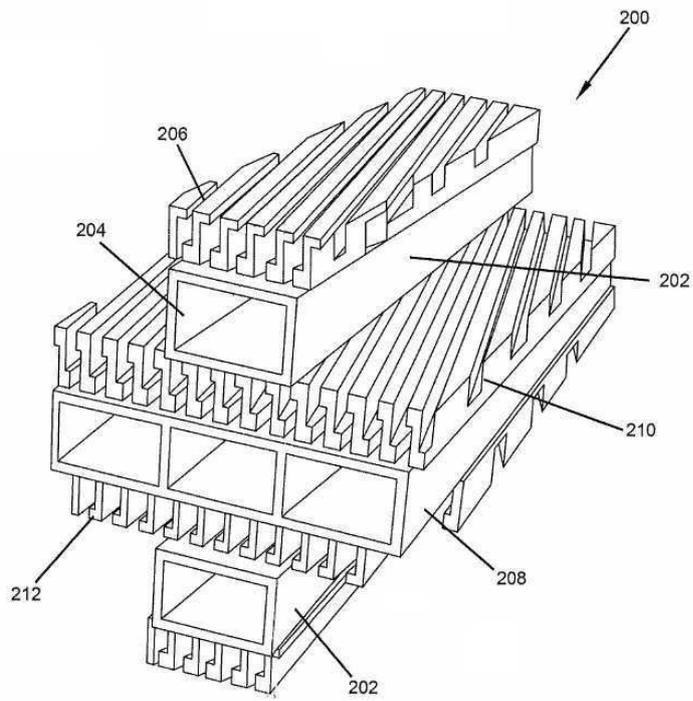
도면4



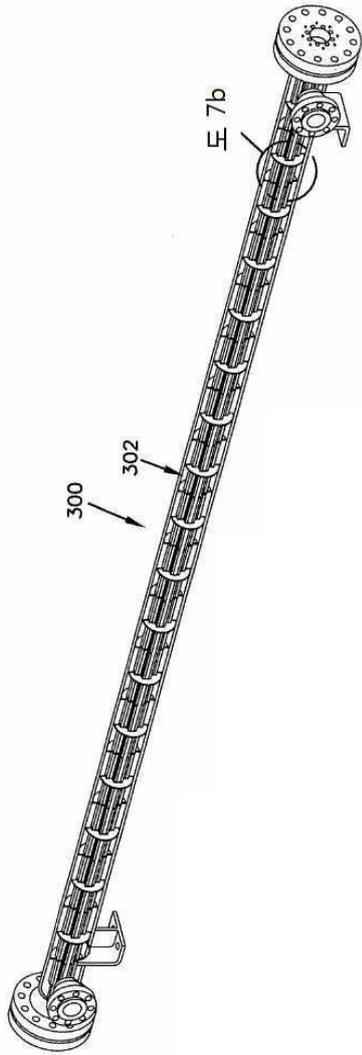
도면5



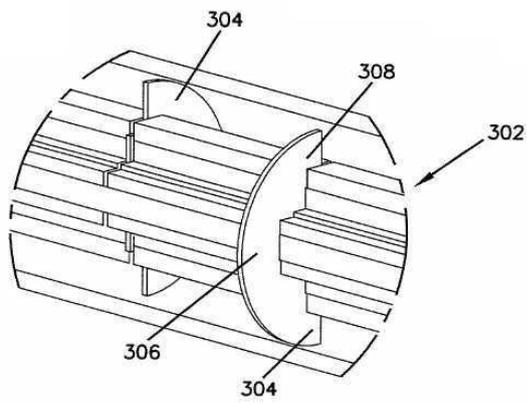
도면6



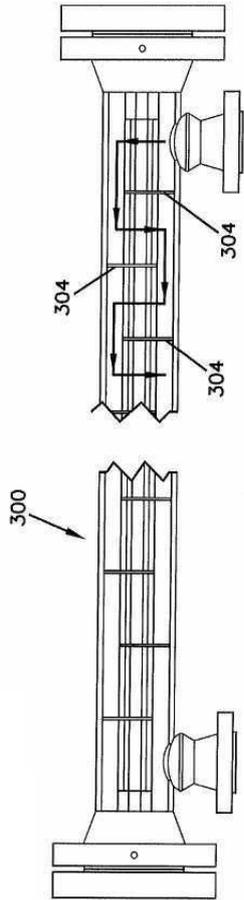
도면7a



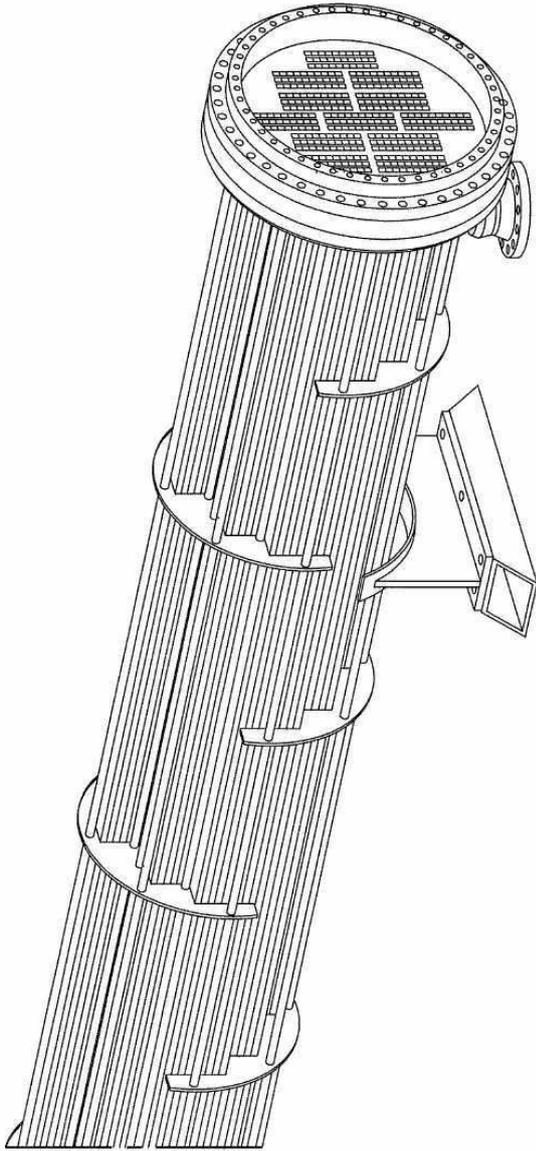
도면7b



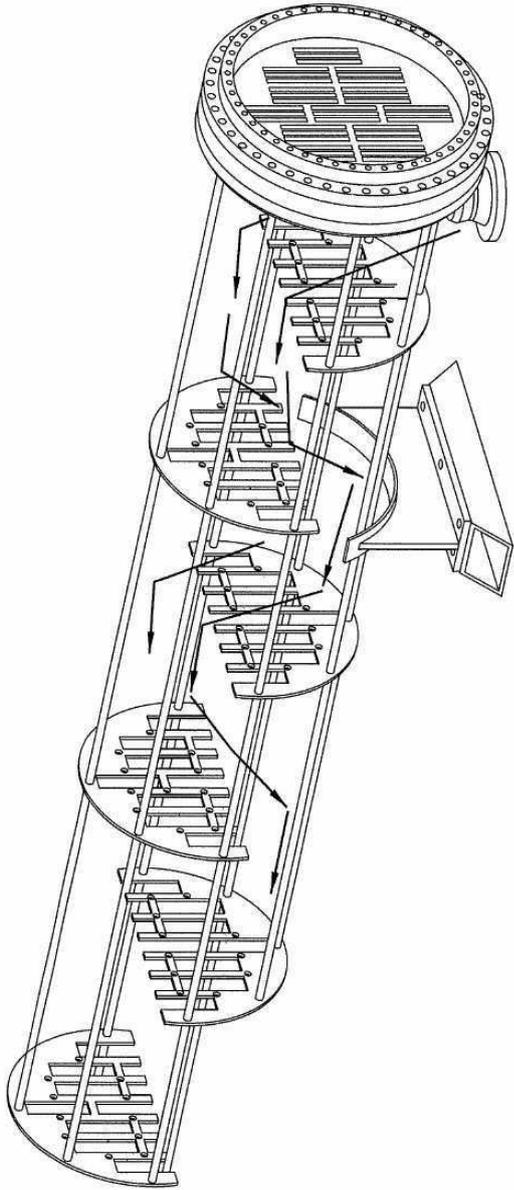
도면7c



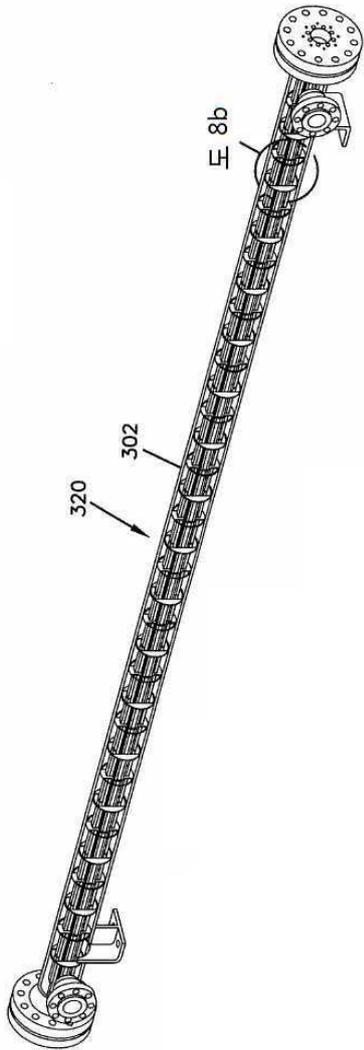
도면7d



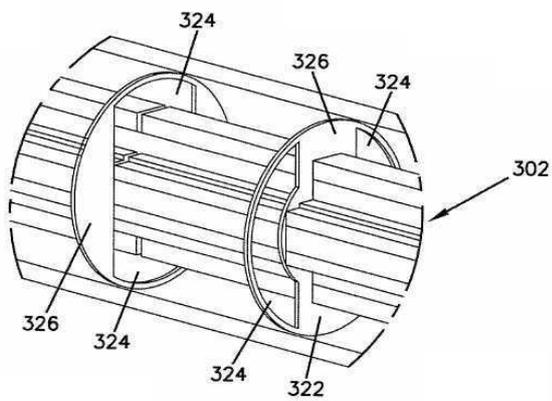
도면7e



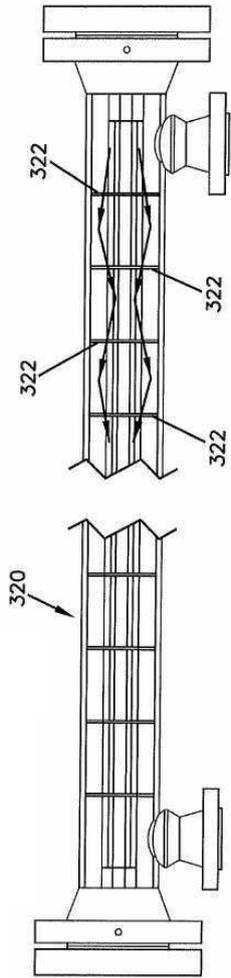
도면8a



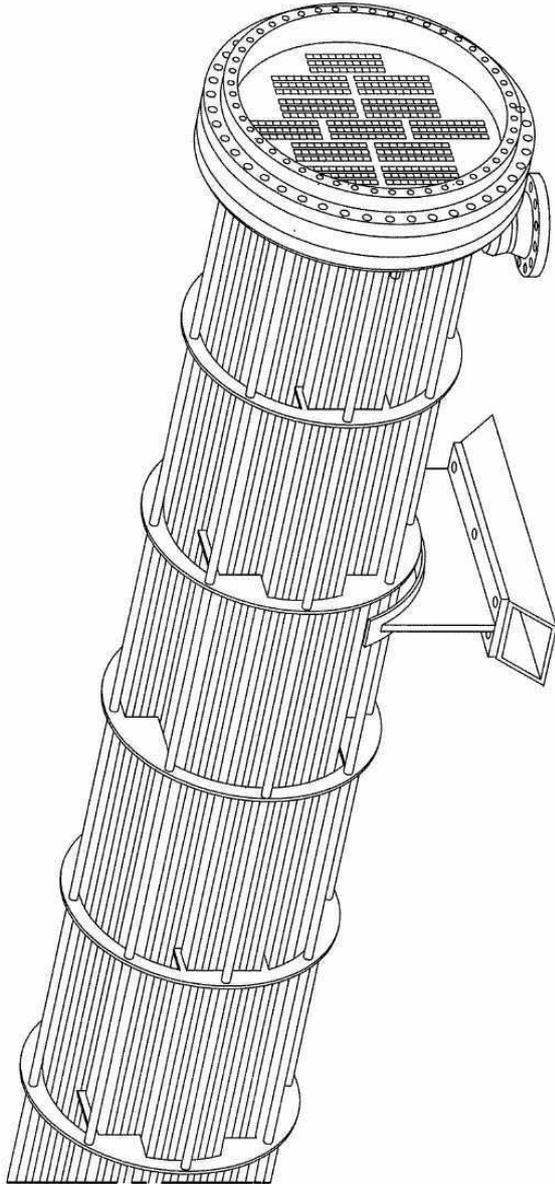
도면8b



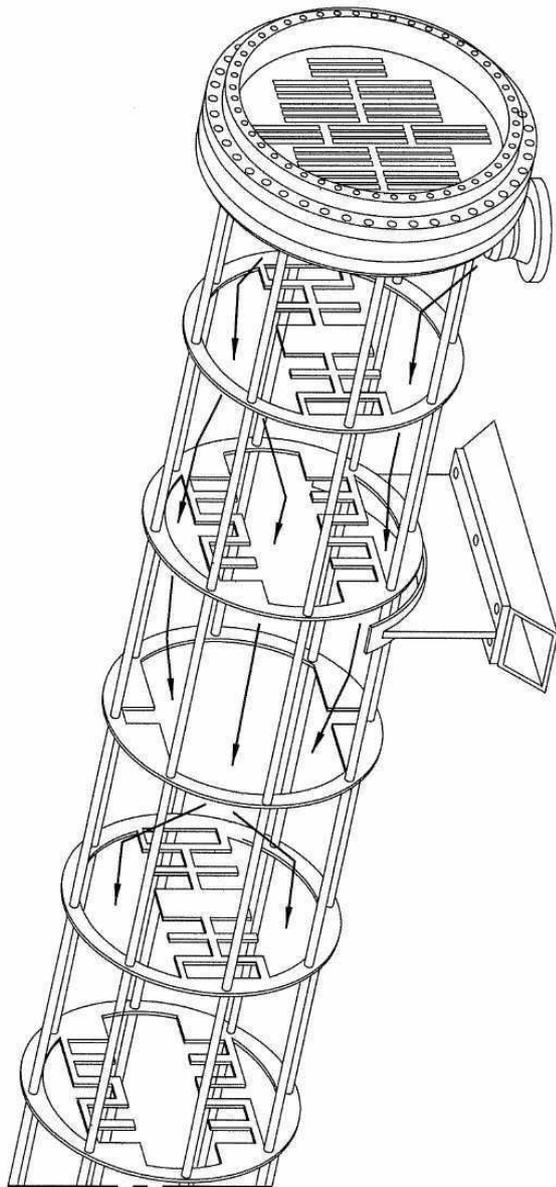
도면8c



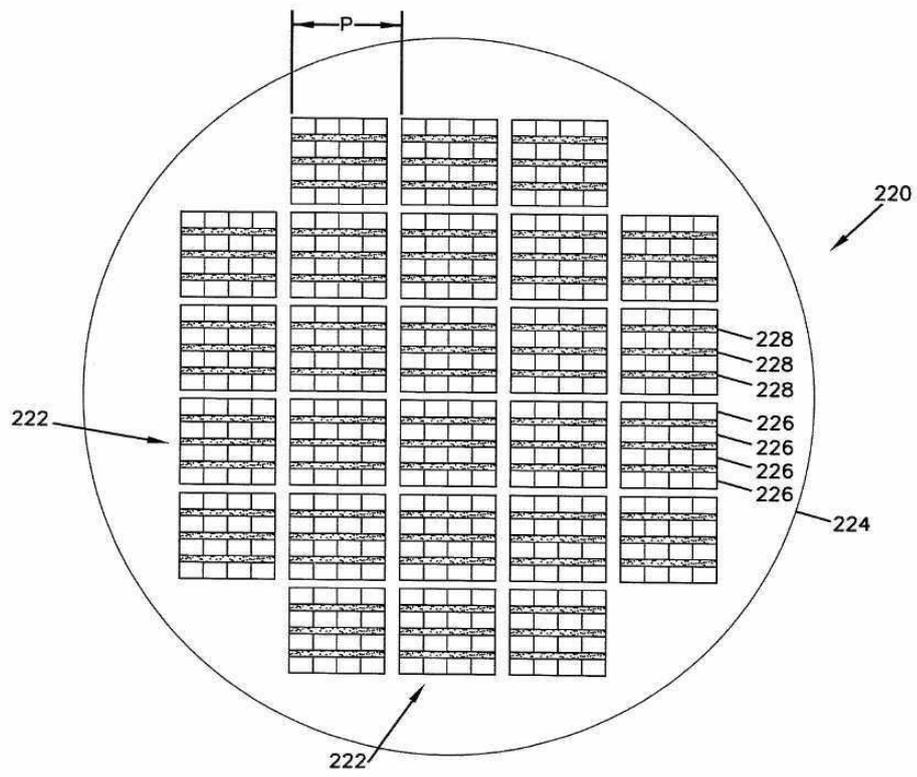
도면8d



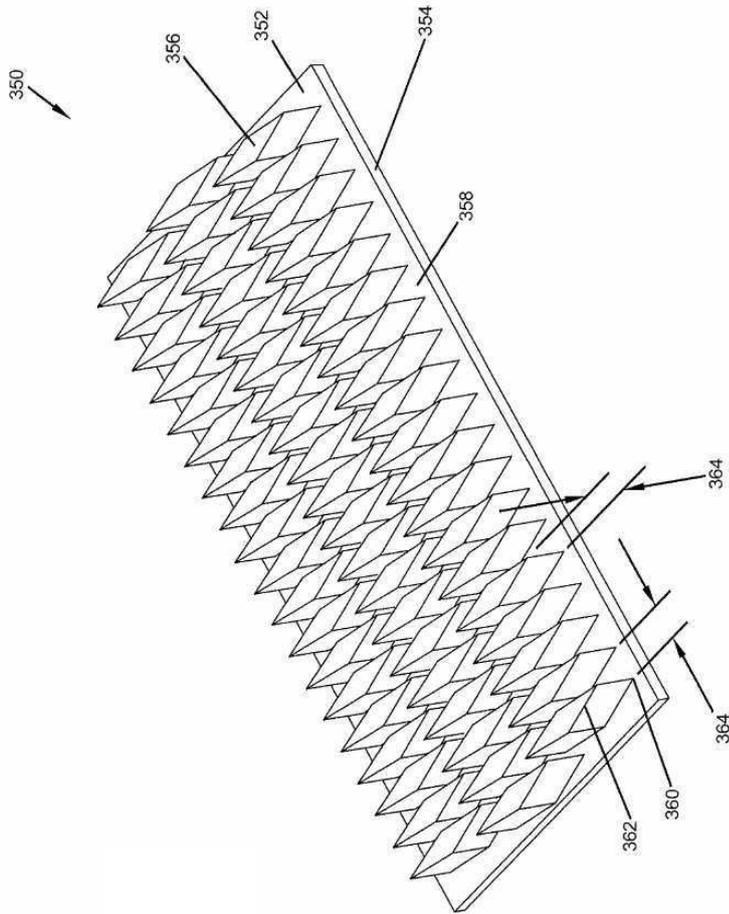
도면8e



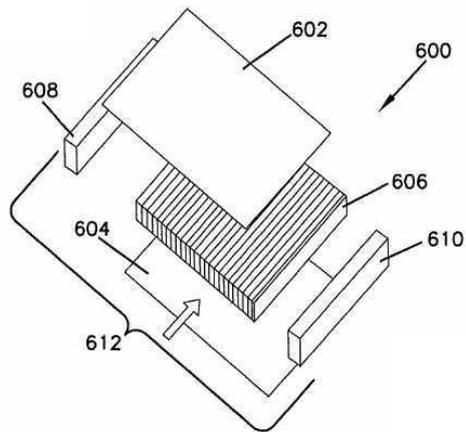
도면9



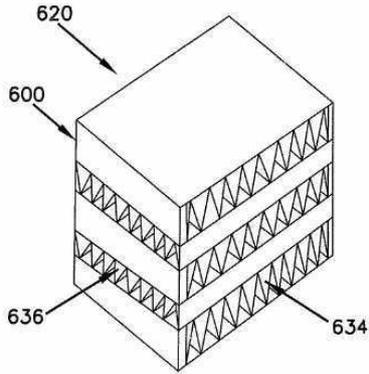
도면10



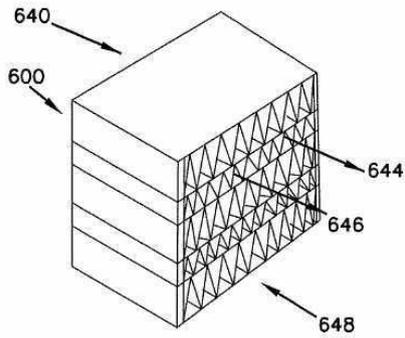
도면11



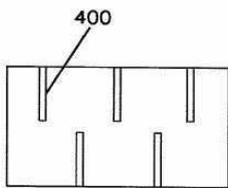
도면12



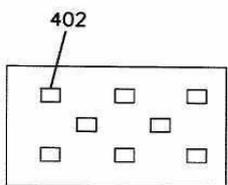
도면13



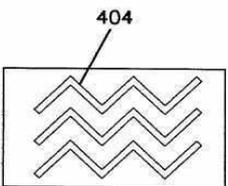
도면14a



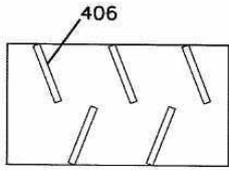
도면14b



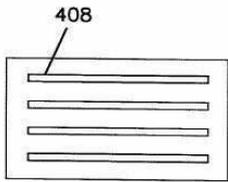
도면14c



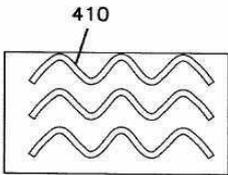
도면14d



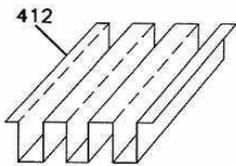
도면14e



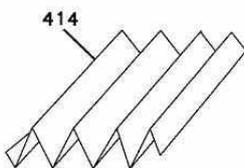
도면14f



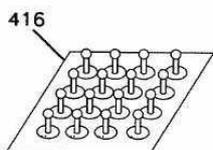
도면14g



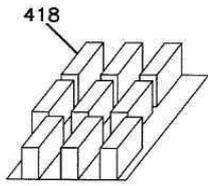
도면14h



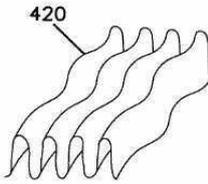
도면14i



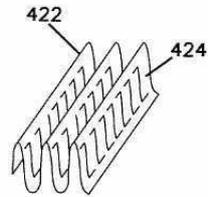
도면14j



도면14k



도면14l



도면14m

