



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0139678  
(43) 공개일자 2022년10월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

*F28D 9/00* (2006.01) *F01K 23/08* (2006.01)  
*F28F 13/06* (2006.01) *F28F 27/00* (2006.01)  
*F28F 3/04* (2006.01)

(52) CPC특허분류

*F28D 9/005* (2013.01)  
*F01K 23/08* (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0045923

(22) 출원일자 2021년04월08일

심사청구일자 2021년04월08일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

이호성

서울특별시 노원구 덕릉로71길 30, 101동 1606호

오진우

서울특별시 중랑구 신내역로1길 85, 113동 404호

정호영

서울특별시 동대문구 제기로6가길 14, 2층

(74) 대리인

권성현, 유광철, 백두진, 강일신, 김정연

전체 청구항 수 : 총 10 항

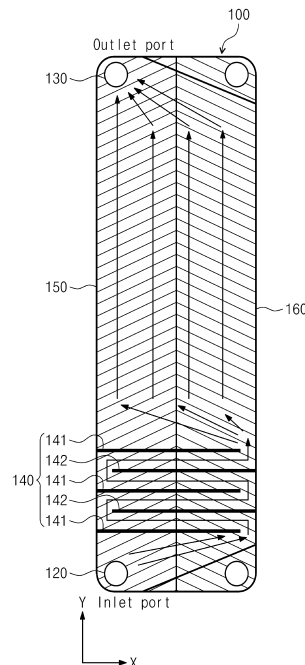
(54) 발명의 명칭 배플형 판형 열교환기 및 이를 포함하는 유기랭킨사이클 증발기

(57) 요약

개시된 발명의 일 측면에 의하면, 기존에 사용되던 판형 열교환기의 전열판에 배플 구조를 추가함으로써 작동 유체의 유동 단면적을 감소시키고, 질량 유속을 증가시킬 수 있으며, 데드존의 형성을 억제할 수 있어서, 일반적인 열교환기보다 열교환 효율이 좋은 판형 열교환기를 제공할 수 있다.

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



일 실시예에 따른 판형 열교환기는 제1 유체 및 제2 유체 사이의 열교환을 수행하는 전열관을 포함하고, 상기 전열관은: 적층된 제1 판과 제2 판을 포함하고, 상기 제1 판과 상기 제2 판 사이에 상기 제1 유체가 흐르는 유로를 구비하는 본체; 상기 유로로 상기 제1 유체가 유입되도록 상기 본체의 유체 유입 측에 형성되는 유입구; 상기 유로를 따라 흐른 상기 제1 유체가 배출되도록 상기 본체의 유체 배출 측에 형성되는 배출구; 및 상기 유로의 유체 유입 영역에서 상기 제1 유체가 흐르는 방향을 측방으로 전환하도록 상기 유로 내에 설치되는 복수개의 배플(baffle);을 포함하고, 상기 복수개의 배플은: 상기 유입구로부터 상기 배출구를 향하는 방향으로 소정 간격 이격되어 교대로 형성되는 적어도 하나의 제1 배플과 적어도 하나의 제2 배플을 포함하고, 상기 제1 배플은 정현파 형상으로 이루어져 상기 본체의 제1 측면으로부터 상기 제1 측면과 대향하는 제2 측면에서 소정 거리 이격된 위치까지 연장되도록 형성되고, 상기 제2 배플은 정현파 형상으로 이루어져 상기 제2 측면으로부터 상기 제1 측면에서 소정 거리 이격된 위치까지 연장될 수 있다.

(52) CPC특허분류

**F28F 13/06** (2013.01)

**F28F 27/00** (2013.01)

**F28F 3/046** (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                              |
|-------------|------------------------------|
| 과제고유번호      | 1415167122                   |
| 과제번호        | 2018201060010B               |
| 부처명         | 산업통상자원부                      |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국에너지기술평가원                   |
| 연구사업명       | 에너지수요관리핵심기술개발(예특)(R&D)       |
| 연구과제명       | Cascade 열활용 지역 냉난방 최적화 기술 개발 |
| 기 여 율       | 1/1                          |
| 과제수행기관명     | 고려대학교 산학협력단                  |
| 연구기간        | 2020.01.01 ~ 2021.12.31      |

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제1 유체 및 제2 유체 사이의 열교환을 수행하는 전열관을 포함하는 판형 열교환기에 있어서,

상기 전열관은:

적층된 제1 판과 제2 판을 포함하고, 상기 제1 판과 상기 제2 판 사이에 상기 제1 유체가 흐르는 유로를 구비하는 본체;

상기 유로로 상기 제1 유체가 유입되도록 상기 본체의 유체 유입 측에 형성되는 유입구;

상기 유로를 따라 흐른 상기 제1 유체가 배출되도록 상기 본체의 유체 배출 측에 형성되는 배출구; 및

상기 유로의 유체 유입 영역에서 상기 제1 유체가 흐르는 방향을 측방으로 전환하도록 상기 유로 내에 설치되는 복수개의 배플(baffle);을 포함하고,

상기 복수개의 배플은:

상기 유입구로부터 상기 배출구를 향하는 방향으로 소정 간격 이격되어 교대로 형성되는 적어도 하나의 제1 배플과 적어도 하나의 제2 배플을 포함하고,

상기 제1 배플은 정현파 형상으로 이루어져 상기 본체의 제1 측면으로부터 상기 제1 측면과 대향하는 제2 측면에서 소정 거리 이격된 위치까지 연장되도록 형성되고,

상기 제2 배플은 정현파 형상으로 이루어져 상기 제2 측면으로부터 상기 제1 측면에서 소정 거리 이격된 위치까지 연장되는, 판형 열교환기.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 판형 열교환기는 액상의 상기 제1 유체를 상기 제2 유체와 열교환시켜 증발시키는 증발기이고,

상기 배플이 설치되는 상기 유체 유입 영역은 상기 제1 유체가 액상인 구간인, 판형 열교환기.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 판의 제1 표면 및 상기 제2 판의 상기 제1 표면과 대향하는 제2 표면은 각각 정현파 형상을 가지고,

상기 배플은 하기의 수식에 따른 정현파 파장을 가지며,

[수식]

$$\lambda' = \frac{\lambda}{\cos\beta}$$

상기 수식에서  $\lambda'$  는 상기 배플의 정현파 파장이고,  $\lambda$  는 상기 제1 판 및 상기 제2 판의 표면에 형성된 정현파 형상의 파장이고,  $\beta$  는 상기 제1 판 및 상기 제2 판의 표면에 형성된 정현파 형상의 배열 각도인, 판형 열교환기.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 판 및 상기 제2 판의 표면은 각각 상기 전열판의 중심축 상의 굴곡점을 기준으로 좌우 대칭되는 형태로 굴곡되는 정현파 형상으로 형성되고,

상기 복수개의 배플은 각각 상기 굴곡점에 해당하는 위치에 설치되는, 판형 열교환기.

#### 청구항 5

제3항에 있어서,

상기 배플의 오목한 부분은 상기 제1 판 또는 상기 제2 판과 같은 두께를 가지는, 판형 열교환기.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 복수개의 배플 중 상기 배출구와 가장 근접한 배플은 정현파 형상을 가지는 정현파 구간과 판 형상을 가지는 판형 구간이 교번하여 반복되는 형상을 가지는, 판형 열교환기.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 정현파 구간과 상기 판형 구간은 같은 파장을 가지도록 형성되는, 판형 열교환기.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 복수개의 배플 중 상기 배출구와 가장 근접한 배플은 복수개의 정현파 형상 중의 적어도 일부의 볼록한 부분에 상기 제1 유체가 통과될 수 있는 적어도 하나의 통공이 형성되는, 판형 열교환기.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 통공에 형성되고, 상기 통공의 크기를 조절하여 상기 배출구와 가장 근접한 배플을 통과하는 제1 유체의 유량을 조절하는 유량 조절 밸브; 및

상기 제1 유체의 상태에 따라 상기 유량 조절 밸브를 제어하는 제어부;를 더 포함하는, 판형 열교환기.

#### 청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항의 판형 열교환기를 포함하는 유기랭킨사이클 증발기.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 배플형 판형 열교환기 및 이를 포함하는 유기랭킨사이클 증발기에 관한 발명으로, 상세하게는 기존에 사용되고 있던 정현파 형상의 판형 열교환기에 정현파 형상의 배플 구조를 추가함으로써, 작동 유체의 유동 단면적을 조절하고, 이를 통해 유체 사이에 효율적인 열교환이 가능한 판형 열교환기 및 유기랭킨사이클 증발기에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 열교환기는 제1 유체 및 제2 유체간 열을 교환시키기 위한 장치로써, 사용목적에 따라 가열기, 냉각기, 증발기 등으로 칭하기도 한다. 이러한 열교환기는 크게 판형 열교환기와 관형 열교환기로 분류된다. 판형 열교환기는 비교적 소형이면서 열교환 효율이 뛰어나며, 자동차, 냉매시스템 등 여러 분야에서 사용되고 있다.

[0003] 판형 열교환기는 복수개의 전열판이 적층된 형태이다. 전열판들은 서로 적층되어 결합됨으로써, 제1 유체와 제2 유체가 유동할 수 있는 복수개의 유로를 형성한다. 제1 유체와 제2 유체는 전열판들 사이에 형성된 유로를 따라 유동하면서 열을 교환할 수 있다. 이 경우, 제1 유체와 제2 유체는 전열판을 사이에 두고 유동하므로, 서로 혼

합되지 않으면서 열교환된다.

[0004] 한편, 저온 열원 유기랭킨사이클의 증발기로 종래의 판형 열교환기를 사용할 경우 전체 전열 구간에서 작동 유체의 유동 단면적이 일정하게 유지된다. 이 때, 액상의 작동 유체는 질량 유속의 제한으로 현저하게 낮은 열전달 계수를 가지게 되고, 이는 전체 열전달 성능의 저하를 초래할 수 있다는 문제가 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005] 개시된 발명의 일 측면에 의하면, 기존에 사용되던 판형 열교환기의 전열판에 배플 구조를 추가함으로써 작동 유체의 유동 단면적을 감소시키고, 질량 유속을 증가시킬 수 있으며, 데드존의 형성을 억제할 수 있어서, 일반적인 열교환기보다 열교환 효율이 좋은 판형 열교환기를 제공할 수 있다.

### 과제의 해결 수단

[0006] 개시된 발명의 일 측면에 따른 판형 열교환기는, 제1 유체 및 제2 유체 사이의 열교환을 수행하는 전열판을 포함하고, 상기 전열판은: 적층된 제1 판과 제2 판을 포함하고, 상기 제1 판과 상기 제2 판 사이에 상기 제1 유체가 흐르는 유로를 구비하는 본체; 상기 유로로 상기 제1 유체가 유입되도록 상기 본체의 유체 유입 측에 형성되는 유입구; 상기 유로를 따라 흐른 상기 제1 유체가 배출되도록 상기 본체의 유체 배출 측에 형성되는 배출구; 및 상기 유로의 유체 유입 영역에서 상기 제1 유체가 흐르는 방향을 측방으로 전환하도록 상기 유로 내에 설치되는 복수개의 배플;을 포함하고, 상기 복수개의 배플은: 상기 유입구로부터 상기 배출구를 향하는 방향으로 소정 간격 이격되어 교대로 형성되는 적어도 하나의 제1 배플과 적어도 하나의 제2 배플을 포함하고, 상기 제1 배플은 정현파 형상으로 이루어져 상기 본체의 제1 측면으로부터 상기 제1 측면과 대향하는 제2 측면에서 소정 거리 이격된 위치까지 연장되도록 형성되고, 상기 제2 배플은 정현파 형상으로 이루어져 상기 제2 측면으로부터 상기 제1 측면에서 소정 거리 이격된 위치까지 연장될 수 있다.

[0007] 또한, 상기 판형 열교환기는 액상의 상기 제1 유체를 상기 제2 유체와 열교환시켜 증발시키는 증발기이고, 상기 배플이 설치되는 상기 유체 유입 영역은 상기 제1 유체가 액상인 구간일 수 있다.

[0008] 또한, 상기 제1 판의 제1 표면 및 상기 제2 판의 상기 제1 표면과 대향하는 제2 표면은 각각 정현파 형상을 가지고, 상기 배플은 하기의 수식에 따른 정현파 파장을 가지며,

[0009] [수식]

$$\lambda' = \frac{\lambda}{\cos \beta}$$

[0010]

[0011] 상기 수식에서  $\lambda'$  는 상기 배플의 정현파 파장이고,  $\lambda$  는 상기 제1 판 및 상기 제2 판의 표면에 형성된 정현파 형상의 파장이고,  $\beta$  는 상기 제1 판 및 상기 제2 판의 표면에 형성된 정현파 형상의 배열 각도일 수 있다.

[0012] 또한, 상기 제1 판 및 상기 제2 판의 표면은 각각 상기 전열판의 중심축 상의 굴곡점을 기준으로 좌우 대칭되는 형태로 굴곡되는 정현파 형상으로 형성되고, 상기 복수개의 배플은 각각 상기 굴곡점에 해당하는 위치에 설치될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 배플의 오목한 부분은 상기 제1 판 또는 상기 제2 판과 같은 두께를 가질 수 있다.

[0014] 또한, 상기 복수개의 배플 중 상기 배출구와 가장 근접한 배플은 정현파 형상을 가지는 정현파 구간과 판 형상을 가지는 판형 구간이 교번하여 반복되는 형상을 가질 수 있다.

[0015] 또한, 상기 정현파 구간과 상기 판형 구간은 같은 파장을 가지도록 형성될 수 있다.

[0016] 또한, 상기 복수개의 배플 중 상기 배출구와 가장 근접한 배플은 복수개의 정현파 형상 중의 적어도 일부의 볼록한 부분에 상기 제1 유체가 통과될 수 있는 적어도 하나의 통공이 형성될 수 있다.

[0017] 또한, 상기 통공에 형성되고, 상기 통공의 크기를 조절하여 상기 배출구와 가장 근접한 배플을 통과하는 제1 유체의 유량을 조절하는 유량 조절 밸브; 및 상기 제1 유체의 상태에 따라 상기 유량 조절 밸브를 제어하는 제어

부;를 더 포함할 수 있다.

[0018] 개시된 발명의 일 측면에 따른 유기랭킨사이클 증발기는, 상기 판형 열교환기를 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

[0019] 개시된 발명의 일 측면에 따른 판형 열교환기는, 정현과 형상의 전열판의 표면에 배치된 정현과 형상의 배플 구조에 의해 제1 유체의 유동 단면적을 조절하고, 데드존의 형성을 억제함으로써, 제1 유체 및 제2 유체간 효율적인 열교환을 수행할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 종래 기술에 따른 판형 열교환기의 문제점을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 판형 열교환기를 도시한 도면이다.
- 도 3은 일 실시예에 따라 개선된 유체의 승온 효과를 도시한 도면이다.
- 도 4는 일 실시예에 따라 개선된 승온 효과를 나타내는 그래프이다.
- 도 5는 일 실시예에 따라 개선된 열전달 계수 및 열전달율을 나타내는 그래프이다.
- 도 6은 일 실시예에 따라 제1 판 및 제2 판이 적층된 상태를 나타내는 도면이다.
- 도 7은 일 실시예에 따른 전열판의 기하 변수를 나타내는 도면이다.
- 도 8은 일 실시예에 따른 전열판의 적층에 의한 구조적 특징을 나타내는 도면이다.
- 도 9는 일 실시예에 따른 배플의 설치 위치를 나타내는 도면이다.
- 도 10은 일 실시예에 따른 정현과 형상으로 이루어진 제1 판, 제2 판 및 배플을 나타내는 도면이다.
- 도 11은 일 실시예에 따른 정현과 형상으로 이루어진 배플의 기하적 특징을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 12는 배플에 의해 형성되는 데드존(dead-zone)을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 13은 일 실시예에 따른 배출구와 가장 근접한 배플의 기하적 특징을 설명하기 위한 도면이다.
- 도14는 배출구와 가장 근접한 배플의 다양한 형상에 따른 데드존 억제 효과를 설명하기 위한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다. 본 명세서가 실시예들의 모든 요소들을 설명하는 것은 아니며, 개시된 발명이 속하는 기술분야에서 일반적인 내용 또는 실시예들 간에 중복되는 내용은 생략한다.
- [0022] 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0023] 제1, 제2 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 전술된 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다.
- [0024] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 예외가 있지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0025] 이하 첨부된 도면들을 참고하여 개시된 발명의 작용 원리 및 실시예들에 대해 설명한다.
- [0026] 도 1은 종래 기술에 따른 판형 열교환기의 문제점을 설명하기 위한 도면이다.
- [0027] 도 1의 (a)를 참조하면, 종래의 판형 열교환기는 전열판을 반복 및 적층하여 유체의 유로를 형성하는 것을 확인할 수 있고, 도1의 (c)를 참조하면, 종래의 판형 열교환기는 유체가 유입구에서 배출구로 단순하게 이동하면서 상변화를 하는 것을 확인할 수 있다. 이때, 유체의 유동 단면적은 모든 구간에서 일정하다.
- [0028] 이에 따라, 질량 유속에 비례하는 열전달 계수의 특성상, 종래의 열교환기 형상으로는 열전달 성능 향상에 한계가 있었다. 즉, 종래의 판형 열교환기는 액상의 유체가 질량 유속의 제한으로 낮은 열전달 계수를 가지고, 이는 전체 열전달 성능의 저하를 초래하는 문제가 있었다.

- [0029] 도 2는 일 실시예에 따른 판형 열교환기를 도시한 도면이다.
- [0030] 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 제1 유체 및 제2 유체 사이의 열교환을 수행하는 판형 열교환기는 전열판(100)을 포함할 수 있다. 구체적으로, 제1 유체 및 제2 유체는 하나의 전열판(100)을 사이에 두고 판형 열교환기 내부를 유동하면서 서로 열교환을 수행할 수 있다.
- [0031] 제1 유체는 제2 유체를 가열 또는 냉각하기 위한 열교환 매체일 수 있다. 이때, 제2 유체가 작동 유체일 수 있다. 반대로, 제2 유체가 열교환 매체이고, 제1 유체가 작동 유체일 수도 있다. 즉, 본 발명의 실시예에 따른 판형 열교환기의 내부에서는 열교환 매체 및 작동 유체가 유동할 수 있다.
- [0032] 본 발명의 실시예에 따른 전열판(100)은, 적층된 제1 판(101)과 제2 판(102)을 포함할 수 있다.
- [0033] 전열판(100)은 제1 판(101) 및 제2 판(102) 사이의 유로로 제1 유체가 유입되도록 본체(110)의 유체 유입 측에 형성되는 유입구(120)를 포함할 수 있다.
- [0034] 유입구(120)는 전열판(100)을 관통하여 형성된다. 유입구(120)는 원형의 형상으로 되어있을 수 있으나, 이에 한정되지 않으며, 제1 유체가 유로로 유입될 수 있는 형태이면 다른 형상일 수도 있다.
- [0035] 전열판(100)은 제1 판(101) 및 제2 판(102) 사이의 유로를 따라 흐른 제1 유체가 배출되도록 본체(110)의 유체 배출 측에 형성되는 배출구(130)를 포함할 수 있다.
- [0036] 배출구(130)는 전열판(100)을 관통하여 형성된다. 배출구(130)는 원형의 형상으로 되어있을 수 있으나, 이에 한정되지 않으며, 제1 유체가 유로부터 배출될 수 있는 형태라면 다른 형상을 하더라도 문제없다.
- [0037] 전열판(100)은 유로의 유체 유입 영역에서 제1 유체가 흐르는 방향을 측방으로 전환하도록 유로 내에 설치되는 복수개의 배플(baffle)(140)을 포함할 수 있다.
- [0038] 배플(140)은 기존의 판형 열교환기의 재료와 동일한 재료로 제조될 수 있다. 예를 들어, 배플(140)은 전열판(100)의 재료인 스테인리스강으로 이루어질 수 있다.
- [0039] 배플(140)은 유입구(120) 및 배출구(130) 사이에 위치하도록 전열판(100)에 결합될 수 있다.
- [0040] 배플(140)은 유입구(120) 및 배출구(130) 사이에 설치되어 유입구(120)를 통해 유입된 제1 유체가 곧바로 배출구(130) 쪽으로 이동하는 것을 차단할 수 있다. 결국, 유입구(120)를 통해 유입된 제1 유체는 배플(140)을 우회하면서 이동한 후에, 배플(140)이 없는 유로 내의 영역으로 빠져나온 이후 비로소 배플(140)의 방해 없이 유입구(120)를 향하여 이동할 수 있다.
- [0041] 배플(140)은 단순히 유로 내의 모든 영역에 위치하는 것이 아니라, 유체 유입 영역에 위치할 수 있다.
- [0042] 구체적으로, 판형 열교환기는 액상의 제1 유체를 제2 유체와 열교환시켜 증발시키는 증발기일 수 있으며, 유체 유입 영역은, 제1 유체가 액상인 구간일 수 있다.
- [0043] 제1 유체가 액상인 구간은 본체(110) 면적의 30% 내지 40%를 차지할 수 있다. 하지만, 제1 유체가 액상인 구간은 제1 유체의 종류, 제2 유체의 종류, 제1 유체의 온도, 제2 유체의 온도 등에 따라 얼마든지 달라질 수 있으며, 배플(140)이 위치하는 유체 유입 영역 또한 이에 따라 달라질 수 있다.
- [0044] 복수개의 배플(140)은 유입구(120)로부터 배출구(130)를 향하는 방향으로 소정 간격 이격되어 교대로 형성되는 적어도 하나의 제1 배플(141)과 적어도 하나의 제2 배플(142)을 포함할 수 있다.
- [0045] 즉, 제1 유체는 유입구(120)로부터 배출구(130)를 이동하는 과정에서 제1 배플(141) 및 제2 배플(142)을 교대로 만나게 된다.
- [0046] 제1 배플(141)은 정현파 형상으로 이루어져 본체(110)의 제1 측면(150)으로부터 제1 측면(150)과 대향하는 제2 측면(160)에서 소정 거리 이격된 위치까지 연장되도록 형성될 수 있다.
- [0047] 제2 배플(142)은 정현파 형상으로 이루어져 제2 측면(160)으로부터 제1 측면(150)에서 소정 거리 이격된 위치까지 연장될 수 있다.
- [0048] 제1 배플(141) 및 제2 배플(142)이 정현파 형상인 것은, 정현파 형상의 제1 판(101) 및 정현파 형상의 제2 판(102) 사이에 위치하면서도 배플 구조를 형성하기 위함일 수 있다.
- [0049] 제1 측면(150)은 유체가 판형 열교환기 내부에서 이동할 때, 판형 열교환기 외부로 유체가 빠져나가지 못하도록

전열판(100)의 가장자리에 형성되어 있을 수 있다.

- [0050] 제2 측면(160)은 유체가 판형 열교환기 내부에서 이동할 때, 판형 열교환기 외부로 유체가 빠져나가지 못하도록 제1 측면(150)의 반대측 가장자리에 형성되어 있을 수 있다.
- [0051] 결과적으로, 제1 유체는 유입구(120)를 통하여 본체(110) 내부로 들어온 후, 제1 배플(141)을 우회하는 방향으로 이동하고, 제2 측면(160)에 도달하고, 제2 측면(160)을 따라 이동한 뒤, 제2 배플(142)에 도달할 수 있다.
- [0052] 이후, 제1 유체는 제1 판(101), 제2 판(102), 제1 배플(141) 및 제2 배플(142) 사이의 공간을 따라 이동한 뒤, 제1 측면(150)에 도달하고, 제1 측면(150)을 따라 이동한 뒤, 제1 배플(141)에 도달할 수 있다.
- [0053] 제1 유체는 제1 판(101), 제2 판(102), 제2 배플(142) 및 제1 배플(141) 사이의 공간을 따라 이동한 뒤, 제2 측면(160)에 도달하고, 제2 측면(160)을 따라 이동한 뒤, 또 다른 제1 배플(141)에 도달할 수 있다.
- [0054] 이렇게 제1 유체는 유입구(120)를 통해 본체(110) 내부에 진입한 후, 곧바로 배출구(130)를 향하여 이동할 수 있는 것이 아니라, 제1 판(101), 제2 판(102), 제1 배플(141) 및 제2 배플(142) 사이의 공간을 따라 지그재그로 이동할 수 있다.
- [0055] 제1 유체가 배플(140)에 의하여 지그재그로 이동하는 구간의 영역은 복수개의 배플(140)들이 설치되어 있는 유체 유입 영역이다. 제1 유체가 마지막 배플(140)을 우회한 이후, 제1 유체는 유체 유입 영역을 벗어나고, 지그재그로 이동할 필요 없이 배출구(130)를 향하여 이동할 수 있다.
- [0056] 유체의 마찰 압력강하는 밀도와 질량 유속의 제곱에 비례한다. 액상의 유체는 밀도가 높지만 유속이 기상의 유체보다 상대적으로 낮다. 따라서, 액상 유체는 기상의 유체에 비하여 마찰 압력강하의 절대값이 크지 않다.
- [0057] 전술한 실시예와 같이 제1 유체가 액상인 구간에만, 즉 유체 유입 영역에만 배플(140)이 설치되는 것은, 이러한 특징을 이용하기 위함이다.
- [0058] 본 발명의 실시예에 따르면, 액상 유체의 열전달 계수가 증가함에 따라 액상의 유체가 이상 상태에 도달하는데 요구되는 열전달 면적은 감소하게 되고, 이를 통하여 본체(110)의 크기를 감소시킬 수 있다. 또한, 본체(110) 내부의 전체 전열 구간에서 유체가 하나의 상으로 열전달하는 구간의 비율을 감소시키고, 상변화 열전달 구간의 비율을 증가시킴으로써, 열교환기의 열전달 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0059] 유기랭킨사이클 시스템은 통상적으로 주거용 및 상업용 동력 분배 시스템 또는 그리드에 제공되는 전력을 발생시키기 위한 목적으로 사용될 수 있다. 유기랭킨사이클은 작동 유체로서 물 또는 증기 대신에 냉매(유기 유체)를 사용하는 증기 동력 사이클일 수 있다. 유기 랭킨 사이클은 유체의 증발을 위한 증발기를 포함할 수 있다.
- [0060] 본 발명의 유기랭킨사이클 증발기는 전술했거나 후술할 모든 형태의 판형 열교환기를 포함할 수 있다.
- [0061] 도 3은 일 실시예에 따라 개선된 유체의 승온 효과를 도시한 도면이며, 도 4는 일 실시예에 따라 개선된 승온 효과를 나타내는 그래프이다.
- [0062] 도 3을 참조하면, 일 실시예에 따른 전열판(100)은, 제1 판(101)과 제2 판(102) 사이에 제1 유체가 흐르는 유로를 구비하는 본체(110)를 포함할 수 있다.
- [0063] 즉, 제1 판(101) 및 제2 판(102)이 적층되면 제1 판(101) 및 제2 판(102) 사이에 공간이 형성되고, 이러한 공간이 제1 유체가 이동하는 유로로 이용될 수 있다.
- [0064] 제1 판(101) 및 제2 판(102)은 서로 형태가 같은 전열판(100)일 수 있다.
- [0065] 한편, 제1 판(101)에 있어서, 제2 판(102)이 접한 방향의 반대쪽 방향에는 타 전열판(100)이 적층될 수 있다. 이때, 제1 판(101)과 타 전열판(100) 사이의 공간은 제2 유체가 이동하는 유로로 이용될 수 있다.
- [0066] 또한, 제2 판(102)에 있어서, 제1 판(101)이 접한 방향의 반대쪽 방향에도 타 전열판(100)이 적층될 수 있다. 이때, 제2 판(102)과 타 전열판(100) 사이의 공간은 제2 유체가 이동하는 유로로 이용될 수 있다.
- [0067] 도 3 및 도 4를 참조하면, 본 발명의 효과를 설명하기 위하여 단순히 모델링되어 시뮬레이션한 결과, 유체의 승온 효과가 개선되었음을 알 수 있다.
- [0068] 즉, 도 1의 (b)에 도시된 기존 판형 열교환기의 경우, 유체의 유동이 수직 방향으로 균일하게 형성되어 있으나, 도 3에 도시된 본 발명의 판형 열교환기의 경우 배플(140)의 형상 덕분에 유체의 유동이 수평 및 수직 방향으로 교차되는 것을 확인할 수 있다.

[0069] 결과적으로, 일 실시예에 따라 배플 구조가 적용된 판형 열교환기는 배플 구조가 없는 종래의 판형 열교환기에 비하여, 제1 유체의 온도 상승 효과가 큰 것을 시각적으로 확인할 수 있다.

[0070] 도 4의 (a)는 배플 구조가 없는 종래의 판형 열교환기 내부에서, 본체의 수직 방향 이동 거리에 대한 제1 유체의 온도 변화를 나타낸 그래프이며, 도 4의 (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 판형 열교환기 내부에서, 본체의 수직 방향 이동 거리에 대한 제1 유체의 온도 변화를 나타낸 그래프이다.

[0071] 기존의 판형 열교환기로는 제1 유체의 수직 방향 이동 거리가 45mm일 때, 제1 유체의 온도가 24.6℃ 상승하지만, 배플 구조가 적용된 일 실시예에 따른 판형 열교환기는 같은 45mm 기준으로, 46.8℃ 상승하는 것을 확인할 수 있다.

[0072] 이에 따라, 제1 유체의 증발 온도가 85℃인 경우, 배플 구조가 적용되면 제1 유체의 온도가 더 빠르게 도달한다는 것을 확인할 수 있다.

[0073] 도 5는 일 실시예에 따라 개선된 열전달 계수 및 열전달율을 나타내는 그래프이다.

[0074] 도 5를 참조하면, 도 5의 (a)는 배플 구조 유무에 따른 액상 구간의 질량 유속 및 열전달 계수를 나타낸다.

[0075] [방정식 1]

$$G = \frac{m}{A}$$

[0076]

[0077] [방정식 1]을 참조하면, 질량 유속(G)은 작동 유체, 즉 제1 유체의 질량 유량(m)에 비례하고, 제1 유체의 유동 단면적(A)에 반비례함을 확인할 수 있다.

[0078] 배플 구조의 적용의 유무와 관계없이 제1 유체의 질량 유량(m)은 동일할 수 있다.

[0079] 반면, 배플 구조가 적용하면 제1 유체의 유동 단면적이 종래의 10% 내지 17% 수준으로 감소할 수 있다. 작동 유체의 유동 단면적 감소는 저온 열원과의 유속 차이를 줄여서 열교환기의 열전달 성능을 향상시키는데 기여할 수 있다.

[0080] 질량 유속(G)의 증가로 인하여 제1 유체측 열전달 계수는  $350\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ 에서  $1300\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ 로 증가함을 확인할 수 있다.

[0081] 도 5의 (b)는 배플 구조 유무에 따른 동일한 제1 유체의 열전달 면적 대비 열전달율을 나타낸다.

[0082] 배플 구조가 적용되지 않은 경우에 비하여, 배플 구조가 적용된 판형 열교환기는 동일 면적 당 열전달율이 1.94 배 수준으로 상승함을 알 수 있다. 이에 따라 판형 열교환기의 열전달 면적을 15% 절감하는 것이 가능하다.

[0083] 도 6은 일 실시예에 따라 제1 판 및 제2 판이 적층된 상태를 나타내는 도면이다.

[0084] 구체적으로, 제1 판(101) 및 제2 판(102)이 적층된 상태를 나타내기 위하여 특정한 면적의 제1 판(101) 위에 해당 면적 절반의 면적을 가지는 제2 판(102)이 올려진 형상을 도시했다.

[0085] 도 6을 참조하면, 기존의 정현파 형상의 전열판(100) 특성상, 이를 적층할 시 유동 단면적은 위치마다 불규칙적으로 변한다는 점을 알 수 있다. 따라서, 전열판(100)의 형상 정보만으로 제작할 배플(140)의 형상 및 장착 위치를 결정하는 것이 중요하다.

[0086] 도면 6의 (a)에 도시된 바와 같이 전열판(100)의 적층으로 형성된 굴곡점(170)(contact point)와 전열판(100)의 중심축이 만나는 지점에서 유동 단면을 확인할 경우, 대칭형 정현파로 유동 채널이 형성되어 배플(140)의 구조를 일반화하기 용이할 수 있다.

[0087] 그 외의 위치에서는 도면 6의 (b)에 도시된 바와 같이 비대칭형 정현파 구조의 유동 채널이 형성되기 때문에, 배플 구조의 제작과 배치의 일반화가 불가능할 수 있다. 따라서, 배플 구조의 장착 위치를 도면 6의 (a)에 도시된 바와 같이 굴곡점(170)(contact point)을 기준으로 정할 수 있다.

[0088] 도 7은 일 실시예에 따른 전열판의 기하 변수를 나타내는 도면이며, 도 8은 일 실시예에 따른 전열판의 적층에 의한 구조적 특징을 나타내는 도면이다.

[0089] 도 7을 참조하면, 제1 판(101)의 제1 표면 및 제2 판(102)의 제1 표면과 대향하는 제2 표면은 각각 정현파 형상

을 가질 수 있다.

[0090] 제1 표면은 제1 판(101)의 표면 중 제1 유체가 흐르는 공간을 향하고, 제1 유체가 이동하는 과정에서 제1 판(101)과 접하는 표면일 수 있다.

[0091] 제2 표면은 제2 판(102)의 표면 중 제1 유체가 흐르는 공간을 향하고, 제1 유체가 이동하는 과정에서 제2 판(102)과 접하는 표면일 수 있다.

[0092]  $\beta$ 는 제1 판(101) 및 제2 판(102)의 표면에 형성된 정현과 형상의 배열 각도이고,  $\lambda$ 는 제1 판(101) 및 제2 판(102)의 표면에 형성된 정현과 형상의 파장일 수 있다. 또한, b는 제1 판(101) 또는 제2 판(102)의 정현과 형상의 진폭이며, t는 제1 판(101) 또는 제2판의 전열판 두께일 수 있다.

[0093] 인접한 제1 판(101) 및 제2 판(102) 사이의 거리는 일정하지 않을 수 있다. 즉, 제1 판(101) 및 제2 판(102)의 정현과 형상으로 인하여 제1 판(101) 및 제2 판(102) 사이의 거리는 일정하지 않을 수 있다.

[0094] 도 8을 참조하면, 제1 판(101) 및 제2 판(102) 사이의 거리가 가장 가까운 지점을 굴곡점(170)(CP)로 정할 수 있다.

[0095] 이때, 전열판(100)에 대하여 같은 수평 위치에 있는 굴곡점(170)(CP) 사이의 거리(a)는 [방정식 2]와 같이 나타낼 수 있다.

[0096] [방정식 2]

$$a = \lambda / \sin \beta$$

[0097]

[0098] 도 9는 일 실시예에 따른 배플의 설치 위치를 나타내는 도면이다.

[0099] 도 9를 참조하면, 제1 판(101) 및 제2 판(102)의 표면은 각각 전열판(100)의 중심축 상의 굴곡점(170)을 기준으로 좌우 대칭되는 형태로 굴곡되는 정현과 형상으로 형성될 수 있다.

[0100] 전열판(100)의 중심축에 형성된 굴곡점(170)을 기준으로 배플(140)이 설치될 수 있다. 즉, 복수개의 배플(140)은 각각 굴곡점(170)에 해당하는 위치에 설치될 수 있다.

[0101] 도 10은 일 실시예에 따른 정현과 형상으로 이루어진 제1 판, 제2 판 및 배플을 나타내는 도면이며, 도 11은 일 실시예에 따른 정현과 형상으로 이루어진 배플의 기하적 특징을 설명하기 위한 도면이다.

[0102] 도 10을 참조하면, 전열판(100)의 중심축에 형성된 굴곡점(170)을 기준으로 유동 단면적을 확인할 수 있다.

[0103] 굴곡점(170)을 지나는 유동 단면은 복수개의 기준 단면들로 이루어질 수 있다. 이때, 기준 단면들은 각각 정현과 형태를 할 수 있다.

[0104] 배플(140)은 복수개의 기준 단면을 각각 막는 복수개의 격벽의 형태로 이루어질 수 있다. 이때, 복수개의 기준 단면 중 제1 유체가 마지막으로 도달하는 기준 단면을 제외한 나머지 기준 단면을 격벽이 막는 형태가 되도록 구성될 수 있다.

[0105] 예를 들어, 굴곡점(170)들 사이의 단면이 A 단면, B 단면, C 단면, D 단면, E 단면, F 단면으로 형성되어 있는 경우, 배플(140)은 제1 유체가 마지막으로 도달하는 F 단면으로만 y축 방향으로 유체의 이동이 가능하도록 배치될 수 있다.

[0106] 도 11을 참조하면, 배플(140)의 오목한 부분은 제1 판(101) 또는 제2 판(102)과 같은 두께(t)를 가질 수 있다.

[0107] 즉, 배플(140)의 형상 중 오목한 부분의 두께를 전열판(100)의 두께(t)와 동일하게 함으로써, 전열판(100)들이 효과적으로 적층되도록 할 수 있다.

[0108] [방정식 3]

$$\lambda' = \frac{\lambda}{\cos \beta}$$

[0109]

[0110] 배플(140)은 [방정식3]에 따른 정현과 파장을 가질 수 있다. [방정식3]에서  $\lambda'$ 는 배플(140)의 정현과 파장일

수 있다.

[방정식 4]

$$y = \frac{b}{2} \cdot \sin \left[ \frac{2\pi}{\lambda'} \left( x - \frac{\lambda'}{4} \right) \right] + \frac{b}{2}$$

한편, 배플(140)과 전열관(100)의 기하 형상 관계는 [방정식4]와 같이 나타낼 수 있다. 여기서 y는 제1 판(101)과 제2 판(102) 사이의 중간 지점을 기준으로 한, 즉 배플(140)의 중간 지점을 기준으로 한 배플 높이일 수 있다.

전술한 바와 같이 배플(140)은 정현파 형상인 종래의 전열관(100)들이 적층될 때, 제1 유체가 배플(140)을 우회하면서 이동하도록 기준 단면을 막을 수 있는 형상을 가질 수 있다.

한편, 전열관(100)의 형상은 반드시 정현파에 국한되는 것은 아니며, 종래 사용되던 전열관(100)의 형태라면 어떤 형상이어도 문제없다. 이때, 배플(140)의 형상은 전열관(100)의 형상과 동일한 형상을 하여 제1 유체가 배플(140)을 우회하면서 이동하도록 기준 단면을 막을 수 있다.

도 12는 배플에 의해 형성되는 데드존(dead-zone)을 설명하기 위한 도면이다.

도 12를 참조하면, 마지막 배플(140)까지 전술한 형태의 배플(140)을 배치할 경우, 제1 유체의 이동이 고여서 열전달 면적을 효과적으로 사용하지 못하는 상황이 발생할 수 있음을 알 수 있다.

구체적으로, 제1 유체는 마지막으로 도달하는 배플(140) 이후로는 배플(140)로 인한 유동의 제한이 없으며, 저항이 적은 방향으로 유동하게 된다. 이때, 제1 유체가 흐르지 않고 고여있는 데드존(dead-zone) 현상이 발생할 수 있으며, 이는 열전달 면적의 손실을 초래할 수 있다.

따라서 데드존 형성의 억제를 위하여 마지막 배플(140)은 제1 유체의 y축 방향으로의 이동을 부분적으로만 제한하는 것이 바람직할 수 있다.

도 13은 일 실시예에 따른 배출구와 가장 근접한 배플의 기하적 특징을 설명하기 위한 도면이다.

도 13을 참조하면, 복수개의 배플(140) 중 배출구(130)와 가장 근접한 배플(140)은 정현파 형상을 가지는 정현파 구간과 판 형상을 가지는 판형 구간이 교번하여 반복되는 형상을 가질 수 있다.

예를 들어, 제1 유체가 마지막으로 도달하는 배플(140)은 A 단면 내지 F 단면 중 A 단면, C 단면, E 단면만 제1 유체의 유동을 제한할 수 있도록 할 수 있다. 즉, 배플(140)은 A 단면, C 단면 및 E 단면에 위치하여 기준 단면을 막는 격벽이 정현파 형상을 가지는 정현파 구간이 되도록 구성될 수 있다.

이때, 배플(140)은 B 단면 및 D 단면을 통한 제1 유체의 이동은 제한되지 않도록 B 단면 및 D 단면에 위치한 격벽을 전열관(100)의 두께(t)와 같은 폭을 가진 판 형상을 가지는 판형 구간이 되도록 구성될 수 있다.

한편, 정현파 구간과 판형 구간은 같은 파장( $\lambda'$ )을 가지도록 형성될 수 있다.

도14는 배출구와 가장 근접한 배플의 다양한 형상에 따른 데드존 억제 효과를 설명하기 위한 도면이다.

도 14를 참조하면, 다양한 패턴의 배플(140)을 제1 유체가 도달하는 마지막 배플(140)에 적용하였을 때의 효과를 확인할 수 있다.

전열관(100)의 전 구간에 걸쳐 배플(140)이 하나도 없을 경우, Case 1과 같이 판형 열교환기 전체에 걸쳐 유동이 균일할 수 있다.

이에 반해, Case 2와 같이 복수개의 동일한 형상의 배플(140)을 설치하였을 경우, 즉 제1 유체가 마지막으로 도달하는 배플(140)의 형상도 나머지 배플(140)과 동일할 경우 유동 저항이 작은 방향으로 흐르려는 성질로 인해 유동이 고이고 와류가 발생하는 Dead-zone이 크게 형성됨을 알 수 있다.

따라서 Case 4와 같은 형상의 배플(140)을 사용하여 데드존을 최대한 억제하고 유동을 균일하게 만들어 배플 미적용 구간에 대해서도 열전달 성능을 확보할 수 있도록 설계하는 것이 바람직할 수 있다.

즉, 복수개의 배플(140) 중 배출구(130)와 가장 근접한 배플(140)은, Case 4와 같이 정현파 형상을 가지는 정현

과 구간과 판 형상을 가지는 판형 구간이 교번하여 반복되는 형상을 가지도록 하는 것이 데드존 발생의 억제를 위하여 바람직할 수 있다.

- [0131] 한편, 복수개의 배플(140) 중 배출구(130)와 가장 근접한 배플(140)의 경우, 반드시 복수개의 기준 단면 중 일부 기준 단면을 전부 정현파 형상의 격벽으로 막고, 나머지 기준 단면에는 판 형상의 격벽이 위치하도록 해야 하는 것은 아니다.
- [0132] 예를 들어, 복수개의 배플(140) 중 배출구(130)와 가장 근접한 배플(140)은 복수개의 정현파 형상 중의 적어도 일부의 볼록한 부분에 제1 유체가 통과될 수 있는 적어도 하나의 통공이 형성되도록 할 수 있다.
- [0133] 즉, 복수개의 기준 단면을 막는 복수개의 격벽 중 적어도 하나에 대하여 제1 유체가 통과될 수 있는 적어도 하나의 통공을 형성할 수 있다.
- [0134] 제1 유체는 이러한 통공을 통과함으로써 유로 이동 중 마지막으로 도달하는 배플(140)을 통과할 수 있으며, 데드존의 형성이 억제될 수 있다.
- [0135] 한편, 동일한 형상의 판형 열교환기를 이용하더라도, 데드존의 형태는 제1 유체 및 제2 유체의 종류, 온도, 압력이나 제1 유체와 제2 유체간 온도 또는 압력 차이 등 다른 요인이 따라 달라질 수 있다. 따라서 전술한 요인들에 따라 제1 유체가 마지막으로 도달하는 배플(140)을 통과하는 제1 유체의 유량이 변화하는 것이 효과적인 데드존 형성 억제를 위하여 바람직할 수 있다.
- [0136] 판형 열교환기는 통공에 형성되고, 통공의 크기를 조절하여 배출구(130)와 가장 근접한 배플(140)을 통과하는 제1 유체의 유량을 조절하는 유량 조절 밸브를 포함할 수 있다.
- [0137] 또한, 판형 열교환기는 제1 유체의 상태에 따라 유량 조절 밸브를 제어하는 제어부를 더 포함할 수 있다.
- [0138] 구체적으로, 판형 열교환기는 제1 유체 및 제2 유체의 종류, 온도, 압력이나 제1 유체와 제2 유체간 온도 또는 압력 차이 등의 상태를 측정할 수 있는 센서 모듈을 포함할 수 있다.
- [0139] 제어부는 측정된 제1 유체 및 제2 유체의 상태 정보와 메모리에 미리 저장된 데이터에 기초하여 유량 조절 밸브를 제어할 수 있다.
- [0140] 메모리는 제1 유체 및 제2 유체의 상태에 따른 가장 효과적인 데드존 억제를 위한 유량 조절 밸브의 상태 정보를 저장할 수 있다.
- [0141] 이러한 유량 조절 밸브의 상태 정보는 미리 제1 유체의 상태, 제2 유체의 상태 및 유량 조절 밸브의 상태를 변수로 했을 때 형성되는 데드존을 결과값으로 하여 시험해본 결과에 기초하여 알아낼 수 있다. 즉, 특정한 제1 유체 및 제2 유체의 상태에서 가장 데드존을 효과적으로 제거할 수 있는 유량 조절 밸브의 상태를 알아낼 수 있다.
- [0142] 한편, 제어부는 제1 유체의 상태, 제2 유체의 상태 및 유량 조절 밸브의 상태를 입력 변수로 하고, 형성되는 데드존을 출력 변수로 설정하여 인공지능 모델을 학습하도록 구성될 수 있다.
- [0143] 제어부는, 센서 모듈이 측정한 제1 유체의 상태, 제2 유체의 상태를 기초로 인공지능 모델을 통하여 데드존 형성을 억제하는 최적의 유량 조절 밸브의 상태 정보를 결정할 수 있다. 제어부는 결정된 유량 조절 밸브의 상태 정보에 기초하여 유량 조절 밸브를 제어할 수 있다.
- [0144] 제어부 및 메모리는 신속하게 유량 조절 밸브를 제어하기 위하여 판형 열교환기에 마련될 수 있다. 하지만, 반드시 제어부 및 메모리가 판형 열교환기에 마련되어야 하는 것은 아니며, 유량 조절 밸브를 제어할 수 있다면, 제어부 및 메모리가 어떠한 방식으로 구현되더라도 상관없다.
- [0145] 예를 들어, 제어부 및 메모리는 서버에 마련되어, 메모리에 저장된 정보에 기초하여 무선 통신망을 통해 유량 조절 밸브를 제어할 수도 있다.
- [0146] 이상에서 설명된 구성요소들의 성능에 대응하여 적어도 하나의 구성요소가 추가되거나 삭제될 수 있다. 또한, 구성요소들의 상호 위치는 시스템의 성능 또는 구조에 대응하여 변경될 수 있다는 것은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 용이하게 이해될 것이다.
- [0147] 본 발명의 실시예에 따른 판형 열교환기의 성능을 검증하기 위하여 시뮬레이션으로 연구를 진행하였다. 구체적으로, 기존의 판형 열교환기(PHX) 및 배플이 적용된 판형 열교환기(BPHX)에 따른 유체의 승온 효과 변화, 질량

유속 변화, 열전달계수 변화 및 면적 대비 열전달율 변화를 시뮬레이션을 통하여 측정하였다.

[0148] 표 1은 기존의 판형 열교환기(PHX) 및 배플이 적용된 판형 열교환기(BPHX)에 따른, 작동 유체의 수직 방향 이동 거리에 대한 유체의 온도를 나타낸 표이다.

[0149] 표 1을 참조하면, 작동 유체의 수직 방향 이동거리가 동일할 때, 기존의 판형 열교환기(PHX)보다 배플 구조가 적용된 판형 열교환기(BPHX)에서 작동 유체의 승온이 더 잘 이루어짐을 확인할 수 있다.

표 1

|        |        |       |       |        |        |        |        |        |       |
|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| [0150] | Y [mm] | -5    | 0     | 5.625  | 16.875 | 28.125 | 39.375 | 45     | 55    |
|        | T_PHX  |       | 20    | 24.251 | 30.593 | 36.873 | 42.228 | 44.567 |       |
|        | T_BPHX |       | 20    | 31.078 | 45.683 | 57.125 | 64.178 | 66.836 |       |
|        | T_sat  | 85.23 | 85.23 | 85.23  | 85.23  | 85.23  | 85.23  | 85.23  | 85.23 |

[0151] 표 2는 기존의 판형 열교환기(PHX) 및 배플이 적용된 판형 열교환기(BPHX)에 따른, 질량 유속, 열전달계수 및 면적 대비 열전달율을 나타낸 표이다.

[0152] 표 2를 참조하면, 작동 유체의 유동 단면적 감소는 저온 열원과의 유속 차이를 줄여서 열교환기의 열전달 성능을 향상시키는데 기여할 수 있다.

[0153] 시뮬레이션 결과, 질량 유속(G)의 증가로 인하여 작동 유체측 열전달 계수가  $400.904 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ 에서  $1290.05 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ 로 증가함을 확인하였다.

표 2

|        |     |          |          |
|--------|-----|----------|----------|
| [0154] |     | PHX      | BPHX     |
|        | G   | 29.99669 | 277.3446 |
|        | HTC | 400.904  | 1290.05  |
|        | Q/A | 18746.8  | 36374.52 |

[0155] 표 2를 참조하면, 기존의 판형 열교환기(PHX) 및 배플이 적용된 판형 열교환기(BPHX)에 따른 작동 유체의 열전달 면적 대비 열전달율의 차이를 확인할 수 있다.

[0156] 시뮬레이션 결과, 기존의 판형 열교환기(PHX)은 동일 면적당 열전달율이  $18726.8 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 이고, 배플이 적용된 판형 열교환기(BPHX)는 동일 면적 당 열전달율이  $36374.52 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 나타나는 것을 확인할 수 있다.

[0157] 이상에서와 같이 첨부된 도면을 참조하여 개시된 실시예들을 설명하였다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고도, 개시된 실시예들과 다른 형태로 본 발명이 실시될 수 있음을 이해할 것이다. 개시된 실시예들은 예시적인 것이며, 한정적으로 해석되어서는 안 된다.

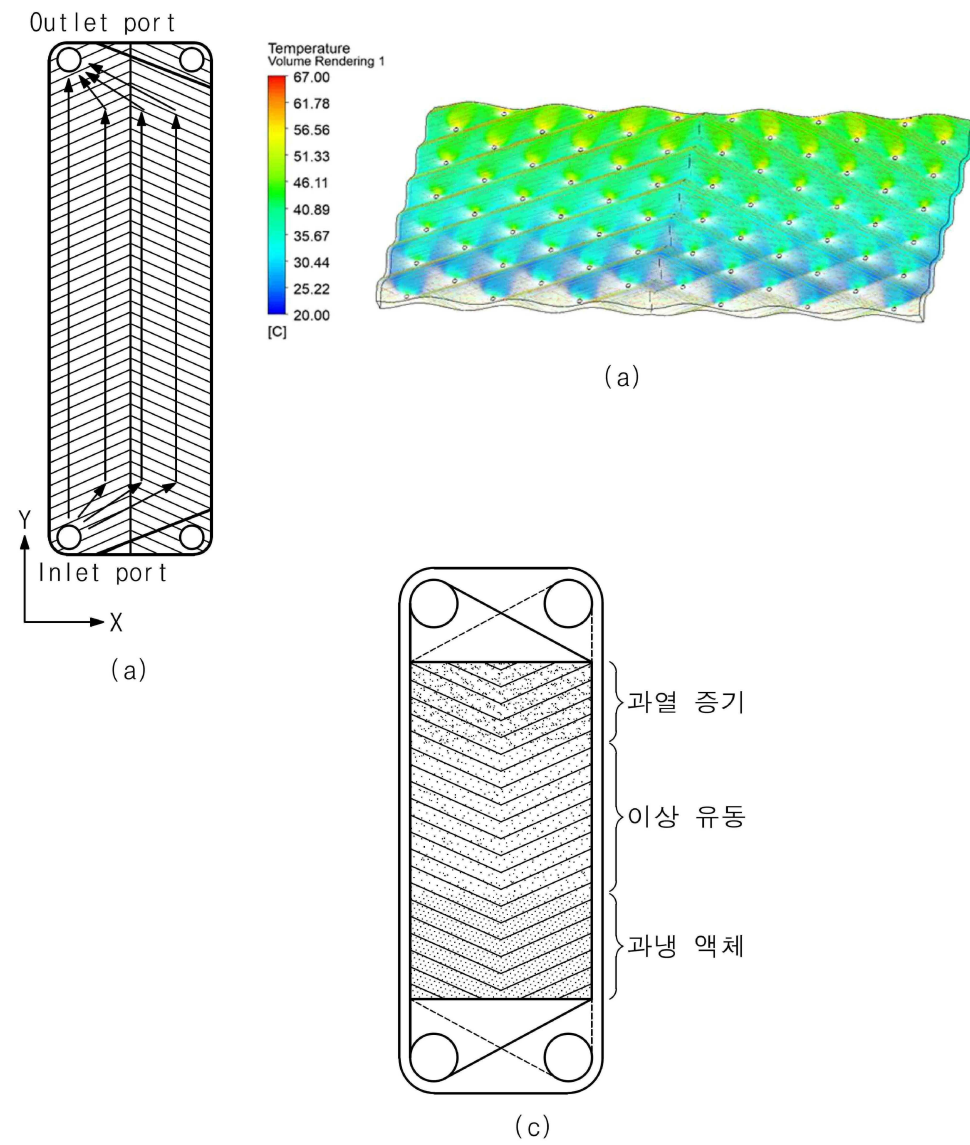
## 부호의 설명

- [0158]
- 100: 전열관
  - 101: 제1 판
  - 102: 제2 판
  - 110: 본체
  - 120: 유입구
  - 130: 배출구
  - 140: 배플
  - 141: 제1 배플

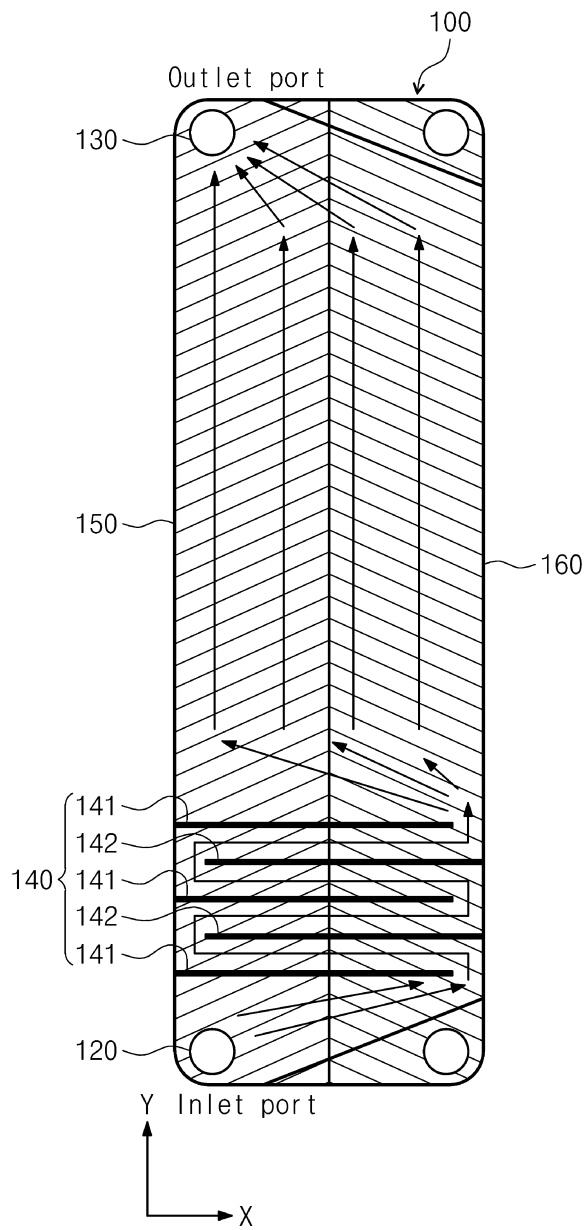
- 142: 제2 배플
- 150: 제1 측면
- 160: 제2 측면
- 170: 굴곡점

## 도면

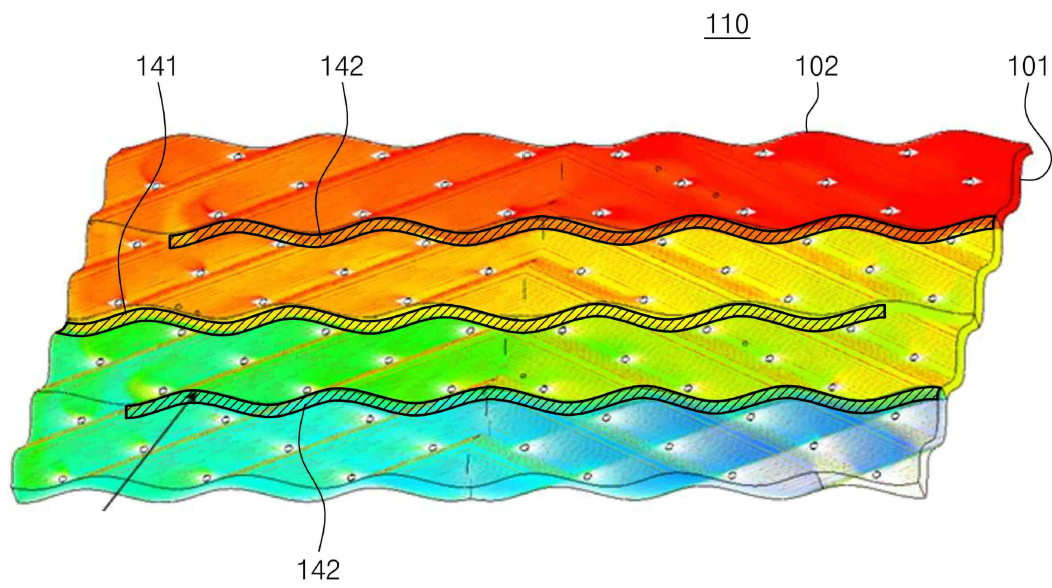
### 도면1



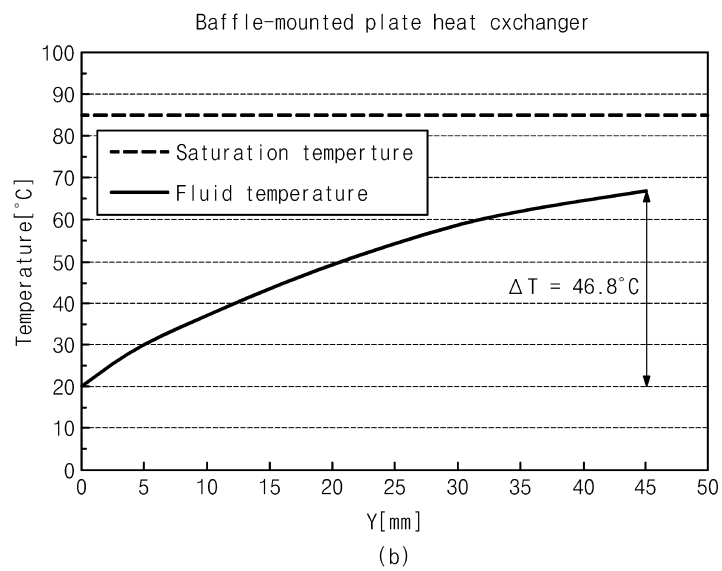
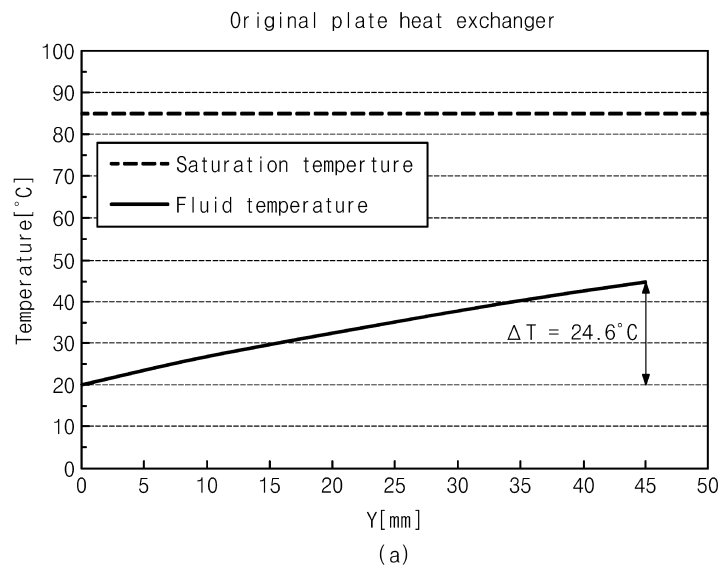
도면2



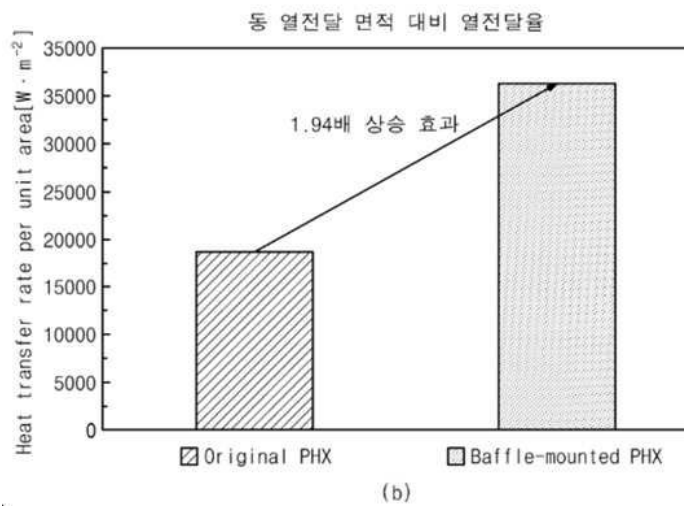
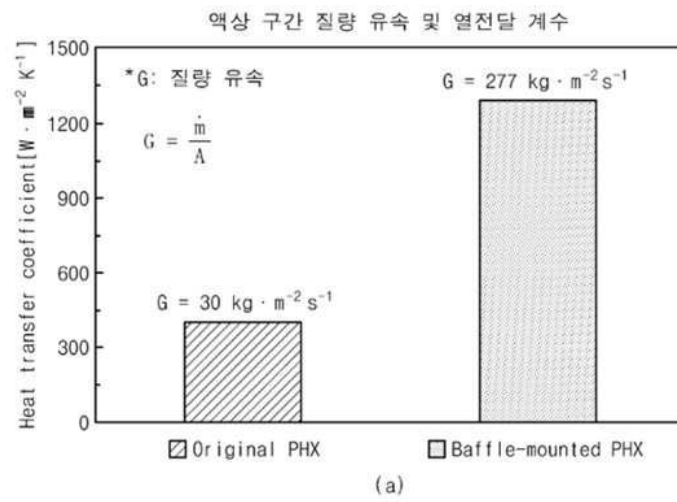
도면3



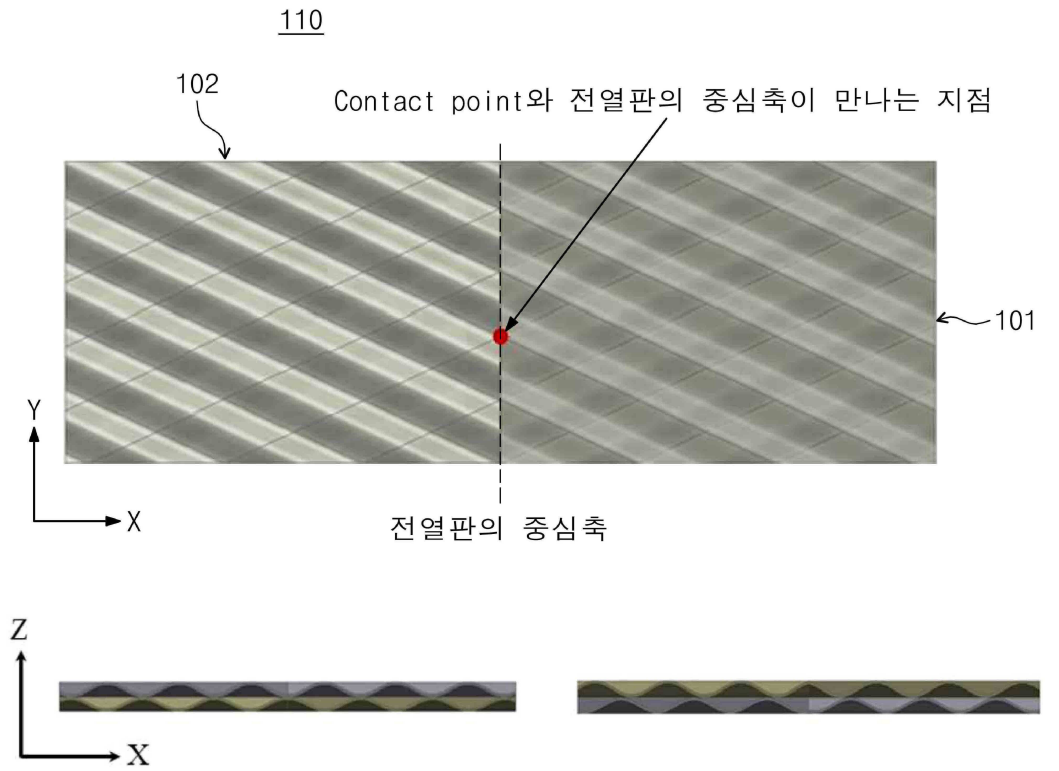
도면4



도면5

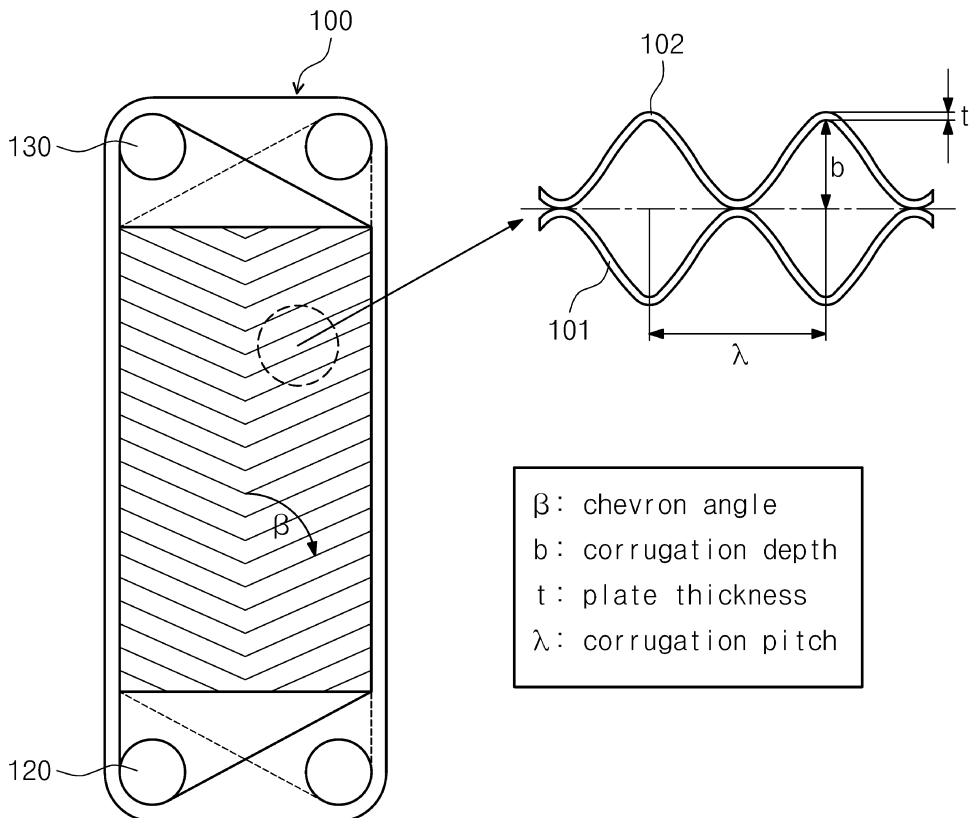


도면6



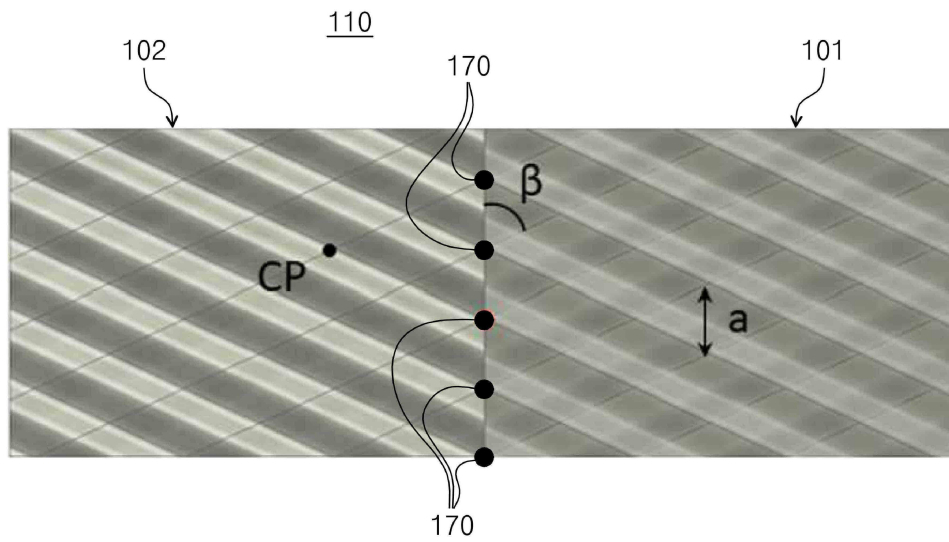
(a)대칭형 정현파 구조 유동 채널 형성 (b)비대칭형 정현파 구조 유동 채널 형성

도면7



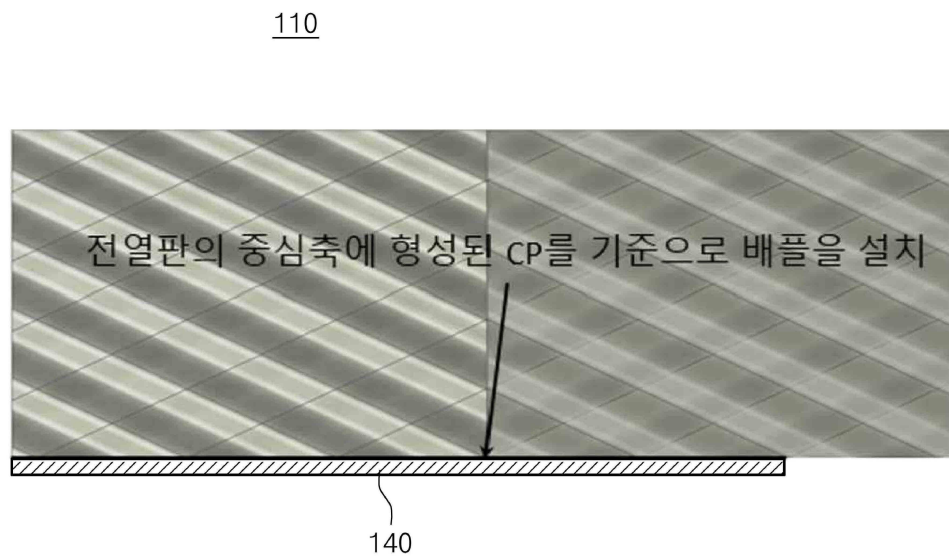
$\beta$ : chevron angle  
 $b$ : corrugation depth  
 $t$ : plate thickness  
 $\lambda$ : corrugation pitch

도면8

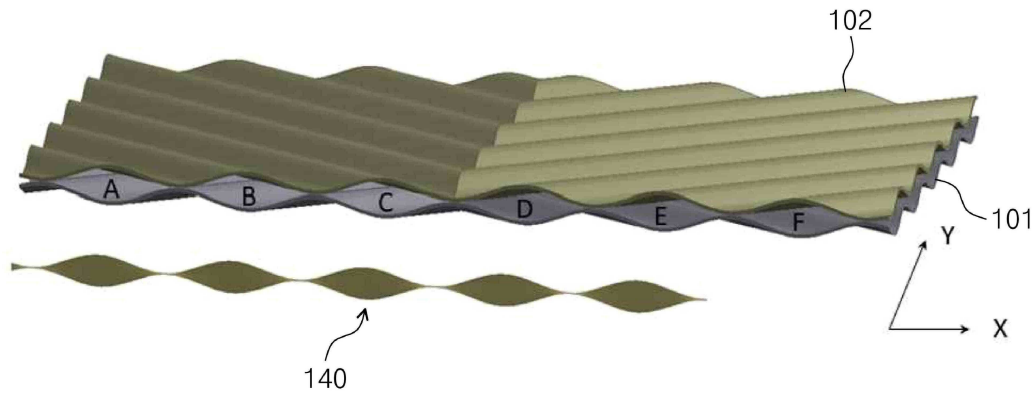


CP: contact point  
a: distance between two CPs  
 $a = \lambda / \sin \beta$

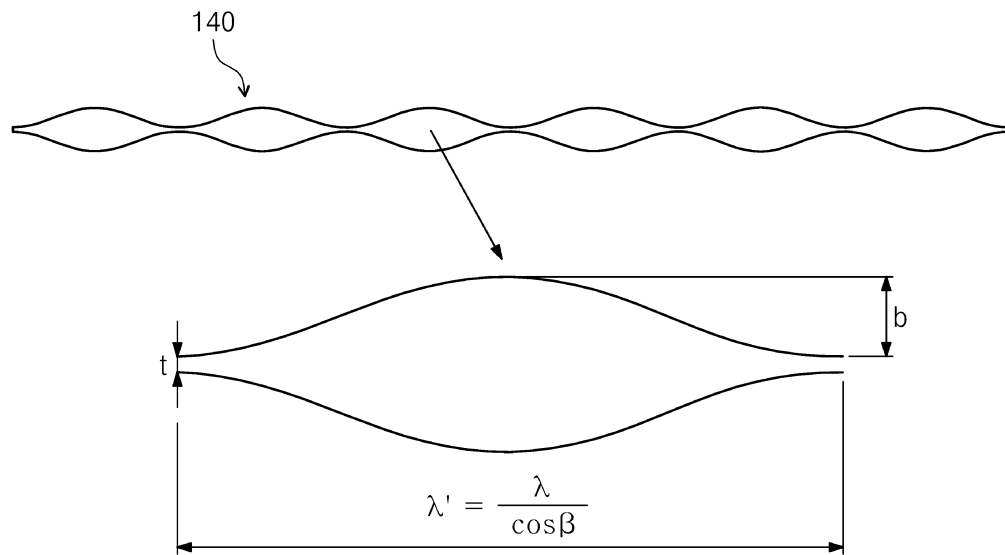
도면9



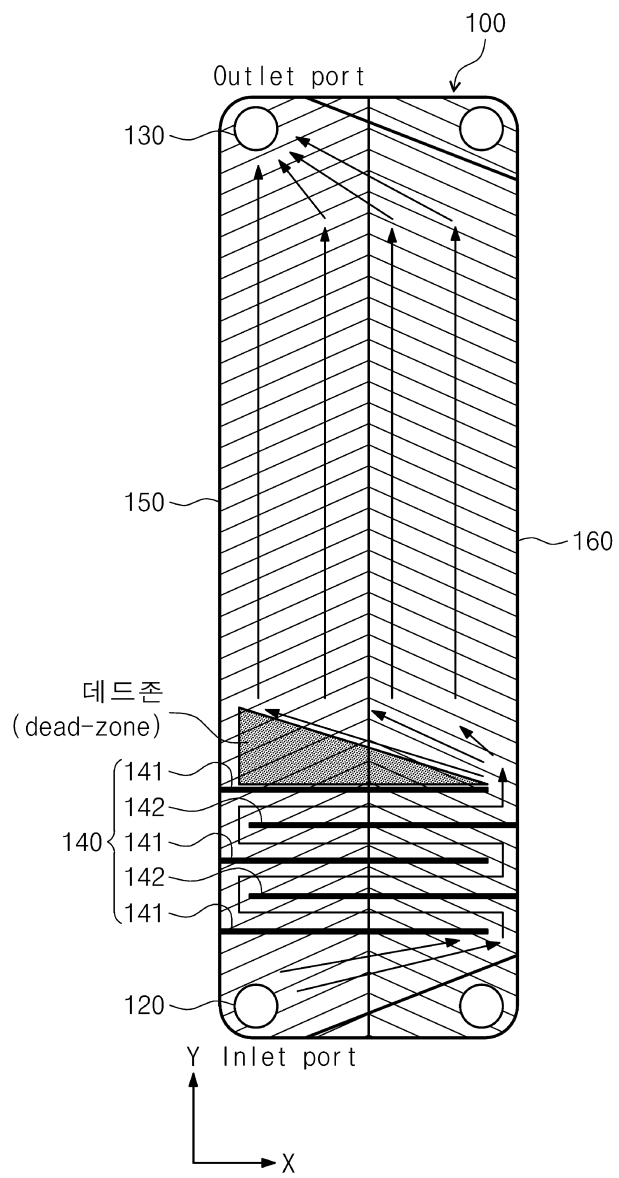
도면10



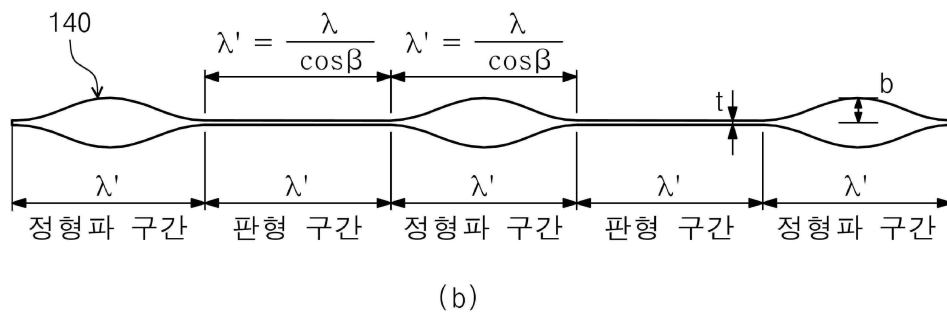
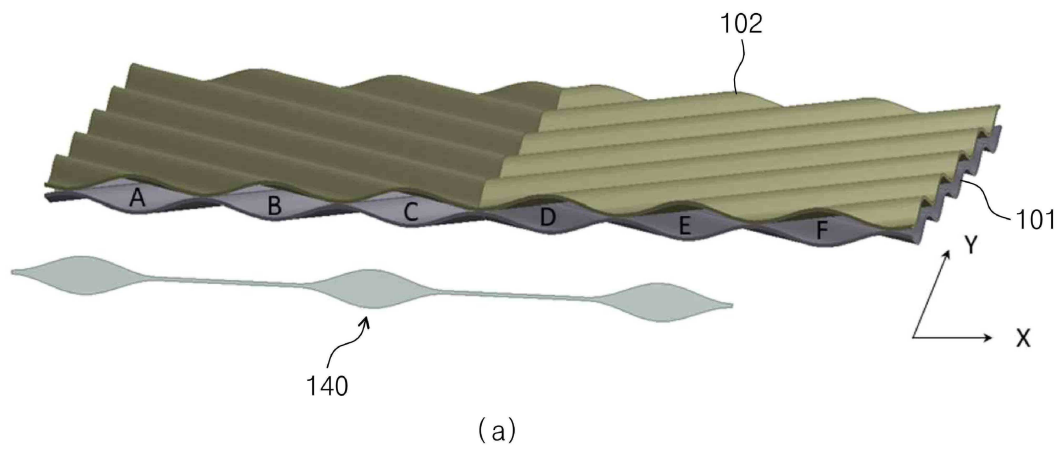
도면11



도면12



도면13



도면14

