



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년04월20일

(11) 등록번호 10-2524103

(24) 등록일자 2023년04월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*F28D 9/02* (2006.01) *B23K 1/00* (2006.01)  
*B23K 20/00* (2006.01) *F28F 17/00* (2006.01)  
*F28F 3/04* (2006.01) *F28F 3/08* (2006.01)

(52) CPC특허분류  
*F28D 9/02* (2019.08)  
*B23K 1/0012* (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-7027123

(22) 출원일자(국제) 2019년03월25일  
심사청구일자 2020년09월21일

(85) 번역문제출일자 2020년09월21일

(65) 공개번호 10-2020-0119879

(43) 공개일자 2020년10월20일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2019/012531

(87) 국제공개번호 WO 2019/188997  
국제공개일자 2019년10월03일

(30) 우선권주장  
JP-P-2018-067616 2018년03월30일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌  
JP2006170549 A\*  
JP2008128574 A\*  
KR1020170123146 A\*  
KR1020090125882 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
스미토모 세이미츠 고교 가부시키키가이샤  
일본국 효고켄 아마가사키시 후소쵸 1반 10고

(72) 발명자  
야마코시, 무네히사  
일본 660-0891 효고 아마가사키시 후소쵸 1-10 스미토모 세이미츠 고교 가부시키키가이샤 내  
후지타, 야스히로  
일본 660-0891 효고 아마가사키시 후소쵸 1-10 스미토모 세이미츠 고교 가부시키키가이샤 내  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인  
박영우

전체 청구항 수 : 총 10 항

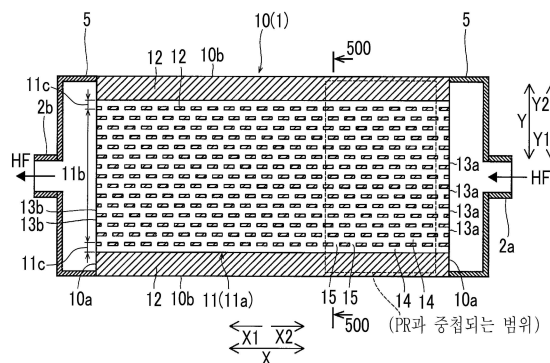
심사관 : 박행란

(54) 발명의 명칭 **확산 접합형 열교환기**

(57) 요약

본 확산 접합형 열교환기(100)는 제1 전열판(10) 및 제2 전열판(20)을 구비한다. 제1 전열판의 고온 유로(11)는 제2 전열판의 유로 입구(23a)부터 유로 입구보다 하류 측의 위치까지의 소정 범위(PR)와 적층 방향으로 중첩되는 범위에 있어서, 고온 유체(HF)가 복수의 채널(14) 간에 걸쳐 유동 가능하게 구성된 연결 채널부(11a)를 가진다.

## 대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

*B23K 20/001* (2013.01)

*F28F 17/00* (2013.01)

*F28F 3/04* (2013.01)

*F28F 3/08* (2013.01)

(72) 발명자

토고, 에이지

일본 660-0891 효고 아마가사키시 후소쵸 1-10 스  
미토모 세이미즈 고교 가부시키키가이샤 내

---

타카하시, 수구루

일본 660-0891 효고 아마가사키시 후소쵸 1-10 스  
미토모 세이미즈 고교 가부시키키가이샤 내

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

적층되어 확산 집합된 제1 전열판 및 제2 전열판을 포함하는 코어를 구비하고,

상기 제1 전열판은 유로 폭 방향으로 나열되어 마련된 홈상의 복수의 채널을 가지며, 고온 유체를 유통시키는 고온 유로를 포함하고,

상기 제2 전열판은 상기 고온 유체의 응고점보다 저온의 유체인 극저온 유체를 유통시키는 저온 유로를 포함하며,

상기 제1 전열판의 상기 고온 유로는 적어도 상기 제2 전열판의 유로 입구부터 상기 유로 입구보다 하류 측의 위치까지의 소정 범위와 적층 방향으로 중첩되는 범위에 있어서, 상기 고온 유체가 복수의 상기 채널 간에 걸쳐 유동 가능하게 구성된 연결 채널부를 가지며,

상기 코어에는 헤더가 마련되는 동시에, 상기 헤더를 통하여 상기 제1 전열판의 상기 고온 유로에 상기 고온 유체가 유입되고, 상기 제1 전열판의 상기 고온 유로는 유로 폭 방향으로 복수로 배열된 선상의 상기 채널과 상기 복수의 채널을 서로 일정한 채널 폭으로 구획하는 직선상으로 배치된 선상의 격벽을 가지며, 상기 연결 채널부는 상기 고온 유로의 동결의 발생을 억제하도록 상기 격벽을 분단하는 연결 통로를 가지고,

상기 저온 유로는 상기 제2 전열판의 상기 소정 범위에 마련되며, 상기 고온 유로의 상기 소정 범위에서 유로 내 표면 온도가 상기 고온 유체의 응고점 이상으로 되는 형상을 가지는 제1 부분을 포함하는 것을 특징으로 하는 확산 집합형 열교환기.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 연결 채널부는 상기 제1 전열판에 있어서 상기 고온 유로의 전체에 걸쳐 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 확산 집합형 열교환기.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 고온 유로는 유로 폭방향으로 복수 나열된 선상의 상기 채널을 포함하며,

상기 연결 채널부에서는 이웃하는 상기 채널 간에 걸쳐 상기 채널끼리를 연통시키는 홈상의 연결 통로가 복수 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 확산 집합형 열교환기.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서, 복수의 상기 연결 통로는 상기 유로 폭방향으로 이웃하는 상기 연결 통로에 대하여 상기 고온 유체의 유통 방향에 있어서의 위치가 서로 어긋나도록 지그재그상으로 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 확산 집합형 열교환기.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 고온 유로는 상기 연결 채널부에 있어서 유로 중에 점재하도록 복수 배치된 섬 형상의 격벽을 따라 분기되며, 서로 합류하는 복수의 상기 채널을 포함하는 것을 특징으로 하는 확산 집합형 열교환기.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 고온 유로는 평면시에 있어서 상기 제2 전열판의 상기 저온 유로와 중복되는 중복 영역과 적어도 상기 저온 유로의 유로 입구 측에서 상기 중복 영역보다 외측에 마련된 비중복 영역을 포함하는 것을 특징으로 하는 확산 집합형 열교환기.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 저온 유로는 상기 제1 부분보다 하류 측의 제2 부분을 포함하며,

상기 제1 부분은 상기 제2 부분보다 전열 성능이 낮아지도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 확산 집합형 열교환기.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 저온 유로는 상기 저온 유체를 유통시키는 홈상의 복수의 채널을 포함하며,

상기 제1 부분의 상기 채널은 상기 제2 부분의 상기 채널보다 전열 성능이 낮아지도록 평면 형상이 다른 것을 특징으로 하는 확산 집합형 열교환기.

#### 청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 고온 유로를 흐르는 상기 고온 유체와 상기 저온 유로를 흐르는 상기 저온 유체가 서로 동일한 방향으로 흐르는 병행류형의 열교환기인 것을 특징으로 하는 확산 집합형 열교환기.

#### 청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 제1 전열판 및 상기 제2 전열판은 한쌍의 제1 측단면과 상기 제1 측단면에 인접하는 한쌍의 제2 측단면을 포함하며,

상기 고온 유로는 상기 제1 전열판의 상기 제1 측단면에 개구된 유로 입구로부터 상기 제2 측단면을 따르는 방향으로 뻗도록 형성되고,

상기 저온 유로는 상기 제2 전열판의 한쌍의 상기 제2 측단면에 각각 개구된 상기 유로 입구로부터 각각 뻗은 후 굴곡하여 상기 제2 측단면을 따르는 방향으로 뻗도록 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 확산 집합형 열교환기.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 확산 집합형 열교환기에 관한 것으로서, 특히 홈상의 유로가 형성된 복수의 전열판이 적층되어 확산 집합된 구성의 확산 집합형 열교환기에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 종래에는 홈상의 유로가 형성된 복수의 전열판이 적층되어 확산 집합된 구성의 확산 집합형 열교환기가 알려져 있다. 이와 같은 확산 집합형 열교환기는, 예를 들면, 일본 공개특허 공보 제2017-180984호에 개시되어 있다.

[0003] 상기 일본 공개특허공보 제2017-180984호에는 제1 전열판과 제2 전열판을 교대로 적층하여 확산 집합한 코어를 구비하는 열교환기가 개시되어 있다. 제1 전열판 및 제2 전열판은 스테인리스강재로 이루어지며, 각각 복수의 유체 통로부가 마련되어 있다. 유체 통로부는 전열판의 표면에 오목상의 홈으로서 형성되어 유체의 도입구와 도출구의 사이를 연결하는 유로(채널)에 의하여 구성되어 있다. 유로는 도입구와 도출구의 사이에서 복수 개로 분기되어 있다. 복수 개로 분기된 부분은 직선상으로 뻗어 서로 간격을 사이에 두고 나열되어 있다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1: 일본 공개특허 공보 제2017-180984호

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0005] 상기 일본 공개특허 공보 제2017-180984호와 같은 확산 집합형의 열교환기는 금속제의 전열판끼리가 확산 집합에 의하여 일체화되기 때문에 강도가 높고, 일반적인 열교환기와 비교하여 소형의 장치로 되어 있다. 확산 집합

형의 열교환기는 큰 열응력에도 견딜 수 있기 때문에, 큰 온도 차를 갖는 유체 간에서의 열교환 용도로 적합하게 이용된다. 이와 같은 용도로서, 예를 들면, 액화 천연가스(LNG)나 액체 수소 등의 극저온의 유체의 기화 또는 승온이 있다. 이 경우, 열원이 되는 고온 유체로서 물이나 부동액 등이 일반적으로 이용된다.

[0006] 그러나 저온 유체로서 극저온의 액화 가스 등을 유통시키는 경우, 전열관의 유로 내에서 물이나 에틸렌글라이콜 수용액 등의 고온 유체가 동결(응고)되어 유로가 부분적으로 폐색(閉塞)되어 버리는 경우가 있다. 특히, 저온 유체의 입구 부근과 중첩되는 위치에 배치된 고온 유체 측의 유로에서는 저온 유체의 입구 온도가 낮기 때문에 동결되기 쉽다. 확산 집합형의 열교환기는 소형으로 형성되는 만큼 전체 유로 단면적도 작기 때문에, 일부의 유로가 폐색된 경우에 열교환기의 성능에 미치는 영향(성능 저하)이 커진다고 하는 문제가 있다. 또한, 일단 고온 유체의 동결이 발생하면, 동결 부위의 하류 측에서 흐름이 억제되므로, 유로 내에서 동결 부위를 기점으로 하여 동결 영역이 확대되는 경우도 있다.

[0007] 이 때문에 극저온의 유체를 취급하는 확산 집합형의 열교환기에 있어서, 고온 유체 측의 유로에 동결이 발생하는 것을 억제할 수 있으며, 가령 동결이 발생해도 동결 영역이 확대되는 것을 억제할 수 있도록 하는 것이 요망되고 있다.

[0008] 본 발명은 상기와 같은 과제를 해결하기 위하여 이루어진 것으로, 본 발명의 하나의 목적은 극저온의 유체를 취급하는 경우에, 고온 유체 측의 유로에 동결이 발생하는 것을 억제 가능하고, 동결이 발생한 경우에도 동결 영역이 확대되는 것을 억제 가능한 확산 집합형 열교환기를 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 의한 확산 집합형 열교환기는 적층되어 확산 집합된 제1 전열관 및 제2 전열관을 포함하는 코어를 구비하고, 제1 전열관은 유로 폭방향으로 나열되어 마련된 복수의 채널을 가지며, 고온 유체를 유통시키는 고온 유로를 포함하고, 제2 전열관은 저온 유체를 유통시키는 저온 유로를 포함하며, 제1 전열관의 고온 유로는 적어도 제2 전열관의 유로 입구부터 유로 입구보다 하류 측의 위치까지의 소정 범위와 적층 방향으로 중첩되는 범위에 있어서, 고온 유체가 복수의 채널 간에 걸쳐 유동 가능하게 구성된 연결 채널부를 가진다. 또한, 본 명세서에 있어서, "고온 유체" 및 "저온 유체"는 양자의 사이에서의 상대적인 온도의 차이를 나타낸 것이며, 절대 값으로서의 특정한 온도에 있는 것을 의미하는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 있어서, "채널"이란 유체의 유통 방향과 직교하는 유로 폭방향에 있어서, 유로 내를 구획하는 격벽에 의하여 구획된 개개의 통로 부분을 의미한다. 상기 구성에 의하면, 복수의 채널이 적어도 연결 채널부에 있어서 서로 연통(連通)하기 때문에, 각각의 채널은 유로 입구로부터 유로 출구에 도달할 때까지 독립된 1개의 통로는 아니다. 즉, 각각의 채널은 유로 입구로부터 유로 출구에 도달할 때까지 분기되거나 다른 채널과 합류하거나 해도된다.

[0010] 본 발명에 의한 확산 집합형 열교환기에서는, 상기와 같이, 적어도 제2 전열관의 유로 입구부터 유로 입구보다 하류 측의 위치까지의 소정 범위(저온 유로의 입구 부근)와 중첩되는 고온 유로의 범위에 고온 유체가 복수의 채널 간에 걸쳐 유동 가능하게 구성된 연결 채널부를 마련한다. 이로써, 고온 유로 중 가장 저온이 되는 소정 범위와 중첩되는 범위에서는 각 채널이 독립된 구성과 비교하여 전열 면적(채널 내표면적)을 증대시킴과 함께, 채널 간을 걸친 흐름에 의하여 난류(亂流)에 가까운 흐름이 발생하기 때문에, 연결 채널부에 있어서의 열전달률을 향상시킬 수 있다. 그 결과, 고온 유로가 형성된 제1 전열관으로의 입열량이 증대되어 고온 유로의 내표면의 온도를 높일 수 있으므로, 고온 유로에 있어서의 동결의 발생을 억제할 수 있다. 또한, 가령 연결 채널부에 있어서 고온 유체의 동결(응고)이 발생하여 일부의 채널이 폐색된 경우에도, 다른 채널을 흐르는 고온 유체가 채널 간을 걸쳐 폐색된 채널의 하류 측으로 돌아올 수 있다. 그 결과, 동결 부분의 주위에서의 고온 유체의 흐름이 억제되는 것에서 기인하는 동결 부위의 확대를 억제할 수 있다. 또한, 일부의 채널이 동결에 의하여 폐색되면, 그만큼만 고온 유로의 유로 단면적이 감소되고, 동결되어 있지 않은 채널에서는 고온 유체의 유속이 상승한다. 그 결과, 동결되어 있지 않은 채널에 있어서의 열전달률이 향상되어 제1 전열관으로의 입열량이 증대되므로, 고온 유체의 동결 부위의 확대가 억제된다. 이상에 의하여, 극저온의 유체를 취급하는 경우에, 고온 유체 측의 유로에 동결이 발생하는 것을 억제할 수 있고, 동결이 발생한 경우에도 동결 영역이 확대되는 것을 억제할 수 있다.

[0011] 상술한 본 발명에 의한 확산 집합형 열교환기에 있어서, 바람직하게는, 연결 채널부는 제1 전열관에 있어서 고온 유로의 대략 전체에 걸쳐 형성되어 있다. 이와 같이 구성하면, 상기 연결 채널부에 의하여 얻어지는 효과를 소정 범위(저온 유로의 입구 부근)뿐만 아니라 고온 유로 전체에 걸쳐 실현할 수 있다. 고온 유로 내에서 동결이 발생할 가능성이 높은 소정 범위는, 설계 사양에 있어서 정해진 운전 조건하에서의 실험 또는 시뮬레이션에

의하여 미리 확정할 수 있지만, 실제의 운전 중에는 미리 파악할 수 없는 각종 변동 요인이 존재하여, 동결 부위가 상정보다 커지는 경우도 있을 수 있다. 그와 같은 경우에, 상기 구성에서는 고온 유로 전체에 연결 채널부가 형성되어 있는 것에 의하여, 상정과 다른 동결 부위가 발생한 경우에도 동결의 발생 및 동결 부위의 확대를 확실히 억제할 수 있다.

[0012] 상술한 본 발명에 의한 확산 집합형 열교환기에 있어서, 바람직하게는, 고온 유로는, 유로 폭방향으로 복수 나열된 선상(線狀)의 채널을 포함하며, 연결 채널부에서는 이웃하는 채널 간에 걸쳐 채널끼리를 연통시키는 홈상의 연결 통로가 복수 형성되어 있다. 이와 같이 구성하면, 선상 홈으로 이루어지는 채널끼리를 접속하도록 홈상의 연결 통로를 형성하는 것만으로, 용이하게 연결 채널부를 구성할 수 있다. 특히, 제1 전열판에 대하여 에칭 등에 의하여 고온 유로를 형성하는 경우에는, 선상의 채널과 연결 통로를 구성하는 홈 구조를 일괄하여 형성할 수 있으므로 연결 채널부를 마련하는 경우에도 제조 공정이 복잡화되는 것을 억제할 수 있다.

[0013] 이 경우, 바람직하게는, 복수의 연결 통로는 유로 폭방향으로 이웃하는 연결 통로에 대하여, 고온 유체의 유통 방향에 있어서의 위치가 서로 어긋나도록 지그재그상으로 배치되어 있다. 본 명세서에 있어서, "지그재그상"이란 엇갈리는 것을 의미하며, 예를 들면, 유로 폭방향에 있어서 홀수 번째의 연결 통로의 위치와, 짝수 번째의 연결 통로의 위치가 유통 방향에 있어서 엇갈려져 있는 것이다. 이와 같이 구성하면, 예를 들면 연결 통로가 유로 폭방향으로 직선상으로 나열되어 있는 경우와 비교하여, 보다 효율적으로 고온 유체를 유로 폭방향으로 이동시킬 수 있다. 그 결과, 연결 채널부의 전열 효율의 향상 및 연결 채널부에 있어서의 동결 부위의 주위로의 고온 유체의 돌아들기를 촉진할 수 있다.

[0014] 상술한 본 발명에 의한 확산 집합형 열교환기에 있어서, 바람직하게는, 고온 유로는 연결 채널부에 있어서 유로 중에 점재(點在)하도록 복수 배치된 섬 형상의 격벽을 따라 분기되며, 서로 합류하는 복수의 채널을 포함한다. 이와 같이 구성해도 고온 유체가 섬 형상의 격벽에 의하여 분기되거나 합류하거나 함으로써, 복수의 채널 간에 걸쳐 유동 가능해지므로, 연결 채널부를 구성할 수 있다.

[0015] 상술한 본 발명에 의한 확산 집합형 열교환기에 있어서, 바람직하게는, 고온 유로는 평면시(平面視)에 있어서 제2 전열판의 저온 유로와 중복되는 중복 영역과 적어도 저온 유로의 유로 입구 측에서 중복 영역보다 외측에 마련된 비중복 영역을 포함한다. 이와 같이 구성하면, 비중복 영역에서는 저온 유로 측에서 저온 유체가 유통하지 않는 부분과 중복되므로, 비중복 영역을 흐르는 고온 유체는 고온 유체와 저온 유체의 열교환에 그다지 기여하지 않아 잉여의 고온 유체가 된다. 따라서, 이 비중복 영역을 저온 유로의 유로 입구 측에 배치함으로써, 고온 유체의 온도가 저하되는 부위(저온 유로의 유로 입구 부근의 소정 범위와 중복되는 부위)에 잉여의 고온 유체의 흐름을 형성할 수 있다. 이 때문에, 비중복 영역을 흐르는 잉여의 고온 유체의 분만큼 고온 유체의 열용량을 증대시킬 수 있다. 또한, 가령 비중복 영역이 동결되어도, 고온 유체의 돌아들기에 의하여 동결 부위보다 하류 측에 고온 유체의 흐름을 형성할 수 있다. 그 결과, 동결이 발생하기 쉬운 영역의 주변 및 하류 측에 잉여의 고온 유체의 흐름을 형성할 수 있으므로, 저온 유로의 유로 입구 부근의 소정 범위와 중복되는 부위에서의 고온 유로 내의 동결의 발생 및 동결 부위의 확대를 효과적으로 억제할 수 있다.

[0016] 상술한 본 발명에 의한 확산 집합형 열교환기에 있어서, 바람직하게는, 저온 유로는 제2 전열판의 소정 범위에 마련된 제1 부분과 제1 부분보다 하류 측의 제2 부분을 포함하며, 제1 부분은 제2 부분보다 전열 성능이 낮아지도록 구성되어 있다. 또한, 본 명세서에 있어서, 전열 성능은 열전도, 열전달(대류 열전달), 열방사의 각각에 의한 열의 이동을 포함하는 종합적인 성능으로 한다. 이와 같이 구성하면, 저온 유로의 유로 입구부터 유로 입구보다 하류 측의 위치까지의 소정 범위(가장 저온이 되는 저온 유로의 입구 부근)에서는 제1 부분에 의하여 저온 유로의 전열 성능이 억제되므로, 그만큼 소정 범위와 중복되는 고온 유로 측의 표면 온도를 상승시킬 수 있다. 그 결과, 저온 유로의 유로 입구 부근의 소정 범위와 중복되는 부위에서의 고온 유로 내의 동결의 발생을, 효과적으로 억제할 수 있다.

[0017] 이 경우, 바람직하게는, 저온 유로는 저온 유체를 유통시키는 홈상의 복수의 채널을 포함하며, 제1 부분의 채널은 제2 부분의 채널보다 전열 성능이 낮아지도록 평면 형상이 다르다. 이와 같이 구성하면, 예를 들면 채널 내 표면적을 작게 하거나, 채널의 폭을 크게 하거나, 채널을 직선 형상으로 하거나 하는 등 저온 유로를 구성하는 채널의 형상을 다르게 하는 것만으로, 용이하게 제1 부분의 전열 성능을 제2 부분의 전열 성능보다 낮게 할 수 있다.

[0018] 상술한 본 발명에 의한 확산 집합형 열교환기에 있어서, 바람직하게는, 고온 유로를 흐르는 고온 유체와 저온 유로를 흐르는 저온 유체가 서로 동일한 방향으로 흐르는 병행류형(並行流型)의 열교환기이다. 이와 같이 구성하면, 고온 유로의 유로 입구와 저온 유로의 유로 입구가 유로의 동일한 측에 마련되게 된다. 그 때문에, 고온



유로에 있어서 저온 유로의 입구 부근과 중첩되는 위치에서는 가장 고온의 상태의 고온 유체가 유통하게 되므로, 고온 유체의 동결의 발생을 효과적으로 억제할 수 있다. 또한, 실제의 열교환기의 운전 중에는, 미리 파악할 수 없는 각종 변동 요인에 의하여 고온 유체 및 저온 유체의 출구 온도가 상정보다 저온이 될 수도 있지만, 입구 온도에 대해서는 그와 같은 변동 요인의 영향을 받기 어렵다. 그 때문에, 각종 변동 요인의 영향을 억제하여 안정된 동결의 억제 효과를 얻을 수 있다.

[0019] 상술한 본 발명에 의한 확산 집합형 열교환기에 있어서, 바람직하게는, 제1 전열판 및 제2 전열판은 한쌍의 제1 측단면(側端面)과 제1 측단면에 인접하는 한쌍의 제2 측단면을 포함하며, 고온 유로는 제1 전열판의 제1 측단면에 개구된 유로 입구로부터 제2 측단면을 따르는 방향으로 뻗도록 형성되고, 저온 유로는 제2 전열판의 한쌍의 제2 측단면에 각각 개구된 유로 입구로부터 각각 뻗은 후 굴곡하여, 제2 측단면을 따르는 방향으로 뻗도록 형성되어 있다. 이와 같이 구성하면, 제1 측단면 측의 고온 유체의 유로 입구에 대하여 좌우의 양측이 되는 제2 측단면에 저온 유체의 유로 입구를 각각 마련할 수 있다. 그 때문에, 저온 유체의 유로 입구를 좌우의 편측에 1개만 마련하는 경우와 비교하여 개개의 유로 입구의 개구 면적을 감소시킬 수 있으므로, 고온 유로 내에서 동결이 발생할 가능성이 높은 영역을 작게 하면서, 고온 유로의 좌우 양측으로 분산시킬 수 있다. 이로써, 동결의 발생을 억제하고, 동결이 발생하는 경우에도 동결 부위를 작게 할 수 있다.

### 발명의 효과

[0020] 본 발명에 의하면, 상기와 같이, 극저온의 유체를 취급하는 경우에 고온 유체 측의 유로에 동결이 발생하는 것을 억제 가능하고, 동결이 발생한 경우에도 동결 영역이 확대되는 것을 억제 가능한 확산 집합형 열교환기를 제공할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 제1 실시 형태에 의한 열교환기를 나타낸 모식적인 사시도이다.  
 도 2는 도 3 및 도 4의 500-500선을 따른 단면도이다.  
 도 3은 제1 전열판의 고온 유로의 구성예를 나타낸 평면도이다.  
 도 4는 제2 전열판의 저온 유로의 구성예를 나타낸 평면도이다.  
 도 5는 연결 채널부의 구성예를 나타낸 평면도이다.  
 도 6은 고온 유로의 각부(各部)와 저온 유로의 각부의 위치 관계를 설명하기 위한 평면도이다.  
 도 7은 병행류형의 열교환기에 있어서 유로를 따른 유체의 온도 변화를 설명하는 그래프이다.  
 도 8은 제2 실시 형태에 의한 열교환기의 제2 전열판을 나타낸 모식도이다.  
 도 9는 제2 실시 형태에 의한 열교환기의 고온 유로와 저온 유로의 위치 관계를 설명하기 위한 평면도이다.  
 도 10은 연결 채널부의 다른 구성예 (A) 및 (B)를 나타낸 모식도이다.  
 도 11은 저온 유로의 제1 부분(A) 및 제2 부분(B) 외의 구성예를 나타낸 모식도이다.  
 도 12는 연결 채널부의 연결 통로의 배치에 관한 변형예를 나타낸 모식도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 본 발명의 실시 형태들을 도면을 참조하여 설명한다.

[0023] 제1 실시 형태

[0024] 도 1 내지 도 6을 참조하여, 제1 실시 형태에 의한 열교환기(100)의 구성에 대하여 설명한다. 제1 실시 형태에 의한 열교환기(100)는 각각 홈상의 유로가 형성된 제1 전열판(10) 및 제2 전열판(20)을 적층하여, 확산 집합에 의하여 일체화함으로써 구성한 확산 집합형의 플레이트식 열교환기이다. 열교환기(100)는 특허 청구범위의 "확산 집합형 열교환기"의 일예이다.

[0025] 도 1에 나타내는 바와 같이, 열교환기(100)는 적층되어 확산 집합된 제1 전열판(10) 및 제2 전열판(20)을 포함하는 코어(1)를 구비한다. 또한, 열교환기(100)는 제1 입구 포트(2a) 및 제1 출구 포트(2b)(도 3 참조)와 제2 입구 포트(3a)(도 4 참조) 및 제2 출구 포트(3b)를 구비하고 있다. 코어(1)는 복수의 제1 전열판(10)과 복수의

제2 전열판(20)을 포함한다. 코어(1)는 제1 전열판(10)을 흐르는 고온 유체(HF)와 제2 전열판(20)을 흐르는 저온 유체(LF)의 사이에서 열교환을 행하는 열교환부이다. 제1 입구 포트(2a) 및 제1 출구 포트(2b)는 제1 전열판(10)에 고온 유체(HF)를 도입하기 위한 입구 및 도출하기 위한 출구이며, 입구 측과 출구 측의 쌍(페어)으로 마련되어 있다. 제2 입구 포트(3a) 및 제2 출구 포트(3b)는 제2 전열판(20)에 저온 유체(LF)를 도입하기 위한 입구 및 도출하기 위한 출구이며, 입구 측과 출구 측의 쌍(페어)으로 마련되어 있다.

[0026] 제1 실시 형태에 의한 열교환기(100)는 고온 유체(HF)와 저온 유체(LF)의 열교환에 의하여 저온 유체(LF)를 승온시켜 기화시키는 기화 장치로서 구성되어 있다. 열교환기(100)는 기화를 수반하지 않는 승온 장치여도 된다. 저온 유체(LF)는, 고온 유체(HF)의 응고점보다 저온의 유체이다. 고온 유체(HF)는 저온 유체(LF)보다 고온의 유체이다. 제1 실시 형태에서, 저온 유체(LF)는 극저온의 액화 가스이며, 예를 들면, 액화 천연가스(LNG)이다. 고온 유체(HF)로서는, 예를 들면, 물 또는 해수, 부동액 등의 액체이다.

[0027] 제1 전열판(10)과 제2 전열판(20)의 적층 방향(Z방향)에 있어서의 코어(1)의 양단에는 각각 사이드 플레이트(4)가 마련되어 있다. 제1 전열판(10)과 제2 전열판(20)과 사이드 플레이트(4)는 평면에서 동일한 직사각형 형상으로 형성된 평판상의 판 부재이다. 코어(1)는 각각 홈상의 유로가 형성된 제1 전열판(10) 및 제2 전열판(20)이 교대로 적층되고 확산 접합되어 구성되어 있다. 즉, 코어(1)는 교대로 적층된 제1 전열판(10)과 제2 전열판(20)의 적층체를 한쌍의 사이드 플레이트(4)에 의하여 협지하고, 확산 접합에 의하여 상호 결합함으로써, 전체적으로 직사각형 상자 형상(직육면체 형상)으로 형성되어 있다. 도 1에서는 편의상 5층(5매)의 제1 전열판(10)과, 4층(4매)의 제2 전열판(20)이 교대로 적층된 예를 나타내고 있지만, 적층 매수는 이것에 한정되지 않으며, 임의의 매수를 적층해도 된다. 이하에서는, 도 1에 나타내는 제1 전열판(10) 및 제2 전열판(20)의 적층 방향을 Z방향으로 한다. 또한, 도 1에 나타내는 바와 같이 Z방향에서 보아 코어(1)의 길이 방향을 X방향으로 하고, 코어(1)의 폭 방향을 Y방향으로 한다.

[0028] 제1 전열판(10) 및 제2 전열판(20)은 각각 한쌍의 제1 측단면(10a(도 3 참조), 20a(도 4 참조))과 제1 측단면(10a, 20a)과 인접하는 한쌍의 제2 측단면(10b(도 3 참조), 20b(도 4 참조))을 가진다. 제1 측단면(10a, 20a)은 짧은 변 측의 측단면이며, 제2 측단면(10b, 20b)은 긴 변 측의 측단면이다. 제1 전열판(10) 및 제2 전열판(20)은 모두 제2 측단면(10b, 20b)의 길이(코어(1)의 길이) L0, 제1 측단면(10a, 20a)의 길이(코어(1)의 폭) W0을 갖는다. 제1 전열판(10) 및 제2 전열판(20)은 서로 대략 동일한 두께 t(도 2 참조)를 갖지만, 제1 전열판(10) 및 제2 전열판(20)의 두께 t는 서로 달라도 된다. 제1 전열판(10) 및 제2 전열판(20)은, 예를 들면, 스테인리스강재로 이루어진다. 제1 전열판(10) 및 제2 전열판(20)은 확산 접합 가능하면, 스테인리스강재 이외의 금속 재료에 의하여 형성되어도 된다.

[0029] 도 2에 나타내는 바와 같이, 제1 전열판(10) 및 제2 전열판(20)에는 각각 일방 표면(상면)에 홈상의 유로가 형성되어 있고, 타방 표면(하면)은 평탄면으로 되어 있다. 제1 전열판(10)은 고온 유체(HF)를 유통시키는 고온 유로(11)를 포함하고, 제2 전열판(20)은 저온 유체(LF)를 유통시키는 저온 유로(21)를 포함한다. 각각의 유로는, 예를 들면, 에칭에 의하여 소정 형상으로 형성되어 있다. 제1 전열판(10) 및 제2 전열판(20)의 일방 표면(상면)에 있어서, 유로의 형성 부분(홈 부분) 이외에는 평탄면으로 되어 있으며, 확산 접합에 의한 접합면으로 되어 있다.

#### [0030] 제1 전열판

[0031] 도 3에 나타내는 바와 같이, 제1 전열판(10)은 홈상의 고온 유로(11)와 고온 유로(11)를 구획하는 격벽(12)을 포함한다. 도 3에서는 편의상 격벽(12)에 해칭을 넣고 있다. 해칭을 넣은 격벽(12)의 상면이 확산 접합에 의한 접합면이다. 격벽(12)은 제1 전열판(10)의 표면에 있어서 유로를 구성하기 위한 홈 형성이 행해져 있지 않은 부분이다.

[0032] 고온 유로(11)는 제1 전열판(10)의 제1 측단면(10a)에 개구된 유로 입구(13a)로부터 제2 측단면(10b)을 따르는 방향으로 뻗도록 형성되어 있다. 고온 유로(11)는 제1 전열판(10)의 한쌍의 제1 측단면(10a)에 각각 개구된 유로 입구(13a)와 유로 출구(13b)의 사이에서 직선상으로 뻗는 유로이다. 즉, 고온 유로(11)는 제2 측단면(10b)(코어(1)의 긴 변)을 따라 직선상으로 뻗어 있다.

[0033] 코어(1)의 각 제1 측단면(10a) 측에는 한쌍의 헤더부(5)가 접합되어 있다. 한쌍의 헤더부(5)는 각각 적층된 제1 전열판(10)의 유로 입구(13a) 또는 유로 출구(13b)를 덮도록 마련되어 있다. 한쌍의 헤더부(5)에는 제1 입구 포트(2a) 및 제1 출구 포트(2b)가 각각 마련되어 있다. 이로써, 제1 입구 포트(2a)로부터 유입되는 고온 유체(HF)가 헤더부(5)를 통하여 각각의 제1 전열판(10)의 유로 입구(13a)에 유입되어, 고온 유로(11)를 X1방향으로 통



과하고 유로 출구(13b)로부터 유출되어, 헤더부(5)를 통하여 제1 출구 포트(2b)로부터 배출된다.

[0034] 고온 유로

[0035] 고온 유로(11)는 유로 폭방향으로 나열되어 마련된 홈상의 복수의 채널(14)을 갖는다. 복수의 채널(14)은 유로 폭방향에 있어서 고온 유로(11) 내에 형성된 격벽(12)에 의하여 구획된 개개의 통로부이다. 도 3의 예에서는 16개의 채널(14)이 유로 폭방향으로 등간격으로 나열되어 있다. 채널(14)의 개수는 복수이면 특별히 한정되지 않는다.

[0036] 고온 유로(11)는 적어도 제2 전열판(20)의 유로 입구(23a)부터 유로 입구(23a)보다 하류 측의 위치까지의 소정 범위(PR)(도 4 참조)와 적층 방향으로 중첩되는 범위에 있어서, 고온 유체(HF)가 복수의 채널(14) 간에 걸쳐 유동 가능하게 구성된 연결 채널부(11a)를 갖는다. 즉, 각각의 채널(14)은 유로 입구(13a)로부터 유로 출구(13b)에 도달할 때까지 독립된 1개의 통로는 아니며, 복수의 채널(14)이 적어도 연결 채널부(11a)에 있어서 서로 연통하고 있다. 소정 범위(PR)에 대해서는 후술한다.

[0037] 제1 실시 형태에서는, 연결 채널부(11a)는 제1 전열판(10)에 있어서 고온 유로(11)의 대략 전체에 걸쳐 형성되어 있다. 따라서, 고온 유로(11)는 유로 입구(13a)부터 유로 출구(13b)에 도달할 때까지의 전체 범위에서 고온 유체(HF)가 복수의 채널(14) 간에 걸쳐 유동 가능하도록 구성되어 있다.

[0038] 구체적으로는, 고온 유로(11)는 유로 폭방향으로 복수 나열된 선상의 채널(14)을 포함하고 있으며, 연결 채널부(11a)에서는 이웃하는 채널(14) 간에 걸쳐 채널(14)끼리를 연통시키는 홈상의 연결 통로(15)가 복수 형성되어 있다. 각 채널(14)은 X방향으로 직선상으로 형성되어 있다. 연결 통로(15)는 이웃하는 채널(14) 간을 구획하는 격벽(12)을 관통(또는 분단)하도록 유로 폭방향(Y방향)으로 뻗어 있다. 연결 통로(15)는 고온 유체(HF)의 유동 방향(X방향)으로 간격을 사이에 두고 복수 마련되어 있다. X방향으로 나열된 복수의 연결 통로(15)는 대략 등간격으로 배열되어 있다.

[0039] 도 5에 나타내는 바와 같이, 제1 실시 형태에서는, 고온 유로(11)의 각 채널(14)은 대략 동일한 채널 폭 W1(유로 폭방향의 폭)을 가진다. 또한, 각 채널(14)을 구획하는 격벽(12)도, 대략 동일한 폭 W2(유로 폭방향의 폭)를 가진다. 각 연결 통로(15)는 대략 동일한 통로 폭 W3(X방향의 폭)을 가진다. 또한, 연결 통로(15)에 대해서는 유로 폭방향으로 뻗는 통로이므로, 통로 폭 W3을 고온 유로(11)에 있어서의 유체의 유동 방향(X방향)의 폭으로 정의한다. 연결 통로(15)의 유로 폭방향의 길이는 격벽(12)의 폭 W2와 일치한다. X방향으로 나열된 복수의 연결 통로(15)의 피치(간격)는 p이다. X방향으로 나열된 연결 통로(15)의 사이의 격벽(12)의 길이 L1은 (p-W3)이 된다.

[0040] 제1 실시 형태에서는, 연결 통로(15)의 통로 폭 W3은 채널(14)의 채널 폭 W1과 대략 동일하다(W3≒W1). 이로써, 각 연결 통로(15)와 각 채널(14)을 동일한 에칭 프로세스에 의하여 일괄하여 형성할 수 있으므로, 제조 공정을 간소화할 수 있다. 연결 통로(15)의 X방향의 피치 p는 채널(14)의 채널 폭 W1의 약 2.5배 이상, 약 10배 이하인 것이 바람직하다. 또는, X방향으로 이웃하는 연결 통로(15)의 사이의 격벽(12)의 길이 L1은 채널(14)의 채널 폭 W1의 약 1.5배 이상, 약 9배 이하인 것이 바람직하다. 피치 p(격벽(12)의 길이 L1)가 커질수록 고온 유체(HF)가 채널(14) 간에 걸쳐 유동하기 어려워지기 때문에, 후술하는 바와 같이 동결 부위에 대한 고온 유체(HF)의 돌아들기 효과가 저하된다. 또한, 연결 통로(15) 간의 격벽(12)의 상면은 다른 전열판(제2 전열판(20))의 접합면이 되기 때문에, 피치 p(격벽(12)의 길이 L1)가 작아질수록 연결 통로(15) 간의 격벽 부분에 있어서의 접합 면적이 작아져 접합 강도가 저하된다. 따라서, 피치 p를 상기 범위로 함으로써, 고온 유체(HF)의 돌아들기 효과와 채널(14) 간의 격벽(12)에 있어서의 접합 면적의 확보를 양립하는 것이 가능하다.

[0041] 또한, 도 5에서는, 연결 통로(15)의 X방향의 피치 p는 채널 폭 W1(≒연결 통로(15)의 통로 폭 W3)의 약 2.5배이고, 격벽(12)의 길이 L1은 채널 폭 W1의 약 1.5배이며, 상기 바람직한 범위의 하한값의 예를 나타내고 있다.

[0042] 제1 실시 형태에서는, 복수의 연결 통로(15)는 유로 폭방향(Y방향)으로 이웃하는 연결 통로(15)에 대하여 고온 유체(HF)의 유동 방향(X방향)에 있어서의 위치가 서로 어긋나도록 지그재그상으로 배치되어 있다. 즉, Y방향으로 이웃하는 격벽(12)에 형성된 연결 통로(15)끼리 X방향의 위치가 엇갈리게 되어 있다. 바꾸어 말하면, 연결 통로(15)는 Y방향으로 이웃하는 격벽(12)과 대향하도록 마련되어 있다. 또한, 도 5와 같이, Y방향으로 이웃하는 격벽(12)에 형성된 연결 통로(15)끼리는 X방향의 형성 위치가 부분적으로 중복되어 있어도 되고, X방향의 형성 위치가 완전히 중복되지 않도록 형성되어 있어도 된다.

[0043] 제2 전열판

- [0044] 도 4에 나타내는 바와 같이, 제2 전열판(20)은 홈상의 저온 유로(21)와 저온 유로(21)를 구획하는 격벽(22)을 포함한다. 도 4에서는 편의상 격벽(22)에 해칭을 넣고 있다. 해칭을 넣은 격벽(22)의 상면이 확산 집합에 의한 집합면이다. 격벽(22)은 제2 전열판(20)의 표면에 있어서 유로를 구성하기 위한 홈 형성이 행해져 있지 않은 부분이다.
- [0045] 저온 유로(21)는 제2 전열판(20)의 한쌍의 제2 측단면(20b)에 각각 개구된 유로 입구(23a)와 유로 출구(23b)의 사이를 접속하는 절곡된 유로이다. 저온 유로(21)의 유로 입구(23a)는 일방의 제2 측단면(20b)에 있어서, 고온 유로(11)의 유로 입구(13a)가 배치된 일방 측(X2방향 측)의 단부에 마련되어 있다. 저온 유로(21)의 유로 출구(23b)는 타방의 제2 측단면(20b)에 있어서, 고온 유로(11)의 유로 출구(13b)가 배치된 타방 측(X1방향 측)의 단부에 마련되어 있다.
- [0046] 저온 유로(21)는 제2 전열판(20)의 일방의 제2 측단면(20b)에 개구된 유로 입구(23a)로부터 Y방향으로 뺀 후 굴곡하여, 제2 측단면(20b)을 따르는 X방향으로 뺀음과 함께 X1방향 단부까지 뺀 후 굴곡하여, 타방의 제2 측단면(20b)에 개구된 유로 출구(23b)까지 Y방향으로 뺀어 있다.
- [0047] 코어(1)의 각 제2 측단면(20b) 측에는 한쌍의 헤더부(5)가 접합되어 있다. 한쌍의 헤더부(5)에는 제2 입구 포트(3a) 및 제2 출구 포트(3b)가 각각 마련되어 있으며, 각각 적층된 제2 전열판(20)의 유로 입구(23a) 또는 유로 출구(23b)를 덮도록 마련되어 있다. 이로써, 제2 입구 포트(3a)로부터 유입되는 저온 유체(LF)가 헤더부(5)를 통하여 각각의 제2 전열판(20)의 유로 입구(23a)에 유입되어 저온 유로(21)를 통과하고, 유로 출구(23b)로부터 유출되어 헤더부(5)를 통하여 제2 출구 포트(3b)로부터 배출된다.
- [0048] 저온 유로
- [0049] 저온 유로(21)는 유로 폭방향으로 나열되어 마련된 홈상의 복수의 채널(24)을 갖는다. 복수의 채널(24)은 유로 폭방향에 있어서 저온 유로(21) 내에 형성된 격벽(22)에 의하여 구획된 개개의 통로부이다.
- [0050] 도 4의 구성예에서는, 저온 유로(21)의 채널(24)은 유로의 도중에 평면 형상이 다르다. 즉, 저온 유로(21)에서는 채널 형상이 상류 측의 제1 패턴으로부터 하류 측의 제2 패턴으로 전환되어 있다.
- [0051] 구체적으로는, 저온 유로(21)는 제2 전열판(20)의 소정 범위(PR)에 마련된 제1 부분(21a)과 제1 부분(21a)보다 하류 측의 제2 부분(21b)을 포함하고, 제1 부분(21a)은 제2 부분(21b)보다 전열 성능이 낮아지도록 구성되어 있다. 제1 실시 형태에서는, 이 전열 성능의 상위(相違)가 채널(24)의 형상 패턴의 상위에 의하여 실현되어 있다.
- [0052] 제1 부분(21a)은 제2 전열판(20)의 유로 입구(23a)부터 유로 입구(23a)보다 하류 측의 위치까지의 소정 범위(PR)에 마련되어 있다. 제1 부분(21a)의 각 채널(24a)은 선상 형상을 가지며, 격벽(22)에 의하여 서로 분리되어 있다. 이 때문에, 복수의 채널(24) 간에 걸쳐 저온 유체(LF)가 유동하는 경우는 없다. 또한, 제1 부분(21a)의 각 채널(24a)은 저온 유로(21)의 절곡 부분을 제외하고 직선상으로 형성되어 있다. 즉, 제1 부분(21a)의 각 채널(24a)은 유로 입구(23a)로부터 Y방향으로 직선상으로 뺀 후, 저온 유로(21)의 절곡 부분에서 굴곡하여 X방향으로 직선상으로 뺀어 있다. 채널 형상의 제1 패턴은 개개의 채널(24)이 주로 직선에 의하여 구성된 1개의 선상으로 형성된 패턴이다.
- [0053] 제2 부분(21b)은 제1 부분(21a)(소정 범위(PR))의 하류 측 단부부터 제2 전열판(20)의 유로 출구(23b)까지의 범위에 마련되어 있다. 제2 부분(21b)의 각 채널(24b)은 제1 부분(21a)(소정 범위(PR))의 하류 측 단부로부터 X방향으로 직선상으로 뺀 후, 저온 유로(21)의 절곡 부분에서 굴곡하여 Y방향으로 직선상으로 뺀어 있다.
- [0054] 도 4의 예에서는, 제2 부분(21b)의 각 채널(24b)은 고온 유로(11)의 연결 채널부(11a)에 있어서의 채널 형상과 동일하게 (저온 유로(21)의 절곡 부분을 제외하고) 직선상으로 형성되어 연결 통로(25)에 의하여 이웃하는 채널(24b)끼리 접속되어 있다. 즉, 채널 형상의 제2 패턴은 개개의 채널(24b)이 주로 직선에 의하여 구성되면서, 지그재그상으로 배열된 복수의 연결 통로(25)에 의하여 상호 접속된 패턴이다. 제2 부분(21b)의 채널(24b)의 형상 패턴은 저온 유로(21)가 도중에 절곡되어 있는 점을 제외하고, 상기 제1 부분(21a)의 연결 채널부(11a)와 동일하다.
- [0055] 또한, 도 4에 있어서, 제1 부분(21a)의 채널 폭과 제2 부분(21b)의 채널 폭은 대략 동일하다. 제1 부분(21a)의 채널 폭과 제2 부분(21b)의 채널 폭을 다르게 해도 된다.
- [0056] 제1 부분(21a)과 제2 부분(21b)을 비교하면, 제2 부분(21b) 쪽이 연결 통로(25)에 의하여 격벽(22)이 분단되어 있는 분만큼 전열 면적이 크고, 또한 채널(24b) 간에서의 저온 유체(LF)의 유동이 가능해지는 만큼 흐름이 난류

에 가까워지므로, 제1 부분(21a) 쪽이 전열 성능이 낮다.

[0057] 고온 유로와 저온 유로의 위치 관계

[0058] 도 6에서는, 고온 유로(11)의 유로 전체의 외형을 실선으로 나타내고, 저온 유로(21)의 유로 전체의 외형을 파선(破線)으로 나타냄으로써, 고온 유로(11)와 저온 유로(21)를 중첩하여 도시하고 있다. 저온 유로(21)의 유로 입구(23a)와 고온 유로(11)의 유로 입구(13a)가, 코어(1)의 X방향의 일방 측(X2방향 측)에 배치되고, 저온 유로(21)의 유로 출구(23b)와 고온 유로(11)의 유로 출구(13b)가, 코어(1)의 X방향의 타방 측(X1방향 측)에 배치되어 있다.

[0059] 이와 같이, 열교환기(100)는 고온 유로(11) 및 저온 유로(21)의 각 유로 입구가 모두 X2방향 측 단부에 마련되고, 고온 유로(11) 및 저온 유로(21)의 각 유로 출구가 모두 X1방향 측 단부에 마련되어 있으며, 고온 유로(11)를 흐르는 고온 유체(HF)와 저온 유로(21)를 흐르는 저온 유체(LF)가 서로 동일한 방향(X1방향)으로 흐르는 병행류형의 열교환기이다. 상기 고온 유로(11)에서는 고온 유체(HF)가 X2방향 측의 유로 입구(13a)로부터 X1방향 측의 유로 출구(13b)를 향하여 X1방향으로 흐른다. 저온 유로(21)에서는 X2방향 측의 유로 입구(23a)로부터 유입된 저온 유체(LF)가 1회 굴곡하여 X1방향으로 흐른 후, 제2 굴곡하여 X1방향 측의 유로 출구(23b)로 흐른다.

[0060] 저온 유로의 소정 범위

[0061] 다음으로, 제1 부분(21a)이 형성된 제2 전열판(20)의 유로 입구(23a)부터 유로 입구(23a)보다 하류 측의 위치까지의 소정 범위(PR)에 대하여 설명한다. 도 6에 나타내는 바와 같이, 고온 유로(11)와 저온 유로(21)는 저온 유로(21)의 유로 입구(23a)의 바로 뒤의 영역 및 저온 유로(21)의 유로 출구(23b)의 바로 앞의 영역을 제외한 X방향으로 뻗는 영역의 대략 전체에서 중첩되어 있다.

[0062] 여기서, 제1 부분(21a)이 형성된 제2 전열판(20)의 유로 입구(23a)부터 유로 입구(23a)보다 하류 측의 위치까지의 소정 범위(PR)는 X방향에 있어서의 유로 입구(23a)의 일단(X2방향 단부)의 위치(P1)부터 X방향에 있어서의 유로 입구(23a)의 타단(X1방향 단부)보다 소정 거리만큼 하류 측이 되는 위치(P2)까지의 범위로 설정되어 있다. 이 소정 범위(PR)는 입구 온도가 극저온이 되는 저온 유체(LF)에 의하여 고온 유로(11) 측에서 동결이 발생하기 쉬운 고리스크 영역(E)을 내측에 포함하도록 설정되어 있다.

[0063] 여기서, 제1 실시 형태의 열교환기(100)는 임의의 운전 조건으로 이용되는 범용적인 열교환기는 아니며, 미리 설정된 소정의 운전 조건에서 소정의 열교환 성능을 달성하도록 설계되는 타입의 열교환기이다. 그 때문에, 고리스크 영역(E)의 위치 및 범위는 미리 특정된 운전 조건 및 설계 조건에 근거하여 실험적 수법 또는 시뮬레이션 등의 해석적 수법에 의하여 미리 파악된다. 고리스크 영역(E)은 저온 유로(21)와 고온 유로(11)의 중첩 부분이며, 또한 저온 유체(LF)의 온도가 가장 낮아지는 유로 입구(23a)의 근방의 위치와 중첩되는 고온 유로(11) 내의 위치가 된다. 저온 유로(21)의 소정 범위(PR)(제1 부분(21a))는 고리스크 영역(E)을 내측에 포함함과 함께 고리스크 영역(E)보다 하류 측까지 뻗는 범위로서 설정되어 있다.

[0064] 따라서, 고온 유로(11)의 연결 채널부(11a)는 적어도 저온 유로(21)의 소정 범위(PR)(제1 부분(21a))와 중첩되는 범위에 걸쳐 형성된다. 이 결과, 연결 채널부(11a)는 고온 유로(11)에 있어서 동결이 발생하기 쉬운 고리스크 영역(E)을 내측에 포함하는 범위에서 마련된다. 또한, 연결 채널부(11a)는 고리스크 영역(E)보다 저온 유로(21)의 하류 측 방향(X1방향)까지 뻗도록 마련된다.

[0065] 또한, 제1 실시 형태에서는, 저온 유로(21)의 소정 범위(PR)에 마련된 제1 부분(21a)을 구성하는 채널(24a)(도 4 참조)의 형상은 고온 유로(11)의 고리스크 영역(E)에 있어서의 유로의 내표면 온도 Ts가 고온 유체(HF)의 응고점 FP 이상이 되는 조건을 충족시키도록 설정되어 있다. 병행류형의 열교환기(100)에 있어서의 X방향의 위치에 따른 전형적인 온도 분포를 도 7에 나타낸다. 도 7의 가로축은 각 유로의 X방향에 있어서의 위치를 나타내고, 세로축이 온도를 나타내고 있다.

[0066] 고온 유로(11)를 흐르는 고온 유체(HF)의 평균 온도 및 저온 유로(21)를 흐르는 저온 유체(LF)의 평균 온도는 도 7과 같이 하류 측(X1방향)을 향함에 따라 열교환에 의하여 서로 가까워진다. 병행류형의 열교환기(100)에서는 상류 측 단부인 저온 유로(21)의 유로 입구(23a)의 근방의 위치(소정 범위(PR))에서는 유체 간의 온도 차이가 가장 크다. 그러나, 도 7에 나타낸 고온 유로(11)의 내표면 온도 Ts는 고온 유체(HF)의 평균 온도보다 낮고, 내표면 온도 Ts가 고온 유체(HF)의 응고점 FP보다 낮아지면, 유로 내표면에 국소적인 동결이 발생할 가능성이 있다. 고온 유로(11)의 내표면 온도 Ts는 고온 유로(11)의 전열 성능이 높을수록 상승하고, 저온 유로(21)의 전열 성능이 낮을수록 상승한다. 그 때문에, 제1 실시 형태에서는, 제1 부분(21a)의 전열 성능을 제2 부분(21b)보다

전열 성능을 낮게 함으로써, 고리스크 영역(E)에 있어서의 내표면 온도  $T_s$ 가 고온 유체(HF)의 응고점 FP보다 높아지도록 열교환기(100)가 구성되어 있다.

[0067] 중복 영역 및 비중복 영역

[0068] 도 6에 나타내는 바와 같이, 제1 실시 형태에서는, 고온 유로(11)는 평면시에 있어서, 제2 전열관(20)의 저온 유로(21)와 중복되는 중복 영역(11b)과 적어도 저온 유로(21)의 유로 입구(23a) 측에서 중복 영역(11b)보다 외측에 마련된 비중복 영역(11c)을 포함한다. 저온 유로(21)의 유로 입구(23a) 측은, 도 6의 예에서는, Y방향 중 Y1방향 측이다.

[0069] 구체적으로는, 각 유로가 X방향으로 뻗는 부분에 있어서, 제2 전열관(20)의 저온 유로(21)는 유로 폭 W12를 갖고 있으며, 제1 전열관(10)의 고온 유로(11)는 유로 폭 W12보다 큰 유로 폭 W11을 갖고 있다. 따라서, 고온 유로(11)는 저온 유로(21)보다 유로 폭방향의 외측까지 돌출되도록 마련되어 있으며, 저온 유로(21)보다 돌출된 부분이 비중복 영역(11c)이다. 비중복 영역(11c)에는 적어도 1개의 채널(14)(도 3 참조)이 마련되어 있다. 도 6의 예에서는, 비중복 영역(11c)은, 저온 유로(21)의 유로 입구(23a) 측(Y1방향 측)의 외측뿐만 아니라, 저온 유로(21)의 유로 출구(23b) 측(Y2방향 측)의 외측에도 마련되어 있다. 저온 유로(21)의 유로 입구(23a) 측에 마련된 비중복 영역(11c)은 평면시에 있어서 유로 입구(23a) 측에서 저온 유로(21)의 Y방향의 외연(外緣)에 인접하기 때문에, 고리스크 영역(E) 및 고리스크 영역(E)의 근방에 배치된다.

[0070] 중복 영역(11b)에서는 고온 유로(11)와 저온 유로(21)가 적층 방향으로 중복되어 있으므로, 각 유로를 흐르는 고온 유체(HF)와 저온 유체(LF)의 사이에서 열교환이 행해진다.

[0071] 한편, 비중복 영역(11c)에서는, 고온 유로(11)와, 저온 유로(21)의 외연을 구획하는 격벽(22)의 부분(저온 유체(LF)가 흐르지 않는 부분)이 적층 방향으로 중복되어 있다. 중복 영역(11b)과 비교하면, 비중복 영역(11c)에 마련된 채널(14)(도 3 참조)은 저온 유체(LF)와의 열교환에 대한 기여도가 낮은 잉여의 고온 유체(HF)를 유통시킨다. 그 때문에, 저온 유로(21)와 중첩되는 중복 영역(11b)의 유로 폭방향의 외측(Y1방향 측)에 비중복 영역(11c)이 배치됨으로써, 고리스크 영역(E) 및 고리스크 영역(E)의 근방에 통상의 열교환에 대한 기여도가 낮은 잉여의 고온 유체(HF)를 유통시키는 것이 가능하다.

[0072] 저온 유로(21)의 유로 입구(23a) 측에 마련되는 비중복 영역(11c)의 폭은 고온 유로(11)의 채널(14)(도 3 참조)이 1개 이상 3개 이하 마련되는 정도가 바람직하다. 1개의 채널(14)은, 채널(14) 간의 격벽(12)을 고려하여(W1+W2)의 폭을 차지하므로, 비중복 영역(11c)의 폭은 (W1+W2)의 약 1배 이상 약 3배 이하 정도로 된다. 상기한 바와 같이 비중복 영역(11c)을 흐르는 고온 유체(HF)는 통상의 열교환에 대한 기여도가 낮으므로, 필요 이상으로 마련하면 열교환기(100)의 체적당 열교환 성능이 저하되기 때문이다.

[0073] 제1 실시 형태의 작용

[0074] 다음으로, 도 6을 참조하여, 제1 실시 형태의 열교환기(100)에 의한 작용에 대하여 설명한다. 각 유로의 형상은 각각 도 3 및 도 4를 참조하는 것으로 한다. 도 6에 나타낸 바와 같이, 고온 유로(11) 및 저온 유로(21)의 각각에 고온 유체(HF) 및 저온 유체(LF)가 유입되면, 각 유로가 중복되는 영역에 있어서 고온 유체(HF)와 저온 유체(LF)의 열교환이 행해진다. 고온 유체(HF)는 저온 유로(21)의 소정 범위(PR)와 중첩되는 위치를 통과하는 과정에서 고리스크 영역(E)을 통과한다.

[0075] 이때, 저온 유로(21)의 소정 범위(PR)에 마련된 제1 부분(21a)에서는 전열 성능이 상대적으로 낮기 때문에, 고온 유로(11)의 내표면 온도  $T_s$ (도 7 참조)가 저하되는 것이 억제된다. 또한, 저온 유로(21)의 소정 범위(PR)와 중첩되는 고온 유로(11)의 범위에는 연결 채널부(11a)가 마련되어 있기 때문에, 높은 전열 성능을 가져, 고온 유로(11)의 내표면 온도  $T_s$ 가 저하되는 것이 억제된다.

[0076] 열교환기(100)의 운전 중에는 각종 변동 요인이 있으며, 운전 조건의 변화에 의하여 설계 사양보다 유체(유로 내표면)의 온도가 저하될 가능성이 있다. 그 경우에는, 고온 유로(11) 내의 고리스크 영역(E)에 있어서, 동결이 발생하는 경우가 있을 수 있다. 따라서, 고리스크 영역(E)에 동결이 발생하여 고리스크 영역(E)의 부분의 채널(14)이 폐색되었다고 가정한다.

[0077] 이 경우, 채널(14)이 폐색된 만큼만 동결 부위에서는 고온 유로(11)의 유로 폭이 W13까지 감소한다. 그 결과, 동결되어 있지 않은 채널(14)에서는 고온 유체(HF)의 유속이 상승하여, 열전달률이 향상된다. 이로써, 동결 부위의 Y방향으로의 확대가 억제된다.

[0078] 한편, 동결에 의하여 폐색된 채널(14)에서는 동결 부위보다 하류 측으로는 고온 유체(HF)가 흐르지 않는다. 그



러나, 연결 채널부(11a)에서는 고온 유체(HF)가 채널(14) 간에 걸쳐 유동 가능하다. 동결 부위의 측방을 통과하면 고온 유로(11)의 유로 폭 W13으로부터 W11로 확대되므로, 도 6의 흐름선으로 나타낸 바와 같이, 고온 유체(HF)의 흐름은, 채널(14)을 걸쳐 유로 폭방향으로 넓어진다. 즉, 동결 부위의 주위의 동결되어 있지 않은 채널(14)로부터 고온 유체(HF)가 동결 부위보다 하류 측(이측)의 위치까지 동결 부위를 따라 유로 폭방향(Y방향)으로 돌아들듯이 흐른다. 그 결과, 폐색된 채널(14)의 동결 부위보다 하류 측에서 고온 유체(HF)의 흐름이 정체되는 것이 억제되므로, 동결 부위의 X방향으로의 확대가 억제된다.

[0079] 또한, 고온 유로(11)의 동결 부위의 주변에는 저온 유로(21)와는 중복되지 않는 비중복 영역(11c)이 있으며, 잉여의 고온 유체(HF)가 유통한다. 이 때문에, 비중복 영역(11c)의 채널(14)에 유입되는 잉여의 고온 유체(HF)의 분만큼 고온 유체(HF)의 열용량이 증대한다. 또한, 비중복 영역(11c)의 채널(14)이 동결에 의하여 고리스크 영역(E)에 있어서 폐색되어도 고온 유체(HF)의 돌아들기에 의하여 비중복 영역(11c)에 있어서 동결 부위보다 하류 측에는 고온 유체(HF)의 흐름이 형성된다. 비중복 영역(11c)을 흐르는 고온 유체(HF)는 저온 유체(LF)와의 열교환에 대한 기여도가 낮은 만큼 고온 유체(HF)가 갖는 잉여의 열량에 의하여 동결 부위의 확대가 억제된다.

[0080] 또한, 운전 조건의 변동에 의하여 가령 고리스크 영역(E)을 초과하여 동결 부위가 확대되었다고 해도, 제1 실시 형태의 열교환기(100)에서는 고온 유로(11)의 전체면에 연결 채널부(11a)가 마련되어 있기 때문에, 고온 유체(HF)의 돌아들기에 의한 동결 부위의 확대 억제의 효과는 계속해서 유지된다.

[0081] 저온 유로(21)에 있어서, 제1 부분(21a)의 전열 성능이 제2 부분(21b)보다 작기 때문에, 제1 부분(21a)에서는 저온 유체(LF)의 승온이 상대적으로 억제된다. 즉, 제1 부분(21a)을 제2 부분(21b)과 동일한 형상 패턴의 채널로 구성한 경우와 비교하여 저온 유체(LF)의 승온이 완만해진다. 한편, 저온 유체(LF)가 소정 범위(PR)(제1 부분(21a))를 초과하여 제2 부분(21b)에 유입되면, 제2 부분(21b)에서는 전열 성능이 높아지기 때문에, 고온 유체(HF)와의 열교환이 촉진되어 저온 유체(LF)는 유로 출구(23b)에 도달하는 과정에서 목표 온도까지 승온된다. 저온 유체(LF)가 제2 부분(21b)에 도달한 단계에서는, 고온 유로(11) 측에서 고온 유체(HF)를 동결시키지 않을 정도까지 저온 유체(LF)가 승온되기 때문에, 고온 유로(11)의 제2 부분(21b)과 중첩되는 영역에서는, 동결이 발생할 것 같은 고리스크 영역(E)으로는 되지 않는다.

[0082] 제1 실시 형태의 효과

[0083] 제1 실시 형태에서는, 이하와 같은 효과를 얻을 수 있다.

[0084] 제1 실시 형태에서는, 상기와 같이, 적어도 제2 전열판(20)의 유로 입구(23a)부터 유로 입구(23a)보다 하류 측의 위치까지의 소정 범위(PR)와 중첩되는 고온 유로(11)의 범위에 연결 채널부(11a)를 마련했으므로, 연결 채널부(11a)에 있어서의 열전달률을 향상시킬 수 있다. 그 결과, 고온 유로(11)가 형성된 제1 전열판(10)으로의 입열량이 증대되어 고온 유로(11)의 내표면 온도 Ts를 높일 수 있으므로, 고온 유로(11)에 있어서의 동결의 발생을 억제할 수 있다. 또한, 연결 채널부(11a)에 있어서 고온 유체(HF)의 동결이 발생한 경우에도, 다른 채널(14)을 흐르는 고온 유체(HF)가 폐색된 채널(14)의 하류 측으로 돌아들 수 있으므로, 동결 부위가 X방향으로 확대되는 것을 회피할 수 있다. 또한, 일부의 채널(14)이 동결에 의하여 폐색되면, 동결되어 있지 않은 채널(14)에서의 고온 유체(HF)의 유속이 상승한다. 그 결과, 동결되어 있지 않은 채널(14)에 있어서의 열전달률이 향상되어 제1 전열판(10)으로의 입열량이 증대되므로, 동결 부위의 Y방향의 확대가 억제된다. 이상의 결과, 극저온의 유체를 취급하는 경우에, 고온 유체(HF) 측의 유로에 동결이 발생하는 것을 억제할 수 있고, 동결이 발생한 경우에도 동결 영역이 확대되는 것을 억제할 수 있다.

[0085] 또한, 연결 채널부(11a)가 제1 전열판(10)에 있어서 고온 유로(11)의 대략 전체에 걸쳐 형성되어 있으므로, 상기 연결 채널부(11a)에 의하여 얻어지는 효과를 소정 범위(PR)뿐만 아니라 고온 유로(11) 전체에 걸쳐 실현할 수 있다. 그 결과, 상정과 다른 동결 부위가 발생한 경우에도 동결의 발생 및 동결 부위의 확대를 확실히 억제할 수 있다.

[0086] 또한, 고온 유로(11)의 연결 채널부(11a)에서는 이웃하는 채널(14) 간에 걸쳐 채널(14)끼리를 연통시키는 홈상의 연결 통로(15)가 복수 형성되어 있으므로, 용이하게 연결 채널부(11a)를 구성할 수 있다. 특히, 제1 전열판(10)에 대하여 에칭에 의하여 고온 유로(11)를 형성할 때에 채널(14)과 연결 통로(15)를 일괄하여 형성할 수 있으므로, 연결 채널부(11a)를 마련하는 경우에도 제조 공정이 복잡화되는 것을 억제할 수 있다.

[0087] 또한, 연결 채널부(11a)에 있어서 복수의 연결 통로(15)가 유로 폭방향(Y방향)으로 이웃하는 연결 통로(15)에 대하여 고온 유체(HF)의 유통 방향에 있어서의 위치가 서로 어긋나도록 지그재그상으로 배치되어 있으므로, 연결 통로(15)가 유로 폭방향으로 직선상으로 나열되어 있는 경우와 비교하여, 보다 효율적으로 고온 유체(HF)를



유로 폭방향으로 이동시킬 수 있다. 이 결과, 연결 채널부(11a)의 전열 효율의 향상 및 연결 채널부(11a)에 있어서의 동결 부위의 주위로의 고온 유체(HF)의 돌아돌기를 촉진할 수 있다.

[0088] 또한, 고온 유로(11)가 적어도 저온 유로(21)의 유로 입구(23a) 측에서 중폭 영역(11b)보다 외측에 마련된 비중폭 영역(11c)을 포함하므로, 비중폭 영역(11c)을 흐르는 열교환에 대한 기여도가 낮은 잉여의 고온 유체(HF)의 흐름을 저온 유체(LF)의 유로 입구(23a)의 근방과 중폭되는 고리스크 영역(E)의 주변에 형성할 수 있다. 이 때문에, 비중폭 영역(11c)을 흐르는 잉여의 고온 유체(HF)의 분만큼 고온 유체(HF)의 열용량을 증대시킬 수 있다. 또한, 가령 비중폭 영역(11c)이 동결되어도 고온 유체(HF)의 돌아돌기에 의하여 동결 부위보다 하류 측에 고온 유체(HF)의 흐름을 형성할 수 있다. 그 결과, 잉여의 고온 유체(HF)의 흐름을 고리스크 영역(E)의 주변 및 하류 측에 형성할 수 있으므로, 고리스크 영역(E)에 있어서의 고온 유체(HF)의 동결의 발생 및 동결 부위의 확대를 효과적으로 억제할 수 있다.

[0089] 또한, 저온 유로(21)에 있어서 소정 범위(PR)에 마련된 제1 부분(21a)이, 제2 부분(21b)보다 전열 성능이 낮아지도록 구성되어 있으므로, 제1 부분(21a)에 의하여 저온 유로(21)의 전열 성능이 억제되어, 그만큼 소정 범위(PR)와 중폭되는 고온 유로(11)의 내표면 온도  $T_s$ 를 상승시킬 수 있다. 그 결과, 소정 범위(PR)와 중폭되는 부위에 있어서의 고온 유로(11) 내의 동결의 발생을 효과적으로 억제할 수 있다.

[0090] 또한, 제1 부분(21a)의 채널(24a)이 제2 부분(21b)의 채널(24b)보다 전열 성능이 낮아지도록 평면 형상이 다르므로, 도 4와 같이 저온 유로(21)를 구성하는 채널(24)의 형상을 다르게 하는 것만으로 용이하게 제1 부분(21a)의 전열 성능을 제2 부분(21b)의 전열 성능보다 낮게 할 수 있다.

[0091] 또한, 제1 실시 형태의 열교환기(100)를 병행류형의 열교환기로 한 것에 의하여, 고온 유로(11)에 있어서 소정 범위(PR)와 중첩되는 위치에서는 가장 고온의 상태의 고온 유체(HF)가 유통하게 되므로, 고온 유체(HF)의 동결의 발생을 효과적으로 억제할 수 있다. 또한, 실제의 열교환기(100)의 운전 중에 미리 파악할 수 없는 각종 변동이 발생한 경우에도 입구 온도에 대해서는 그와 같은 변동 요인의 영향을 받기 어렵기 때문에, 동결이 발생하기 쉬운 소정 범위(PR)에 있어서의 변동 요인의 영향을 억제하여 안정된 동결의 억제 효과를 얻을 수 있다.

[0092] 제2 실시 형태

[0093] 다음으로, 도 8 및 도 9를 참조하여, 제2 실시 형태에 대하여 설명한다. 이 제2 실시 형태에서는, 제2 전열판(20)의 저온 유로(21)에 1개의 유로 입구(23a)를 마련한 상기 제1 실시 형태와 달리 저온 유로(21)에 복수의 유로 입구(123a)를 마련한 예에 대하여 설명한다. 또한, 제2 실시 형태에 있어서, 제2 전열판(120) 및 제2 입구 포트(3a) 및 제2 출구 포트(3b) 이외에는 상기 제1 실시 형태와 동일하므로, 동일한 부호를 이용함과 함께 설명을 생략한다.

[0094] 도 8에 나타내는 바와 같이, 제2 실시 형태의 열교환기(200)에서는, 제2 전열판(120)에는 복수(2개)의 유로 입구(123a)가 마련되어 있다. 또한, 제2 전열판(120)에는 복수(2개)의 유로 출구(123b)가 마련되어 있다.

[0095] 2개의 유로 입구(123a)는 제2 전열판(120)의 한쌍의 제2 측단면(20b)에 각각 개구되도록 쌍으로(한쌍) 마련되어 있다. 한쌍의 유로 입구(123a)는 제2 전열판(120)의 X2방향 측의 단부에 있어서 Y방향으로 서로 대향하는 위치에 형성되어 있다.

[0096] 2개의 유로 출구(123b)는 제2 전열판(120)의 한쌍의 제2 측단면(20b)에 각각 개구되도록 쌍으로(한쌍) 마련되어 있다. 한쌍의 유로 출구(123b)는 유로 입구(123a)와는 반대 측의 X1방향 측의 단부에 있어서 Y방향으로 서로 대향하는 위치에 형성되어 있다.

[0097] 각 한쌍의 유로 입구(123a) 및 유로 출구(123b)에 대응하여 각각의 개구를 덮도록 헤더부(5)가 합계 4개소 마련되어 있다. 유로 입구(123a)를 덮는 2개의 헤더부(5)에는 저온 유체(LF)를 도입하기 위한 제2 입구 포트(3a)가 각각 마련되어 있다. 유로 출구(123b)를 덮는 2개의 헤더부(5)에는 저온 유체(LF)를 도출하기 위한 제2 출구 포트(3b)가 각각 마련되어 있다.

[0098] 제2 실시 형태에서는, 저온 유로(121)는 제2 전열판(120)의 한쌍의 제2 측단면(20b)에 각각 개구된 유로 입구(123a)로부터 각각 뺀 후 굴곡하여, 제2 측단면(20b)을 따르는 방향으로 뺄도록 형성되어 있다. 이와 같이, 제2 실시 형태에서는 제1 전열판(10)의 제1 측단면(20a)에 유로 입구(13a)가 마련된 고온 유로(11)(도 9 참조)에 대하여 고온 유로(11)의 좌우 양측이 되는 한쌍의 제2 측단면(20b)에 저온 유로(121)의 한쌍의 유로 입구(123a)가 각각 마련되어 있다.

[0099] 저온 유체(LF)는 저온 유로(121)에 있어서 한쌍의 유로 입구(123a)로부터 Y방향 중앙을 향하여 유입된 후 굴곡

하여, X1방향으로 진행하며, X1방향 단부에서 Y방향 양측으로 분기되어 Y방향 양측의 유로 출구(123b)로부터 각각 유출된다. 이와 같이 Y방향의 양측에 한쌍의 유로 입구(123a)를 마련한 경우에 동일하게 Y방향의 양측에 한쌍의 유로 출구(123b)를 마련함으로써, 저온 유로(121) 내에서 저온 유체(LF)의 흐름의 편향이 발생하는 것을 억제할 수 있다. 개개의 유로 입구(123a)의 개구 면적(개구 폭)을 작게 할 수 있으므로, 저온 유로(121)에 중첩되는 고온 유로(11)에 있어서 내표면 온도  $T_s$ 가 국소적으로 저하되는 것이 억제된다.

[0100] 저온 유로(121)에는, 상기 제1 실시 형태와 동일하게, 제2 전열판(120)의 유로 입구(123a)부터 유로 입구(123a)보다 하류 측의 위치까지의 소정 범위(PR)에 제1 부분(21a)(저온 유로(121) 내의 해칭 부분)이 마련되고, 제1 부분(21a)보다 하류 측에 제2 부분(21b)이 마련되어 있다. 그리고, 제1 부분(21a)은 제2 부분(21b)보다 전열 성능이 낮아지도록 구성되어 있다. 제1 부분(21a) 및 제2 부분(21b)에 있어서의 구체적인 채널의 형상은 상기 제1 실시 형태의 저온 유로(21)의 구성을 Y방향의 좌우로 분기시킨 것과 동일하기 때문에, 도시를 생략한다. 그 때문에, 제1 부분(21a)의 채널은 제2 부분(21b)의 채널보다 전열 성능이 낮아지도록 평면 형상이 다르며, 상세한 설명은 생략한다.

[0101] 도 9는 고온 유로(11)(실선)와 저온 유로(121)(파선)를 중첩하여 나타낸 것이다. 제2 실시 형태에서는 저온 유로(121)에 한쌍의 유로 입구(123a)를 마련하고 있기 때문에, 개개의 유로 입구(123a)의 개구 면적(개구 폭)이 상기 제1 실시 형태의 유로 입구(23a)의 개구 면적(개구 폭)과 비교하여 대략 절반으로 되어 있다. 극저온의 상태의 저온 유체(LF)의 유입 위치가 분산되어 개개의 유로 입구(123a)에 있어서의 유량이 억제되기 때문에, 이에 대응하여 고온 유로(11)의 고리스크 영역(E)도 2개소로 분산되어 면적이 작게 되어 있다. 따라서, 제2 실시 형태의 열교환기(200)에서는 고온 유로(11)에 있어서 동결이 발생하기 쉬운 고리스크 영역(E)을 분산시킴과 함께 작게 하여 동결의 발생을 더 억제하고 있다. 또한, 가령 각각의 고리스크 영역(E)에서 동결이 발생한 경우에도 보다 소형의 동결 부위가 유로 폭방향(Y방향)으로 서로 이격된 위치에 형성되므로, 개개의 동결 부위가 확대되는 것도 효과적으로 억제된다.

[0102] 고온 유로(11)에 있어서의 연결 채널부(11a)에 의하여 얻어지는 효과는 상기 제1 실시 형태와 동일하다. 도 3 및 도 9로부터 알 수 있는 바와 같이, 2개소의 고리스크 영역(E) 중 어느 하나에 동결이 발생한 경우에도 고온 유체(HF)는 연결 채널부(11a)에 있어서 채널(14) 간을 걸쳐 유동함으로써, 동결 부위를 돌아들듯이 흐르는 것이 가능하다.

[0103] 제2 실시 형태에서는, 저온 유로(121)에 있어서 Y방향의 양측에 유로 입구(123a)가 각각 마련되어 있으므로, 고온 유로(11) 중 저온 유로(121)와 중복되지 않는 비중복 영역(11c)도 유로 입구(123a)가 마련된 Y방향의 양측에 각각 마련되어 있다.

[0104] 제2 실시 형태의 그 외의 구성은 상기 제1 실시 형태와 동일하다.

[0105] 제2 실시 형태의 효과

[0106] 제2 실시 형태에서도, 상기 제1 실시 형태와 동일하게, 적어도 제2 전열판(120)의 유로 입구(123a)부터 유로 입구(123a)보다 하류 측의 위치까지의 소정 범위(PR)와 중첩되는 고온 유로(11)의 범위에 연결 채널부(11a)(도 3 및 도 9 참조)를 마련하였으므로, 극저온의 유체를 취급하는 경우에 고온 유체(HF) 측의 유로에 동결이 발생하는 것을 억제할 수 있고, 동결이 발생한 경우에도 동결 영역이 확대되는 것을 억제할 수 있다.

[0107] 또한, 제2 실시 형태에서는, 저온 유로(121)를 제2 전열판(120)의 한쌍의 제2 측단면(20b)에 각각 개구된 유로 입구(123a)로부터 각각 뺀 후 굴곡하여 제2 측단면(20b)을 따르는 X방향으로 뺄도록 형성했으므로, 고온 유체(HF)의 유로 입구(13a)에 대하여 저온 유체(LF)의 유로 입구(123a)를 좌우의 양측의 제2 측단면(20b)에 마련할 수 있다. 그 때문에, 저온 유체(LF)의 유로 입구(123a)를 좌우의 편측에 1개만 마련하는 경우와 비교하여 개개의 유로 입구(123a)의 개구 면적을 감소시킬 수 있으므로, 고온 유로(11) 내에서 고리스크 영역(E)을 작게 하면서, 고온 유로(11)의 좌우 양측으로 분산시킬 수 있다. 이로써, 동결의 발생을 억제하고, 동결이 발생하는 경우에도 동결 부위를 작게 할 수 있다.

[0108] 제2 실시 형태의 그 외의 효과는 상기 제1 실시 형태와 동일하다.

[0109] 유로의 구성예

[0110] 다음으로, 유로 및 채널의 구성예에 대하여 설명한다. 상기 제1 및 제2 실시 형태에서는, 고온 유로(11)의 연결 채널부(11a)를 직선상의 채널(14)과 이웃하는 채널(14)끼리를 연통시키는 연결 통로(15)에 의하여 구성한 예를 나타냈지만, 연결 채널부(11a)의 구성은 이것에 한정되지 않는다.

- [0111] 예를 들면, 도 10의 (A) 및 (B)에 나타낸 바와 같이, 채널이 직선상으로 형성되어 있지 않아도 된다. 도 10의 (A) 및 (B)의 구성예에서는, 고온 유로(11)는 연결 채널부(11a)에 있어서 유로 중에 점재하도록 복수 배치된 섬 형상의 격벽(212)을 따라 분기되며, 서로 합류하는 복수의 채널(214)을 포함한다. 이들의 구성예에 있어서는, 채널(214)은, 고온 유체(HF)의 유동 방향(X방향)과 직교하는 유로 폭방향(Y방향)에 있어서 이웃하는 격벽(212)에 의하여 구획된 격벽(212) 간의 부분을 1개의 채널로서 정의한다.
- [0112] 도 10의 (A) 및 (B)의 구성예에서는, 고온 유로(11)가 연결 채널부(11a)에 있어서, 유로 중에 점재하도록 복수 배치된 섬 형상의 격벽(212)을 따라 분기되며, 서로 합류하는 복수의 채널(214)을 포함하므로 고온 유체(HF)가 섬 형상의 격벽(212)에 의하여 분기되거나 합류하거나 함으로써, 복수의 채널(214) 간에 걸쳐 유동 가능해진다. 그 때문에, 이와 같은 구성에 의해서도 연결 채널부(11a)를 구성하는 것이 가능하다.
- [0113] 도 10의 (A)의 예에서는, 고온 유로(11) 중에 평면시에서 원형상의 격벽(212)이 섬 형상으로 점재하도록 마련되어 있다. 각각의 격벽(212)은 고온 유로(11)의 유동 방향(X방향)으로 소정 간격으로 직선상으로 배열되어 있지만, 유로 폭방향(Y방향)으로 이웃하는 열을 구성하는 격벽(212)끼리는 X방향의 위치가 서로 어긋나도록 지그재그상으로 배치되어 있다. 그 때문에, 각 채널(214)은, 격벽(212)을 따라 사행(蛇行)함과 함께, 분기 및 합류를 반복하도록 형성되어 있으며, 이웃하는 채널(214)에 걸쳐 고온 유체(HF)를 유동할 수 있다.
- [0114] 도 10의 (B)의 예에서는, 고온 유로(11) 중에 평면시에서 날개형의 격벽(212)이 섬 형상으로 점재하도록 마련되어 있다. "날개형"이란, 항공기 등의 날개의 단면(斷面) 형상을 말하며, 기본적으로 전연(前緣)(유동 방향의 상류 측 단연(端緣))이 둥글고, 후연(後緣)(유동 방향의 하류 측 단연)이 뾰족한 형상을 갖는 것이다. 각각의 격벽(212)은 고온 유로(11)의 유동 방향(X방향)으로 소정 간격으로 직선상으로 배열되어 있지만, 유로 폭방향(Y방향)으로 이웃하는 각 열을 구성하는 격벽(212)끼리는 X방향의 위치가 서로 어긋나도록 지그재그상으로 배치되어 있다. 또한, X방향으로 직선상으로 나열된 각각의 격벽(212)은 X방향에 대하여 Y방향의 일방 측 또는 타방 측으로 경사져 있고, 일방 측으로 경사진 격벽(212)과 타방 측으로 경사진 격벽(212)이 교대로 나열되도록 배치되어 있다. 또한, 날개형의 격벽(212)은 Y방향으로 경사지지 않고 모두 동일한 방향으로 마련되어도 된다.
- [0115] 도 10의 (B)의 구성예에 있어서도, 각 채널(214)은 격벽(212)을 따라 사행함과 함께 격벽(212) 간에서 분기 및 합류를 반복하도록 형성되어 있으며, 이웃하는 채널(214)에 걸쳐 고온 유체(HF)를 유동할 수 있다.
- [0116] 제1 부분 및 제2 부분의 구성예
- [0117] 또한, 상기 제1 및 제2 실시 형태에서는, 저온 유로(21)의 제1 부분(21a)을 서로 독립된 선상의 채널(24a)에 의하여 구성한 패턴으로 하고, 제2 부분(21b)을 연결 채널부(11a)와 동일하게 직선상의 채널(24b)끼리를 복수의 연결 통로(25)에 의하여 연통시킨 패턴으로 한 예를 나타냈지만, 제1 부분(21a) 및 제2 부분(21b)의 각 채널을 각각 도 11의 (A) 및 (B)에 나타내는 패턴으로 해도 된다.
- [0118] 도 11의 (A)는, 제1 부분(21a)의 패턴이며, 상기 제1 및 제2 실시 형태와 동일하게 격벽(222)에 의하여 서로 독립된 선상의 채널(224a)이 구성되어 있다. 이것에 대하여, 도 11의 (B)는 제2 부분(21b)의 패턴이며, 각 채널(224b)은 상기 제1 및 제2 실시 형태와는 달리, 격벽(222)에 의하여 서로 독립된 선상의 채널로 되어 있다. 다만, 도 11의 (B)의 채널(224b)은 유로 폭방향(Y방향)으로 교대로 경사짐으로써 지그재그로 사행한 형상을 가진다. 이 경우에도, 제1 부분(21a)의 채널(224a)은, 제2 부분(21b)의 지그재그의 채널(224b)과 비교하여 경로 길이가 짧고, 채널의 내표면적이 작으므로, 전열 성능이 상대적으로 낮아진다. 이 외에, 제2 부분(21b)의 채널(224b)을 도 10의 (A) 또는 (B)에 나타낸 형상으로 해도 된다.
- [0119] 변형예
- [0120] 또한, 이번에 개시된 실시 형태는, 모든 점에서 예시이며 제한적인 것은 아니라고 생각되어야 할 것이다. 본 발명의 범위는, 상술한 실시 형태의 설명이 아닌 특허 청구범위에 의하여 나타나고, 또한 특허 청구범위와 균등한 의미 및 범위 내에서의 모든 변경(변형예)이 포함된다.
- [0121] 예를 들면, 상기 제1 및 제2 실시 형태에서는, 제1 전열판(10)을 통과하는 유체와 제2 전열판(20)을 통과하는 유체가 서로 동일한 방향으로 흐르는 병행류형의 열교환기(100)의 예를 나타냈지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 본 발명에서는, 열교환기는 제1 전열판(10)을 통과하는 유체와 제2 전열판(20)을 통과하는 유체가 서로 대향하는 방향으로 흐르는 대향류형, 또는 서로 교차하는 직교류형 등이어도 된다.
- [0122] 또한, 상기 제1 및 제2 실시 형태에서는, 고온 유로(11) 및 저온 유로(21)를 유체가 전열판의 일단 측(X2방향 측)으로부터 유입되어 타단 측(X1방향 측)으로부터 유출되도록 구성한 예를 나타냈지만 본 발명은 이것에 한정

되지 않는다. 고온 유로 및 저온 유로는 1회 또는 복수 회 되접어 꺾어 역방향으로 뺄도록 구성해도 된다. 예를 들면, 고온 유로(11) 및 저온 유로(21)를 유체가 전열판의 일단 측(X2방향 측)으로부터 유입되어 타단 측(X1방향 측)에서 1회 되접어 꺾고, 일단 측(X2방향 측)으로 되돌아가 유출되도록 구성해도 된다.

[0123] 또한, 상기 제1 및 제2 실시 형태에서는, 복수의 제1 전열판(10) 및 복수의 제2 전열판(20)을, 교대로 적층함으로써 코어(1)를 구성한 예를 나타냈지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 본 발명에서는, 제1 전열판과 제2 전열판을 반드시 교대로 적층하지 않아도 된다. 예를 들면, Z방향을 따라 제2 전열판, 제1 전열판, 제2 전열판, 제2 전열판, 제1 전열판... 등 이 되도록 1층의 제1 전열판에 대하여 2층(복수 층)의 제2 전열판을 적층시켜도 된다. 반대로, 2층(복수 층)의 제1 전열판에 대하여 1층의 제2 전열판을 적층시켜도 된다.

[0124] 또한, 상기 제1 및 제2 실시 형태에서는, 고온 유로(11)의 전체에 걸쳐 연결 채널부(11a)를 마련한 예를 나타냈지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 본 발명에서는, 고온 유로(11) 중에서 적어도 상기 소정 범위(PR)와 중첩되는 범위에 연결 채널부(11a)가 마련되어 있으면 되고, 소정 범위(PR)와 중첩되지 않는 범위에 있어서 연결 채널부(11a)가 마련되지 않아도 된다. 따라서, 고온 유로(11)를 저온 유로(21)와 동일하게 제1 부분과 제2 부분으로 나누어 제1 부분에 대해서는 연결 채널부(11a)를 마련하고, 제2 부분에 대해서는 고온 유체(HF)가 채널 간에 걸쳐 유동할 수 없는 독립된 채널(예를 들면 도 11의 (A) 및 (B) 참조)을 마련해도 된다.

[0125] 또한, 상기 제1 및 제2 실시 형태에서는, 연결 채널부(11a)의 복수의 연결 통로(15)를 지그재그상의 배치가 되도록 마련한 예를 나타냈지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 본 발명에서는, 복수의 연결 통로(15)가 유로 폭방향(Y방향)으로 직선상으로 나열되어 있어도 되고, 지그재그상과도 직선상과도 다른 양태로 규칙적으로 분포하고 있어도 되며, 불규칙적으로(랜덤으로) 분포하고 있어도 된다.

[0126] 또한, 상기 제1 및 제2 실시 형태에서는, 도 5에 나타난 바와 같이, 연결 통로(15)의 X방향의 피치 p를 채널 폭 W1의 약 2.5배로 하고, 격벽(12)의 길이 L1을 채널 폭 W1의 약 1.5배로 한 예를 나타냈지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 연결 통로(15)의 X방향의 피치 p는 채널(14)의 채널 폭 W1의 약 2.5배 이상, 약 10배 이하의 범위 내의 임의의 값으로 해도 된다. 또한, 이웃하는 연결 통로(15)의 사이의 격벽(12)의 길이 L1은 채널(14)의 채널 폭 W1의 약 1.5배 이상, 약 9배 이하의 범위 내의 임의의 값으로 해도 된다. 예를 들면, 도 12에서는, 연결 통로(15)의 X방향의 피치 p는 채널 폭 W1의 약 10배이고, 격벽(12)의 길이 L1은 채널 폭 W1(=연결 통로(15)의 통로 폭 W3)의 약 9배이며, 상기 범위의 상한값의 예를 나타내고 있다. 연결 통로(15)의 X방향의 피치 p 또는 이웃하는 연결 통로(15)의 사이의 격벽(12)의 길이 L1을 상기 범위 이외의 것으로 해도 된다.

[0127] 또한, 상기 제1 및 제2 실시 형태에서는, 고온 유로(11)에 중폭 영역(11b)보다 외측에 마련된 비중폭 영역(11c)을 마련한 예를 나타냈지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 본 발명에서는, 비중폭 영역을 마련하지 않아도 된다.

[0128] 또한, 상기 제1 및 제2 실시 형태에서는, 저온 유로(21)에 제1 부분(21a)과, 제2 부분(21b)을 마련한 예를 나타냈지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 본 발명에서는, 저온 유로(21)에 제1 부분(21a)과 제2 부분(21b)을 마련하지 않고, 저온 유로(21)를 단일의 패턴의 채널(14)에 의하여 구성해도 된다.

[0129] 또한, 상기 제1 및 제2 실시 형태에서는, 제1 부분(21a)과 제2 부분(21b)과 채널(14)의 평면적인 형상을 다르게 함으로써, 제1 부분(21a)의 전열 성능을 상대적으로 낮게 한 예를 나타냈지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 예를 들면, 제1 부분(21a)의 채널(14)의 내표면에만 코팅 등의 전열 성능을 저하시키는 표면 처리를 실시하는 등에 의하여 제1 부분(21a)의 전열 성능을 상대적으로 낮게 해도 된다.

## 부호의 설명

- [0130]
- 1: 코어
  - 10: 제1 전열판
  - 10a: 제1 측단면
  - 10b: 제2 측단면
  - 11: 고온 유로
  - 11a: 연결 채널부
  - 11b: 중폭 영역

11c: 비중복 영역

13a: 유로 입구(고온 유로의 유로 입구)

13b: 유로 출구(고온 유로의 유로 출구)

14, 214: 채널

15: 연결 통로

20, 120: 제2 전열판

20a: 제1 측단면

20b: 제2 측단면

21, 121: 저온 유로

21a: 제1 부분

21b: 제2 부분

23a, 123a: 유로 입구(저온 유로의 유로 입구)

23b, 123b: 유로 출구(저온 유로의 유로 출구)

24, 24a, 24b, 224a, 224b: 채널

100, 200: 열교환기(확산 집합형 열교환기)

212: 격벽(섬 형상의 격벽)

HF: 고온 유체

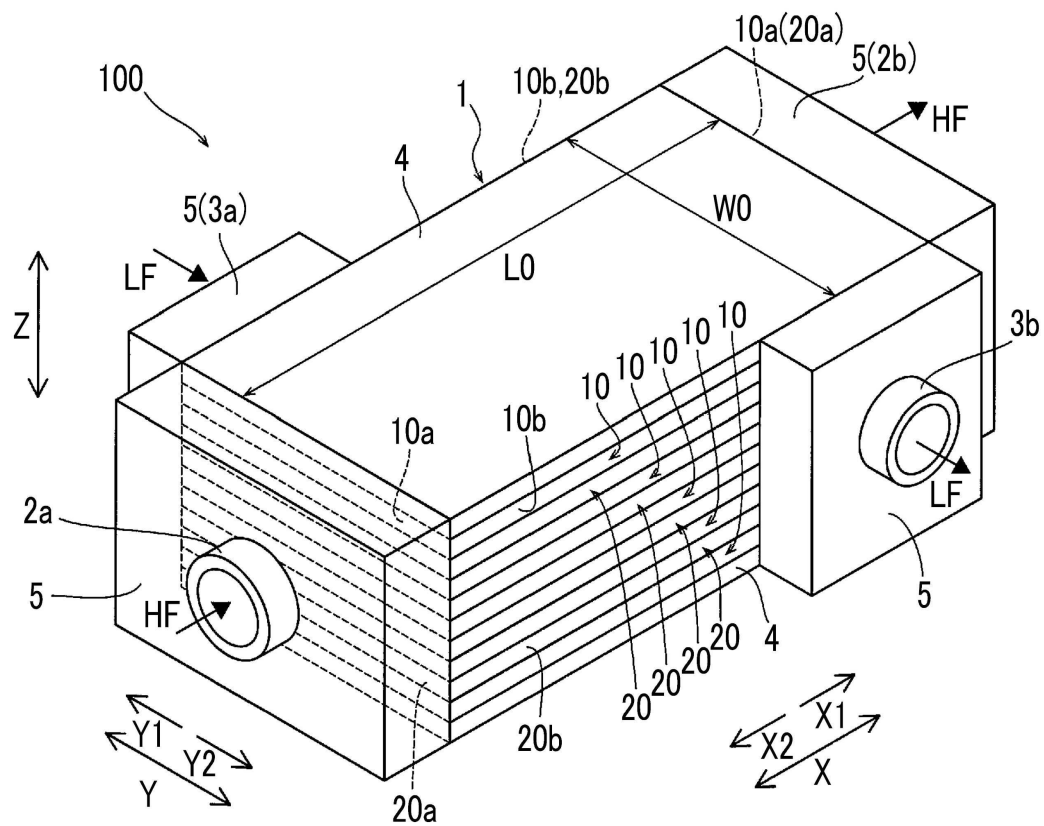
LF: 저온 유체

PR: 소정 범위

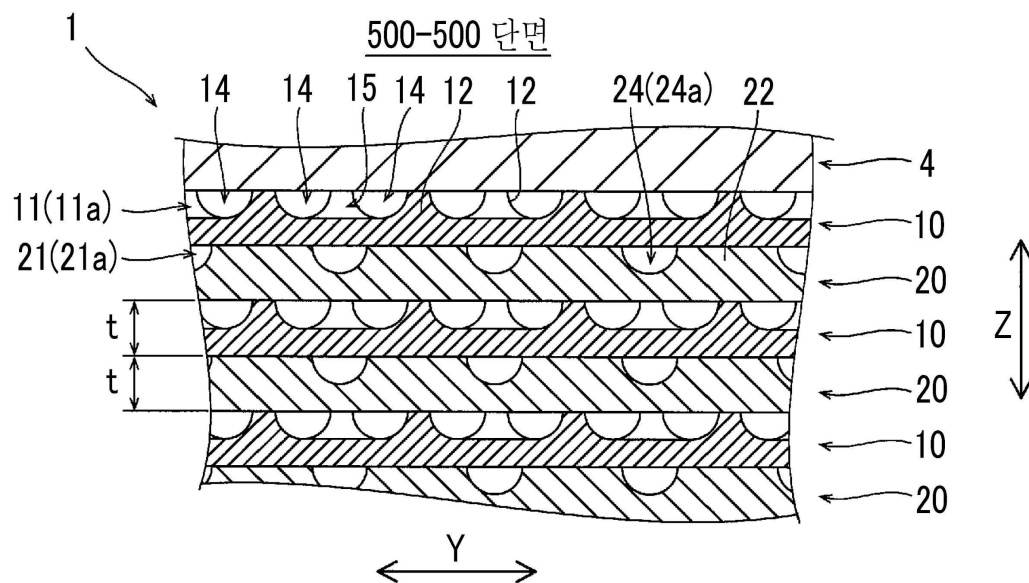


도면

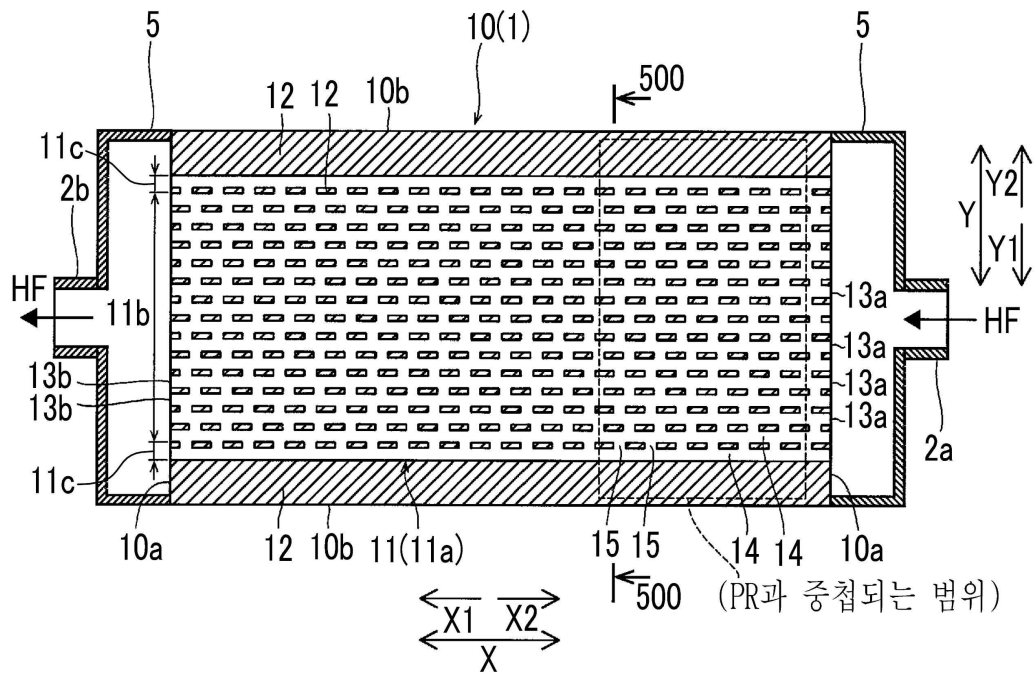
도면1



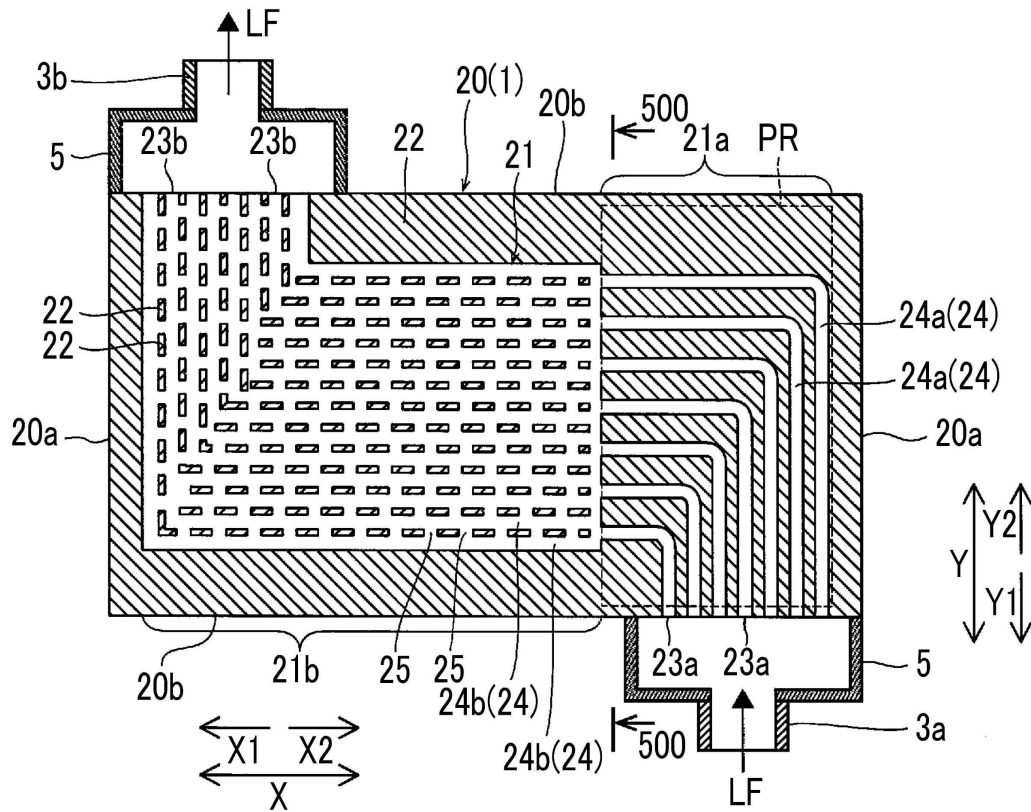
도면2



도면3

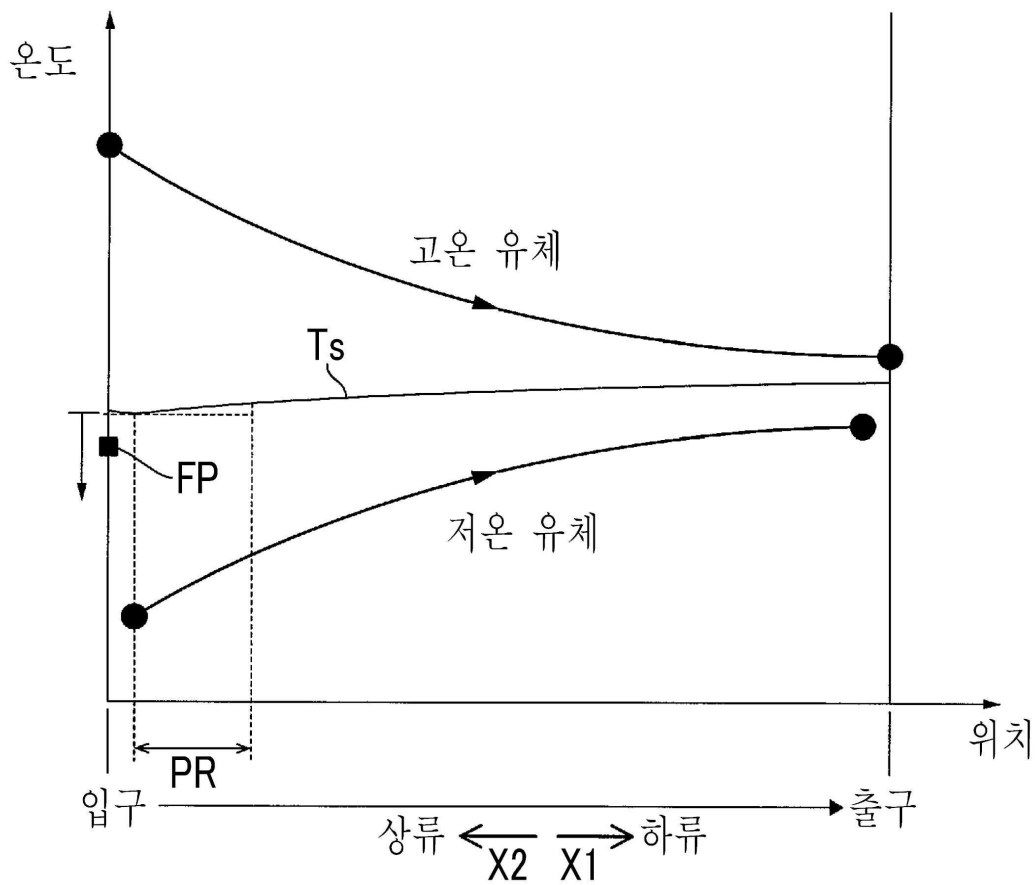


도면4



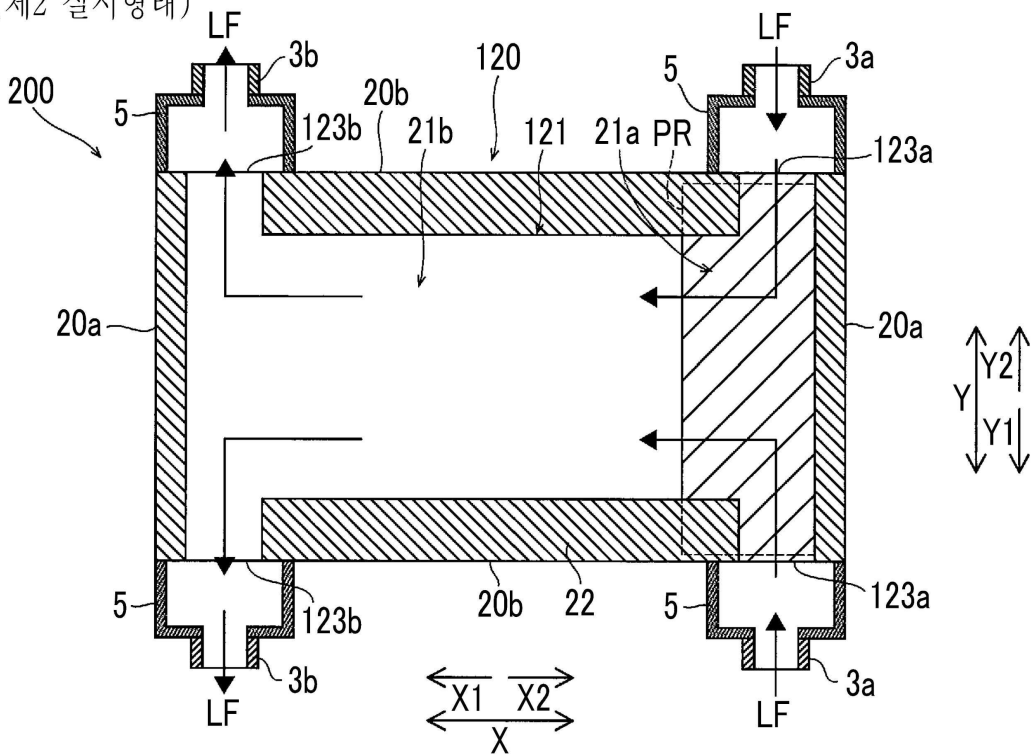


도면7



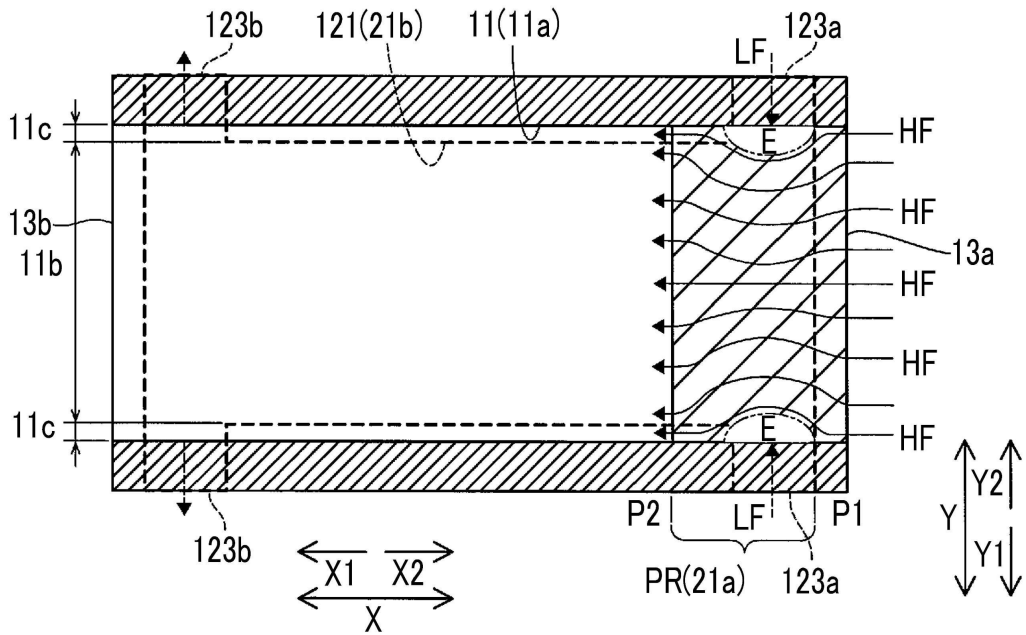
도면8

(제2 실시형태)



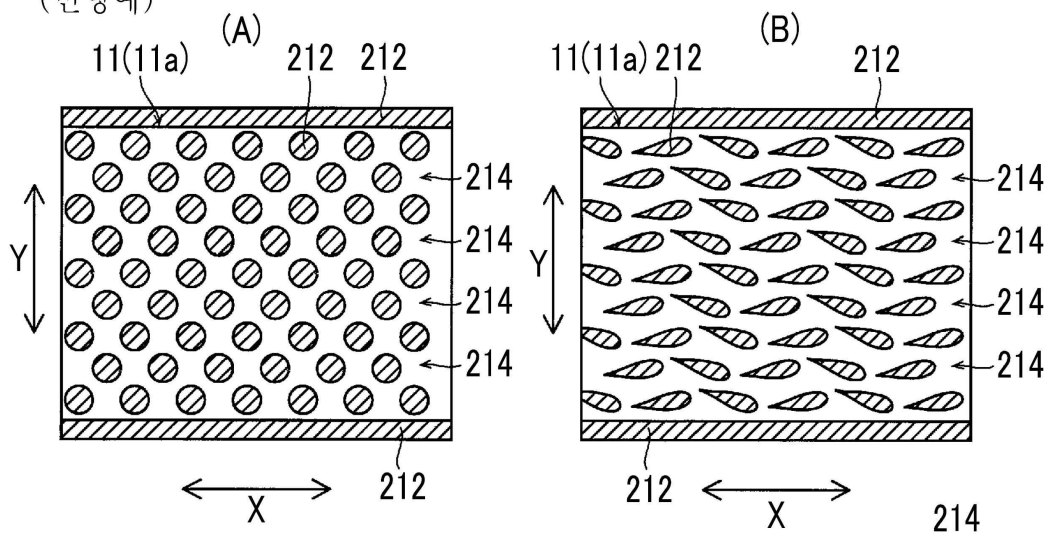
도면9

(제2 실시형태)



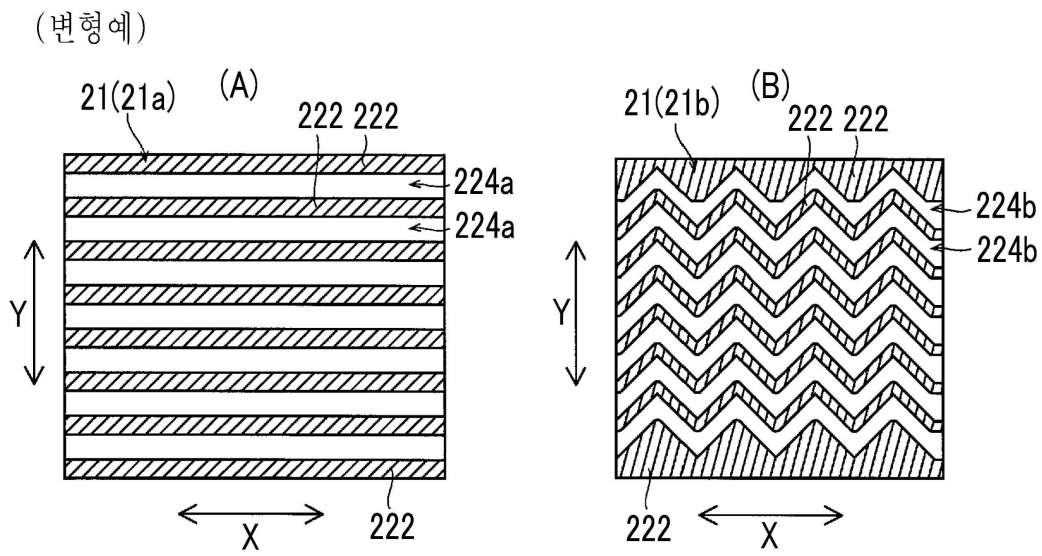
도면 10

(변형예)





도면11



도면12

