



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2007-0091153  
(43) 공개일자 2007년09월07일

- (51) Int. Cl.  
*F28F 9/013* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2007-7014140  
(22) 출원일자 2007년06월21일  
심사청구일자 없음  
번역문제출일자 2007년06월21일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2005/042177  
국제출원일자 2005년11월15일
- (87) 국제공개번호 WO 2006/057967  
국제공개일자 2006년06월01일
- (30) 우선권주장  
11/253,815 2005년10월20일 미국(US)  
60/630,010 2004년11월22일 미국(US)

- (71) 출원인  
엑손모빌 리서치 앤드 엔지니어링 컴퍼니  
미국 뉴저지 08801-0900 어넨데일 피.오. 박스  
900 루트 22 이스트 1545
- (72) 발명자  
루디 토마스 엠  
미국 버지니아주 20186 워렌톤 스테블 게이트 로  
드 8336  
완니 애마 에스  
미국 버지니아주 22042 폴스 처치 웨드웰 파크 레  
인 8131  
카라노그 마르시아노 엠  
미국 버지니아주 20155 게인스빌 애커 코트 14501
- (74) 대리인  
김창세, 장성구

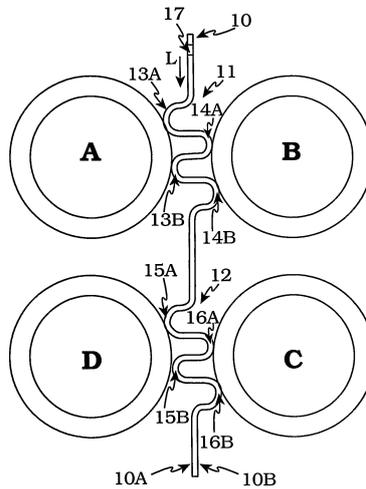
전체 청구항 수 : 총 27 항

(54) 진동 방지 튜브 지지체

(57) 요약

본 발명에 따르면, 복수의 기다란 부재를 지지하기 위한 지지 장치(10)가 제공된다. 지지 장치(10)는, 스트립을 따라 길이방향의 연속 위치에 위치된 횡방향 주름부(12)의 복수의 세트를 갖는 길이방향으로 넓은 스트립을 구비한다. 횡방향 주름부(12)의 각 세트는 복수의 기다란 부재 결합 영역을 형성하고, 이 결합 영역은 스트립의 양면으로부터 측방향 외측으로 연장하여 튜브 레인의 대향 측 상의 튜브 다발 내의 기다란 부재와 결합한다. 지지 장치는 다발 내의 기다란 부재를 지지하고 기다란 부재 내의 유동-유발 진동으로부터의 손상의 가능성을 경감시키는 데에 유용하다.

대표도



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

복수의 기다란 부재를 위한 지지 장치로서, 상기 복수의 기다란 부재는 열(row)로 배치되고, 스페이서 라인(spacer lane)이 기다란 부재의 인접한 열을 분리하는, 상기 지지 장치에 있어서, 한 쌍의 대향하는 면(face)을 구비하고 길이방향으로 연장하는 기다란 스트립(strip)을 포함하고, 상기 스트립은 상기 스트립을 따라 길이방향 위치에 위치한 복수의 횡방향 주름부를 구비하며, 상기 복수의 횡방향 주름부는, 상기 한 쌍의 대향하는 면 중 적어도 하나로부터 측방향 외측으로 연장하여 상기 복수의 기다란 부재 중 적어도 하나와 결합하는 적어도 하나의 기다란 부재 결합 영역을 형성하는 기다란 부재 지지 장치.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 횡방향 주름부는 상기 스트립을 따라 연속하는 길이방향 위치에서 횡방향 주름부의 세트(set)로 배치되는 기다란 부재 지지 장치.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 횡방향 주름부의 세트 각각은 복수의 기다란 부재 결합 영역에서 형성되는 기다란 부재 지지 장치.

### 청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 복수의 기다란 부재 결합 영역은 상기 대향하는 면으로부터 측방향 외측으로 연장하여 상기 스페이서 라인의 대향측 상에서 기다란 부재와 결합하는 기다란 부재 지지 장치.

### 청구항 5

제 2 항에 있어서, 횡방향 주름부의 각 세트 내의 상기 주름부는 상기 스트립의 대향하는 면 상에 교호하는 기다란 부재 결합 영역을 형성하는 기다란 부재 지지 장치.

### 청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 스트립이 상기 스페이서 라인 내에 위치될 수 있도록, 상기 스트립의 적어도 하나의 단부 상에 배향 장치(orienting device)와 결합하는 결합 조립체를 더 포함하는 기다란 부재 지지 장치.

### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

각 주름부는 깊이를 갖고, 각 주름부의 깊이는 상기 스페이서 레인의 폭보다 큰 기다란 부재 지지 장치.

**청구항 8**

제 7 항에 있어서,

적어도 하나의 상기 기다란 부재 결합 영역이 상기 복수의 기다란 부재 중 적어도 하나와 결합할 때, 상기 횡방향 주름부는 상기 기다란 부재중 적어도 하나의 변위를 유발하는

가다란 부재 지지 장치.

**청구항 9**

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 횡방향 주름부는 실질적으로 상기 스트립의 길이를 따라 연장하는

가다란 부재 지지 장치.

**청구항 10**

복수의 기다란 튜브를 갖는 튜브 다발(tube bundle)을 위한 튜브 지지 장치로서, 상기 복수의 기다란 튜브는 열로 배치되고, 튜브 레인이 기다란 튜브의 인접한 열을 분리하는, 상기 튜브 지지 장치에 있어서,

한 쌍의 대향하는 면을 갖고 길이방향으로 연장하는 기다란 스트립을 포함하고,

상기 스트립은 하나의 튜브 레인 내에 위치되도록 구성되며,

상기 스트립은 상기 스트립을 따라 길이방향 위치에 위치한 복수의 횡방향 주름부를 구비하며,

상기 복수의 횡방향 주름부는, 상기 한 쌍의 대향하는 면 중 적어도 하나로부터 측방향 외측으로 연장하여 상기 복수의 기다란 튜브 중 적어도 하나와 결합하는 적어도 하나의 튜브 결합 영역을 형성하는

튜브 지지 장치.

**청구항 11**

제 10 항에 있어서,

상기 복수의 횡방향 주름부는, 상기 스트립을 따라 연속하는 길이방향 위치에서 횡방향 주름부의 세트에 배치되는

튜브 지지 장치.

**청구항 12**

제 11 항에 있어서,

상기 횡방향 주름부의 각각의 세트는 복수의 튜브 결합 영역에서 형성되는

튜브 지지 장치.

**청구항 13**

제 12 항에 있어서,

상기 복수의 튜브 결합 영역은 상기 대향하는 면으로부터 측방향 외측으로 연장하여 상기 튜브 레인의 대향하는 측 상에서 상기 튜브와 결합하는

튜브 지지 장치.

**청구항 14**

제 11 항에 있어서,

상기 횡방향 주름부의 각 세트 내의 주름부는 상기 스트립의 대향하는 면 상에 교호하는 튜브 계합 영역을 형성하는

튜브 지지 장치.

#### 청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 스트립이 상기 튜브 라인 내에 위치될 수 있도록, 상기 스트립의 적어도 하나의 단부 상에 배향 장치와 계합하는 계합 조립체를 더 포함하는

튜브 지지 장치.

#### 청구항 16

제 10 항에 있어서,

각 주름부는 깊이를 갖고, 각 주름부의 상기 깊이는 상기 튜브 라인의 폭보다 큰

튜브 지지 장치.

#### 청구항 17

제 16 항에 있어서,

적어도 하나의 상기 튜브 계합 영역이 적어도 하나의 상기 튜브와 계합할 때, 상기 횡방향 주름부는 적어도 하나의 상기 튜브의 변위를 유발하는

튜브 지지 장치.

#### 청구항 18

제 10 항에 있어서,

상기 복수의 횡방향 주름부는 실질적으로 상기 스트립의 길이를 따라 연장하는

튜브 지지 장치.

#### 청구항 19

튜브 다발 장치에 있어서,

복수의 기다란 튜브를 구비한 튜브 다발로서, 상기 복수의 기다란 튜브는 열로 배치되고, 튜브 라인이 기다란 튜브의 인접한 열을 분리하는, 상기 튜브 다발과,

적어도 하나의 튜브 지지 장치를 포함하고,

튜브 지지 장치 각각은, 대향하는 한 쌍의 면을 구비하고 길이방향으로 연장하는 기다란 스트립을 포함하며,

상기 스트립은 하나의 튜브 라인 내에 위치되도록 구성되며,

상기 스트립은, 상기 스트립을 따라 길이방향 위치에 위치한 복수의 횡방향 주름부를 구비하며,

상기 복수의 횡방향 주름부는, 상기 대향하는 한 쌍의 면 중 적어도 하나로부터 측방향 외측으로 연장하여 상기 복수의 기다란 튜브 중 적어도 하나와 계합하는 적어도 하나의 튜브 계합 영역을 형성하는

튜브 다발 장치.

#### 청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 복수의 횡방향 주름부는, 상기 스트립을 따라 연속하는 길이방향 위치에서 횡방향 주름부의 세트에 배치되는

튜브 다발 장치.

**청구항 21**

제 20 항에 있어서,

상기 횡방향 주름부의 각 세트는 복수의 튜브 결합 영역에서 형성되는

튜브 다발 장치.

**청구항 22**

제 21 항에 있어서,

상기 복수의 튜브 결합 영역은, 상기 대향하는 면으로부터 측방향 외측으로 연장하여 상기 튜브 레인의 대향하는 측 상에서 상기 튜브와 결합하는

튜브 다발 장치.

**청구항 23**

제 19 항에 있어서,

상기 횡방향 주름부의 각 세트 내의 주름부는 상기 스트립의 대향하는 면 상에 교호하는 튜브 결합 영역을 형성하는

튜브 다발 장치.

**청구항 24**

제 19 항에 있어서,

상기 튜브 지지 장치는, 상기 스트립이 상기 튜브 레인 내에 위치될 수 있도록, 상기 스트립의 적어도 하나의 단부 상에 배향 장치와 결합하는 결합 조립체를 더 포함하는

튜브 다발 장치.

**청구항 25**

제 19 항에 있어서,

각 주름부는 깊이를 갖고, 각 주름부의 각 깊이는 상기 튜브 레인의 폭보다 크며, 적어도 하나의 상기 튜브 결합 영역이 적어도 하나의 상기 튜브와 결합할 때, 상기 횡방향 주름부는 적어도 하나의 상기 튜브의 변위를 유발하는

튜브 다발 장치.

**청구항 26**

제 19 항에 있어서,

상기 복수의 횡방향 주름부는 실질적으로 상기 스트립의 길이를 따라 연장하는

튜브 다발 장치.

**청구항 27**

제 19 항에 있어서,

상기 튜브 다발 장치는 열교환기인

튜브 다발 장치.

**명세서**

**기술 분야**

<1> 본 발명은 흔히 튜브 스테이크(tube stake)라 불리는 튜브 지지 장치에 관한 것이다. 튜브 지지 장치는 유동 유발 진동을 제어하고, 다발 내에서 튜브 또는 로드(rod)의 이동을 방지하기 위해 설치된다. 튜브 지지 장치는 기존의 튜브 또는 로드 다발에 재설치되거나 새로운 다발에 설치될 수 있다. 본 발명은 열 교환기, 냉각탑, 증기 발생기 및 유사한 유체-조절 장치 내의 튜브 다발에 유용하다. 본 발명은 기다란 부재(튜브, 파이프, 로드 등)의 패턴에 걸친 유체 유동에 의해 유발되는 진동이 문제가 되는 적용분야에 사용될 수도 있다는 것이 고려된다.

**배경 기술**

<2> 셸(shell) 및 튜브 열 교환기, 및 이와 유사한 유체 조절 장치와 같은 튜브 다발 장비는 다발 내에 구성되는 튜브를 사용하여 상기 장비를 통해 유체를 안내한다. 이러한 튜브 다발에 있어서, 통상적으로 튜브의 내측을 통해, 그리고 상기 튜브의 외측에 걸쳐서 유체 유동이 일어난다. 다발 내의 튜브의 구성은 상기 튜브가 배치되는 튜브 시트(sheet)에 의해 배치된다. 튜브에 대한 하나의 일반적인 구성으로는 각각의 튜브 쌍 또는 튜브 열(row) 사이의 튜브 통로(튜브 사이의 직선 경로)를 갖는 정렬된 열로 배치된 튜브로 이루어진 직사각형 구성을 들 수 있다. 이러한 구성에 있어서, 튜브 각각은 튜브 다발의 바깥 둘레부를 제외하고는, 다른 8개의 튜브에 인접하고, 2개의 인접한 열로부터 각각의 열을 분리하는 튜브 통로에 걸친 대응 튜브와 바로 마주본다. 삼각형 튜브 구성에 있어서, 교대로 있는 열 내의 튜브는 튜브 각각이 6개의 다른 튜브(동일한 열 내의 인접한 2개의 튜브 및 2개의 인접한 열 내의 4개의 튜브)에 인접하도록, 서로 정렬된다.

<3> 유체가 열 교환기 내에서 순환함에 따라 발생하는 유체의 밀도 및 온도의 변화뿐만 아니라, 튜브 주위의 유체 유동 패턴은 튜브 다발의 진동 특성의 유동 유발 진동을 일으킨다. 만약, 이러한 진동이 소정의 임계 진폭에 도달하면, 상기 다발에 손상이 가해진다. 만약, 열 교환기 장비가 원래 있던 튜브와 상이한 재료의 튜브로 배관된다면, 예를 들어 상대적으로 강성의 재료가 보다 경량의 튜브로 대체된다면, 튜브 진동 문제는 더 악화될 수도 있다. 또한, 장비가 보다 혹독한 작동 요구, 예를 들어 다른 기존의 장비가 업그레이드되고, 새로운 조건 하에서 종래의 만족할 만한 열 교환기가 유동 유발 진동에 종속될 때, 유동 유발 진동이 발생할 수도 있다. 교환기가 유동 흐름 내에 있지만, 열 교환은 이루어지지 않을 때, 진동은 소정의 조건 하에서 발생할 수도 있다.

<4> 우수한 장비 설계에 더해, 다른 대책이 튜브 진동을 감소시키기 위해 채택될 수도 있다. 흔히 알려져 있는(그리고, 본 명세서에 언급된) 튜브 지지 장치 또는 튜브 스테이크는 유동 유발 진동을 제어하고 튜브의 과도한 이동을 방지하기 위해 튜브 다발 내에 설치된다. 복수의 튜브 지지부 또는 튜브 스테이크가 제안되어 왔으며, 상업적으로 이용 가능하다. 윌리엄에게 허여된 미국 특허 제 4,648,442 호에 개시되어 있는 하나의 유형은 채널의 상단면과 하단면 사이의 간격이 튜브 다발 내의 인접하는 열 사이의 간격과 동일(즉, 튜브 통로 치수와 실질적으로 동일)한 U자형 구성을 갖는다. 이러한 스테이크의 유형은 상기 다발 내의 열 사이에 삽입되고, 상기 다발 내의 열 사이의 적합한 위치에 상기 스테이크를 위치시키기 위해, 튜브 다발의 둘레에 튜브의 세그먼트(segment)를 결합하는 아치형상의 세그먼트에 의해 그 단부에서 고정된다. 이러한 유형의 스테이크는 통상적으로 내부식성 금속, 예를 들어 0.7mm 내지 1.2mm의 두께를 갖는 304 스테인리스 스틸로 제조되어, 상기 다발 내의 튜브 사이의 통로 내로 스테이크가 삽입될 수 있도록 U자 형상의 채널에서 충분한 탄성뿐만 아니라 스테이킹(staking)된 튜브 다발을 위한 필요한 강성을 제공한다.

<5> 진동 방지 튜브 스테이크의 또 다른 형태는 한(hahn)에게 허여된 미국 특허 제 4,919,199 호에 개시되는데, 여기서 V자 구성 스트립으로 제조되는 스테이크가 개시되며, 상기 스트립 내에서 새들(saddle)은 이러한 V자형 단면의 개방 말단부 내의 스트립의 종방향 축선에 대해 직교하여 형성된다. 상기 새들은 튜브 피치와 동일한 피치(새들 사이의 거리) 및 튜브 다발 내의 튜브의 반경과 정합하여 상기 새들이 튜브 통로의 일측면 상에서 튜브와 결합하는 반경을 갖는 스트립으로 형성된다. 이러한 튜브와 새들 사이의 결합은 튜브 다발 내의 위치로 상기 튜브를 고정시킨다. V자 구성에 의해 제공되는 스프링식 작동과 결합된 스트립의 탄성은 V자형 스테이크가 튜브의 2열 사이의 위치에 고정되도록, 상기 V자의 아암(arm)으로 하여금 상기 스테이크가 튜브 통로의 양측면 상에 튜브를 결합시킬 수 있는 스테이크의 효율적인 전체 폭을 개방 및 감소하도록 한다.

<6> 튜브 스테이크의 유사한 형태로는 U자형 스테이크를 개시하는 것으로 한에게 허여된 미국 특허 제 5,213,155 호를 들 수 있으며, 여기서 상기 U자형 스테이크는 다발 내의 주변 튜브 중 하나 위의 상기 U자의 폐쇄 단부로 2개의 튜브 통로 사이에 삽입된다. 새들은 V자 단면의 개방 단부에 형성되어, 상기 다발의 단일 열 내의 튜브의 양측면에 결합된다. U자형 스테이크는 상기 스테이크의 2개의 아암 사이에서 연장하는 적합한 고정구에 의해

다발의 튜브 주위의 위치에 고정된다.

<7> 미국 특허 제 4,648,442 호에서 개시된 유형의 가압식 구성에 있어서의 문제는, 비록 스테이크가 선택된 튜브 통로 내의 위치로 고정되지만 상기 스테이크는 별도의 각각의 튜브를 위한 명확한 위치를 생성하지 않는다는 것이다. 튜브는 튜브 통로에 평행하고 스테이크에 평행한 하나의 평면에서 진동에 자유롭게 남게된다. 상이한 문제가 미국 특허 제 5,213,155 호에 개시된 설계에 있어서 존재하는데, 비록 U자형 스테이크에 의해 둘러싸인 열 내의 튜브가 완전히 지지되지만, 스테이크 중 하나에 의해 직접 둘러싸이지 않는 튜브 다발의 주위의 튜브, 즉 U자형 스테이크의 폐쇄 단부 중 하나 내에 유지되는 튜브(이들은 U자형 스테이크의 단부에 의해 둘러싸이지 않는 교호하는 열 내의 외측 튜브임)는 이동이 자유로우며, 이러한 튜브 내의 진동은 소정의 조건하에서 예상될 수 있다. 또한, 튜브 지지부의 주름은 그 전체 깊이에 다다르기 전에 전이 영역을 갖기 때문에, 최외측 튜브의 각각에 인접하는 2개의 튜브는 진동 이동을 수용하지 않는다.

<8> 단일 튜브 통로를 형성하는 튜브 사이의 거리를 수용하기 위해 채널 가압을 사용하는 스테이크 설계의 하나의 단점은 깊은 채널 가압이 요구되거나, 튜브 통로가 상대적으로 넓은 경우 다른 대책이 필요하다는 점이다. 튜브 지지부에 대한 보다 복잡한 형태는 한에게 허여된 미국 특허 제 6,401,803 호에 개시된다. 이러한 스테이크는 발진 진동을 완화시키기 위해, 튜브 통로의 양측면 상의 튜브에 대해 스테이크를 강제하는 압축 스프링에 의해 분리되는 2개의 V자형 압착물을 사용한다. 그러나 이러한 형태의 스테이크는 제조하기에 상당히 고가이다. 따라서, 별개 부품의 복잡성이 없는 상대적으로 넓은 튜브 통로를 수용하는 단일 스테이크가 바람직할 것이다.

<9> 발명의 요약

<10> 본 발명의 일 실시형태에 따르면, 튜브 다발 또는 로드 내의 유동-유발 진동으로부터의 튜브 손상의 가능성을 경감시키는 데에 유용한 튜브 지지 장치 또는 튜브 스테이크는, 열교환기, 응축기, 냉각 타워 또는 다른 튜브 다발 장치 내의 튜브 다발의 튜브 또는 로드 사이의 튜브 라인 내로 삽입되도록 의도된 기다란 부재 또는 스트립을 포함한다. 용기된 튜브-계합 영역은 스트립의 길이를 따라 배치되고, 이들 튜브-계합 영역은 스트립의 중앙 평면으로부터 멀어지게, 스트립의 양 면으로부터 측방향으로 연장하여 스테이크가 삽입되는 튜브 라인의 대향 측 상에서 튜브와 계합하는 횡방향 주름부에 의해 형성된다. 용기된 튜브-계합 영역은 실질적으로 스트립 또는 스테이크의 전체 길이를 따라 또는 연속하는 길이방향 위치에 위치될 수 있다. 바람직하게, 주름부는, 먼저 스트립의 일 면으로부터 그 후 나머지 한 면으로부터 교호하는 방식으로 스트립의 2개의 대향 면으로부터 측방향으로 연장하도록 배치된다.

<11> 튜브 스테이크는, 사각형 형상 또는 삼각형 튜브 형상인 종래의 튜브 형상에서 사용될 수 있다. 스테이크는 각 튜브 라인 내로 또는 교호하는 튜브 라인 내로 삽입될 수 있다. 각 튜브 라인 내로 삽입되면, 튜브는 양 측상의 스테이크로부터 지지를 수용한다. 튜브 사이의 유효 갭(튜브 라인 치수)은 삼각형 형상의 경우에 더 작기 때문에, 용기된 튜브-계합 영역의 높이 뿐만 아니라 두께는 보통 스테이크가 이러한 형상의 튜브 라인 사이로 삽입되도록 더 작아질 것이다. 튜브 스테이크는 신규한 튜브 다발에 또는 현존하는 튜브 다발을 개장(改裝)한 것에 사용될 수 있다. 스테이크의 가요성은 튜브 스테이크가 사각형 및 삼각형 형상 내로 삽입되는 것을 허용한다. 스테이크는 또한, 예를 들어 존재하는 튜브의 휨으로 인해 튜브 사이의 간격이 명확하게 규정되지 않는 용도에 사용될 수 있다.

<12> 본 발명의 튜브 스테이크는 적당하게 배치된 돌출부 및 캐비티를 갖는 다이로 프레스하여 주름부 또는 다른 형태의 튜브-계합 영역을 형성하거나 또는 (롤러 세트의 최상부 및 바닥 롤러 사이로 교호하는) 돌출부 및 캐비티를 갖는 롤러 쌍을 사용하여 편리하고 값싸게 제조될 수 있다. 상술된 바와 같이 여러 공지된 유형의 튜브 스테이크는, 예를 들어 이러한 경제적이고 편리한 제조 방법에 적합하지 않다.

<13> 본 발명의 실시형태는 복수의 기다란 부재를 위한 지지 장치를 제공한다. 복수의 기다란 부재는 열로 배치되고, 스페이스 레인이 기다란 부재의 인접한 열을 분리한다. 복수의 기다란 부재는 여러 형상으로 배치될 수 있는 것으로 고려된다. 지지 장치는 한 쌍의 대향하는 면을 갖는 길이방향으로 연장하는 기다란 스트립을 포함한다. 스트립은 스트립을 따라 길이방향으로 연속하는 위치에 위치된 횡방향 주름부의 복수 세트 또는 실질적으로 지지 장치의 전체 길이를 따라 위치된 연속하는 주름부의 세트를 갖는다. 본 발명에 따라, 횡방향 주름부의 각 세트는 대향하는 면의 쌍 중 적어도 하나로부터 측방향 외측으로 연장하여 복수의 기다란 부재 중 적어도 하나와 계합하는 적어도 하나의 기다란 부재 계합 영역을 형성한다. 횡방향 주름부의 세트 각각은 복수의 기다란 부재 계합 영역을 형성한다. 복수의 기다란 부재 계합 영역은 대향하는 면으로부터 측방향 외측으로 연장하여 스페이스 레인의 대향하는 측 상에서 기다란 부재와 계합한다. 횡방향 주름부의 각 세트 내의 주름부는

스트립의 대향하는 면 상에 교호하는 기다란 부재 결합 영역을 형성한다. 본 발명의 실시형태에 따르면, 각 주름부는 스페이서 레인의 폭보다 큰 깊이를 갖는다. 적어도 하나의 기다란 부재 결합 영역이 복수의 기다란 부재 중 적어도 하나와 결합할 때, 횡방향 주름부는 적어도 하나의 기다란 부재의 변위를 유발한다. 지지 장치는 스페이서 레인 내로 스트립을 위치시키기 위해 스트립의 적어도 일 단부 상에 스트립과 일시적으로 결합하는 결합 조립체를 더 포함한다.

<14> 본 발명의 다른 실시형태에 따르면, 복수의 기다란 튜브를 갖는 튜브 다발을 위한 튜브 지지 장치를 제공한다. 복수의 기다란 튜브는 열로 배치되고, 튜브 레인은 기다란 부재의 인접한 열을 분리한다. 튜브 지지 장치는 한 쌍의 대향하는 면을 갖는 길이방향으로 연장하는 기다란 스트립을 포함한다. 스트립은 하나의 튜브 레인 내에 위치되도록 구성된다. 스트립은 스트립을 따라 연속하는 길이방향 위치에 위치한 횡방향 주름부의 복수의 세트를 구비한다. 횡방향 주름부의 각 세트는 대향하는 면의 쌍 중 하나로부터 측방향 외측으로 연장하여 복수의 기다란 튜브 중 적어도 하나와 결합하는 적어도 하나의 튜브 결합 영역을 형성한다. 횡방향 주름부의 각 세트는 복수의 튜브 결합 영역을 형성한다. 복수의 튜브 결합 영역은 대향하는 면으로부터 측방향 외측으로 연장하여 튜브 레인의 대향하는 측 상에서 튜브와 결합한다. 횡방향 주름부의 각 세트 내의 주름부는 스트립의 대향하는 면 상에 교호하는 튜브 결합 영역을 형성한다. 각 주름부는 튜브 레인의 폭보다 큰 깊이를 갖는다. 적어도 하나의 튜브 결합 영역이 적어도 하나의 튜브와 결합할 때, 횡방향 주름부는 적어도 하나의 튜브의 변위를 유발한다.

<15> 본 발명의 다른 실시형태에 따르면, 적어도 하나의 튜브 지지 장치가 튜브 다발 장치 내에 탑재된다.

**발명의 상세한 설명**

<19> 본 발명은 첨부된 도면과 관련하여 설명되고, 유사한 참조 번호는 유사한 요소를 지시한다.

<20> 본 발명의 튜브 지지 장치 또는 튜브 스테이크(stake)는, 서로 인접하지만 튜브 레인(lane)의 대향측 상에 위치한 튜브 또는 로드 또는 파이프에 대해 직접적인 지지를 제공하도록 구성된다. 튜브 스테이크는, 인접한 튜브 열(row) 사이의 튜브 레인을 따라, 튜브 다발(bundle) 내의 튜브들 사이로 삽입될 수 있다. 튜브 지지 장치는 빠져나가는 튜브 다발 내의 튜브 레인 내로 삽입되는 것이 고려된다. 튜브 스테이크에 형성된 주름부는 튜브 스테이크의 소정량의 구부러짐을 허용하여, 튜브 또는 기다란 부재의 뒤틀림에 기인하여 명확하게 형성되지 않은 튜브 레인을 통해 튜브 스테이크가 공급될 수 있다. 또한, 튜브 다발의 조립 중에 튜브 지지 장치가 튜브 레인 내에 위치되는 것이 고려된다. 본 발명은 튜브 또는 튜브 다발과 관련하여 설명되지만, 본 발명이 오직 원통형의 중공 튜브와 함께만 사용되는 것을 의도하지는 않는다. 더욱이, 튜브는 원형 단면에 한정되는 것이 아니라, 튜브는 정사각형, 삼각형 또는 다른 형상을 갖는 것으로 의도된다. 열교환기의 구성이 허용하는 곳이라면, 튜브 다발의 전체 폭을 횡단하여 튜브에 지지를 제공하기 위해 스테이크는 튜브 다발의 일 측으로부터 다른 측으로 충분히 길게 연장하도록 제조될 수 있고, 이러한 경우에 있어서, 튜브 스테이크의 길이는 튜브 다발을 횡단하는 튜브 레인의 길이에 따라 변할 것이다. 하지만, 여러 경우에 있어서, 튜브 다발 내의 통로 레인의 위치는 레인에 불연속을 형성하여, 튜브 다발을 횡단하는 모든 방향으로 스테이크를 삽입하는 것이 불가능해질 것이다. 그러한 경우에 있어서, 튜브에 가능한 한 많은 지지를 제공하기 위해, 튜브 다발의 길이를 따라 다른 각도로 스테이크를 튜브 다발 내로 삽입하는 가능할 것이다. 따라서, 스테이크는 측방향으로 인접한 다음의 위치에서의 삽입 방향으로부터 각방향으로 변하는 방향으로(튜브의 횡단 평면에서 다른 각도로) 각 측방향 위치에서 튜브 다발 내로 교차하여 삽입될 것이다. 하지만, 이것은 튜브 다발의 몇몇 부분에서, 보통 주위로부터의 접근이 차단된 튜브 다발의 중간에서, 스테이킹된 지지(staked support)없이 튜브를 떠날 수 있다. 단순하고 개별적인 형상의 관점에서, 본 발명의 튜브 스테이크는, 튜브 다발을 횡단하여 전체적으로 연장하든 오직 일부만 연장하든, 튜브 다발에 맞도록 원하는 길이로 용이하게 절단될 수 있다. 별도의 강성이 필요하면, 예를 들어, 스테이크의 단부 위로 구부러 귀(ear) 모양을 형성하고 그 후 튜브 다발을 둘러싸는 거스 밴드(girth band) 상에 리벳결합되거나 로킹(locking)됨으로써, 스테이크는 튜브 다발의 주위 둘레에 함께 묶일 수 있다. 스테이크는, 예를 들어 케이블 또는 다른 적당한 파스너(fastener)를 이용하여 함께 고정될 수 있다. 케이블은 튜브 스테이크(10)의 단부에서 구멍(17)을 통해 공급될 수 있다.

<21> 도 1 및 도 2는 사각형 튜브 형상을 갖는 튜브 다발 내의 4개의 인접한 튜브(A, B, C, D)를 도시한다. 본 발명에 따른 튜브 지지 장치 및 튜브 스테이크(10)는 2열의 튜브 사이의 스페이서 레인(spacer lane) 또는 튜브 레인(L) 내로 삽입된다. 튜브 스테이크(10)는, 열교환기 내에 존재하는 유체 및 온도에 오랫동안 노출됨으로써 기인하는 부식에 견딜 수 있는 금속 또는 다른 적당한 재료의 스트립(strip)으로부터 형성될 수 있다. 튜브 스테이크(10)는, 튜브 레인의 일측 상에서 튜브(A, D)에 의해, 튜브 레인의 타측 상에서 튜브(B, C)에 의해, 형성

된 튜브 라인(L) 내로 연장한다. 물론, 완전한 튜브 다발에 있어서, 튜브(A, D)를 포함하는 튜브 열(row)의 연속에 의해 형성된 열과 튜브(B, C)로부터 연속하는 다른 열 내로 연장하는 추가의 튜브가 있을 것이고, 다른 튜브 열은 튜브 다발을 구성하는 종래의 방식과 유사한 방식으로 배치될 것이다. 이들 튜브의 2개의 인접 열과 다른 인접 열 사이의 튜브 레인은 튜브 다발을 횡단하여 유사하게 넓을 것이다. 튜브 스테이크(10)는, 스트립의 2개의 면(face)으로부터 교호적으로 연장하는 횡방향 주름부에 의해 형성된 튜브-계합 영역(tube-engaging zone)(13, 14, 15, 16)을 갖는다. 제 1 세트의 횡방향 주름부(11)는 스트립의 면(10A, 10B)으로부터 연장하여 튜브(A, B)와 계합하고, 제 2 세트의 주름부(12)는 스트립의 면(10A, 10B)으로부터 연장하여 튜브(C, D)와 계합한다. 연속적인 주름부의 세트가 각각의 위치에서 다른 대향하는 튜브와 유사한 방식으로 계합하도록 스트립의 길이를 따라 다른 위치에서 형성될 것이다. 제 1 세트의 주름부에 있어서, 도 1에 도시된 바와 같이, 튜브-계합부는 스트립의 일측(10A) 상에서는 주름부의 팁(tip) 또는 말단(13A, 13B)에 의해 그리고 스트립의 타측(10B) 상에서는 주름부의 팁 또는 말단(14A, 14B)에 의해 형성된다. 팁(13A, 13B)은 튜브(A)와 계합하고, 팁(14A, 14B)은 튜브(B)와 계합한다. 유사한 방식으로, 팁(15A, 15B)은 튜브(D)와 계합하고, 팁(16A, 16B)은 튜브(C)와 계합한다. 도 1에는 2개의 팁 또는 말단이 도시되지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고, 3개 이상의 말단 또는 팁(예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같이, 13A, 13B, 13C)이 제공될 수는 것으로 고려된다.

<22> 또한, 도 3에 도시된 바와 같이, 팁 또는 말단을 형성하는 주름부는 실질적으로 튜브 스테이크(20)의 전체 길이로 연장할 수 있는 것으로 고려된다. 또한, 주름부는 스테이크의 일부(예를 들어, 외측부)만을 따라 연장하는 것으로 고려된다. 주름부는, 예를 들어 워니(Wanni) 등에게 양도된 "진동 방지 튜브 지지체"라는 명칭의 미국 특허 출원 번호 제 10/848,903 호에 개시된 바와 같이, 다른 배열과 결합될 수 있고, 상기 미국 특허 출원의 내용은 참조로서 본 발명에 합체된다.

<23> 튜브 스테이크 상에 용기된 튜브-계합 영역의 횡방향 열의 위치시키는 것은 튜브 스테이크 및 튜브 스테이크와 함께 사용되는 튜브 다발 내의 튜브 사이의 필요한 계합을 제공하기 위한 것이다. 튜브 다발 내에 통로 레인을 수용하기 위해, 연속하는 주름부 세트 사이의 거리는 튜브 다발 내의 튜브의 배열에 일치하게, 대응적으로 증가되거나 감소될 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, 주름부는 실질적으로 튜브 스테이크(20)의 전체 길이로 연장할 수 있다. 그러한 배열은, 스페이서 라인(spacer lane) 또는 튜브 레인이 명확하게 형성되지 않은 경우에 특히 유용하다.

<24> 통상적으로, 하나의 팁으로부터 대향하는 팁까지의 주름부의 전체 깊이는, 튜브 계합이 발생하는 지점에서의 튜브 사이의 간격보다 큰, 0.5mm 내지 2mm, 바람직하게는 0.5mm 내지 1.5mm일 것이어서, 유사한 강도의 튜브 편향이 이 지점에서 달성된다. 각 주름부의 높이는 서로 다른 것으로 고려된다. 예를 들어, 튜브(A)가 팁(13A, 13B) 사이의 밸리(valley) 내로 포개지는 도면에 도시된 바와 같이, 튜브는 어느 정도 주름부의 밸리 내로 포개지기 때문에, 실제 달성되는 정확한 편향은 스테이크의 전체 깊이보다 작을 것이다. 명백하게, 튜브가 밸리 내로 수용되는 정도 그리고 튜브가 팁의 최상부에 앉는 정도는, 튜브 직경, 튜브 형상, 피치와 간격 그리고 주름부 피치(세트 내의 연속하는 팁 사이의 거리) 및 깊이를 포함하는 각각의 기하학적 형상에 의존할 것이다. 이것은 경험적인 기초로 가장 잘 결정될 것이다. 따라서, 어느 정도, 주름부에 의해 형성되는 튜브-계합 영역은 튜브 주위에서 꼭 맞아, 팁에서 팁까지의 거리는 튜브에서 유도될 분리(separation)를 정확하게 나타내지 못할 것이지만, 이 주름부 깊이는 양호한 지지 및 진동 방지를 제공하여 우수한 강직성의 튜브 다발을 가능하게 하는 튜브 편향을 부여하기에 적당한 것으로 보통 인지될 것이다. 주름부가 튜브 주위에서 변형될 때 스테이크 자체의 탄성과, 용기된 튜브-계합 영역 사이의 계합과 결합된 튜브의 탄성으로 인해, 튜브는 튜브가 진동에 더 저항성이 되도록 할 뿐만 아니라 스테이크를 튜브 다발 내의 정위치에 유지한다. 바람직하게는, 스트립 두께를 포함하는 튜브-계합 영역의 전체 깊이(팁 대 팁 거리)는, 각 스테이크가 지지되지 않은 튜브(즉, 대향측 상의 스테이크에 의해 지지되지 않을 때)를 정지 위치(rest position)로부터 미소한 튜브 편향(통상적으로 약 0.5mm 내지 2mm)으로 편향시키도록 선택된다. 이것은, 종래보다 더 적은 개수, 통상적으로 종래보다 약 50% 적은 개수의 스테이크의 사용을 허용하는 본 발명의 스테이크의 특징이다. 본 발명의 튜브 스테이크의 하나의 장점은, 튜브 라인 치수의 약 절반이 스트립의 각 측 상에서 흡수되기 때문에, 상대적으로 넓은 튜브 레인이 스트립을 깊게 누르지 않고 수용될 수 있다는 것이다.

<25> 스테이크의 전체 깊이에 추가하여, 스트립 재료의 두께 및 강성이, 스테이크가 튜브 다발 내로 삽입될 때 최종 튜브 편향을 정하는 인자가 될 것이다. 보통, 적당한 튜브 지지 및 튜브 다발 내로의 삽입의 응력에 대한 저항 능력을 제공하는 데에, 1mm 내지 2mm의 스트립 두께가 만족스럽다.

<26> 도 1 및 도 2는 구성이 보다 적당한 사각형 튜브 형상에 위치한 튜브 스테이크(10)를 도시한다. 튜브 스테이크(10)는 또한 삼각형 형상에 사용될 수 있다. 도 3은 삼각형 튜브 형상에 위치한 튜브 스테이크(20)를

도시한다. 도 3에 도시된 배치는 튜브가 균일하게 일렬로 늘어설 수 없거나 또는 튜브 사이의 간격이 변하는 용도에 보다 적합하다. 적어도 하나 이상의 주름부가 인접한 튜브에 접촉하여 튜브에 지지를 제공하는 경우라면, 스테이크(10 또는 20)는 사각형 또는 삼각형 구성에서 이용될 수 있는 것으로 고려된다.

<27> 삼각형 튜브 형상의 튜브 사이의 유효 갭(gap)(튜브 라인 치수)은 사각형 형상의 튜브 사이의 유효 갭보다 작기 때문에, 주름부의 전체 깊이[플레이트 두께를 포함하여, 피크(peak)에서 밸리까지] 뿐만 아니라 플레이트 두께도 통상적으로 사각형 배치의 경우보다 작을 것이지만, 동일한 양의 튜브 편향이 적당한 튜브 지지 및 스테이크 유지(retention)를 위해 적당하다. 상술된 바와 동일한 방식으로, 스테이크의 유지가 금속의 탄성에 의해 그리고 스테이크 상의 튜브-계합 영역에 의해 유지되는 상태로, 튜브 스테이크는 튜브 사이의 튜브 라인 내로 삽입되고 튜브 라인의 양 측 상에서 튜브와 계합할 때까지의 위치로 밀어지거나 당겨질 것이다.

<28> 튜브 지지 스테이크가 튜브 다발 내로 삽입되면, 튜브-계합 영역을 형성하는 주름부는 스테이크가 튜브 다발 내의 적당한 위치에 위치할 때까지 튜브를 지나 밀어지거나 또는 당겨져야 한다. 스테이크(10 또는 20)의 삽입을 보조하기 위해 튜브 사이의 간격을 일시적으로 증가시키도록 스프레더 바아(spreeder bar)가 사용될 수 있다. 주름부의 각 세트는 스테이크가 정위치에 위치할 때까지 튜브 라인에 의해 형성된 갭을 통해 밀어지거나 또는 당겨져야 한다. 스테이크 상의 장력이 주름부를 편평하게 하는 경향이 있어 스테이크가 튜브 다발 내로 더욱 용이하게 정위치에 미끄러질 것이므로, 스테이크를 정위치로 당기는 것은 이러한 유형의 스테이크에서는 유효한 선택사항이다. 그 후, 장력이 제거되면, 스테이크는 원래의 형상으로 되돌아가고 주름부는 의도된 방식으로 꼭 맞게 튜브와 계합할 것이다. 튜브를 정위치로 당기는 것을 촉진하기 위해, 튜브 다발 내의 튜브 사이에 삽입될 수 있고 그리고 스트립의 단부와 계합할 수 있는 기다란 장력기와 스트립을 일시적으로 계합시키기 위한 수단으로 하나의 단부 또는 양 단부 상에 스트립이 제공되고, 그 후 스테이크는 의도된 위치에 위치할 때까지 튜브 다발 내로 인출될 수 있으며, 이 때 장력은 느슨하게 될 수 있고, 주름부가 원래의 형상으로 느슨하게 되어 튜브에 꼭 맞게 유지하면서 장력기는 스트립으로부터 해제된다. 스트립 상의 계합 수단은 적당하게는 스트립의 단부에 위치하는 구멍(17) 또는 단부를 구부림으로써 스트립 상에 형성된 후크(hook)일 수 있다. 장력기는 적당하게는 갈고리가 형성된 단부를 구비한 인장 로드(pulling rod) 또는 튜브 다발을 통해 정위치로 당기기 위해, 스테이크, 예를 들어 래치(latch)와 계합할 수 있는 와이어이다. 인장 수단으로서 사용되는 장력기 로드는 적당하게는 스트립의 단부 상에서 후크와 계합하는 "L"자 형상의 단부를 가지며, 또는 변형적으로, 와이어 루프(wire loop)가 구멍을 통해 스트립 내에 나사결합되어 스테이크가 튜브 다발 내로 들어올 때 스테이크 상에 인장력을 가할 수 있다. 튜브 계합 영역의 전체 깊이(플레이트 두께를 포함하여, 틱 대 틱)는 바람직하게는 튜브 라인의 폭보다 약간 크기 때문에, 주름부를 통과시키기 위해서는 튜브는 약간 구부러져야 하고, 비록 이것은 최종 위치에 위치할 때 스테이크를 정위치에 유지하지만, 튜브의 각 열의 굽힘에 대한 저항이 극복되어야 하기 때문에 삽입을 더 어렵게 만든다. 삼각형 형상에 사용되는 스테이크는 사각형 형상에 사용되는 스테이크보다 스테이크 길이를 따라 보다 가까운 간격의 주름을 갖기 때문에, 사각형 형상에 사용되는 스테이크가 대체로 삼각형 형상에 사용되는 스테이크보다 삽입하기가 보다 용이하고, 횡방향 주름은 외측 단부에 가해진 삽입력 및 스테이크의 먼 단부로부터의 저항 및 삽입된 길이를 따르는 저항의 영향 하에서 스테이크가 함께 튀는 것을 허용하는 경향이 있다. 명백하게, 스테이크가 튜브 다발 내로 삽입될 때의 문제는 더 악화된다. 하지만, 튜브 다발 내로의 튜브 스테이크의 삽입은, 스테이크의 전체 깊이(주름부 또는 다른 용기된 영역을 포함)보다 약간 더 큰 두께를 갖는 경사 절개된(beveled) 에지를 구비한 스프레더 바아를 삽입하고, 그 후 스테이크가 정위치로 삽입되며 금속 바아가 천천히 제거되어 튜브와 튜브 스테이크간의 적당한 로킹을 보장하는 것에 의해 촉진될 수 있다. 바아는 또한 스테이크의 제거를 촉진하기 위해 유사한 방식으로 사용될 수 있다.

<29> 횡방향 주름부는 오목부(dimple), 길이방향 주름 또는 합체된 오목부/주름부, 또는 새들(saddle)와 같은 다른 튜브-계합 영역과 결합될 수 있고, 오목부, 길이방향 주름 또는 합체된 오목부/주름부는 "진동 방지 튜브 지지체"라는 명칭으로 2004년 5월 19일에 출원되어 워니(Wanni) 등에게 양도된 미국 특허 출원 번호 제 10/848,903 호에 개시되어 있고, 새들은 "진동 방지 튜브 지지체"라는 명칭으로 2005년 5월 13일에 출원되어 워니 등에게 양도된 미국 특허 출원 번호 제 11/128,884 호에 개시되어 있으며, 이들 두 미국 출원의 내용은 참조로서 본 명세서에 특별하게 합체된다. 길이방향 주름부는, 삽입 동안 튜브/스테이크 힘에 있어서 대응하는 증가와 함께 스테이크가 상대적으로 많은 수의 튜브를 지나 삽입되어야 하는 깊숙한 튜브 다발에서 특히 유용할 것이다. 스테이크의 내부 단부에서의 길이방향 주름부의 사용은 스테이크가 보다 용이하게 튜브 다발 내로 밀어지거나 또는 당겨질 수 있도록 하는 반면, 스테이크의 외부 단부에서의 횡방향 주름부는 횡방향 주름부가 튜브 다발의 외주에서 튜브에 대해 최종적으로 위치될 때 튜브 다발 내의 의도된 위치에 스테이크를 유지시킬 것이다. 이러한 유형의 스테이크에 의해, 사실 인접한 주름부의 단부 사이에 스테이크가 튜브 다발 내로 들어갈 때 튜브를 붙잡는 노치가 없기 때문에, 길이방향의 주름부를 길이를 따라 연속적으로 하여 튜브 다발 내로의 스테이크의 삽입

을 촉진하는 것이 가능하다. 그 후 스테이크의 보유는 스테이크의 외부 단부에서 횡방향 주름부에 의해 제공된다. 바람직하게, 앞의 출원에서 기술되는 바와 같이, 주름부는 스트립의 각 면으로부터 스트립을 횡단하여 교호적으로 연장되도록 배치된다. 만약 이러한 유형의 스테이크가 장력 하에 튜브 다발 내로 삽입되어야 한다면, 장력 장치를 위한 일시적인 계합 장치가 스트립의 이 단부에 있을 것이다.

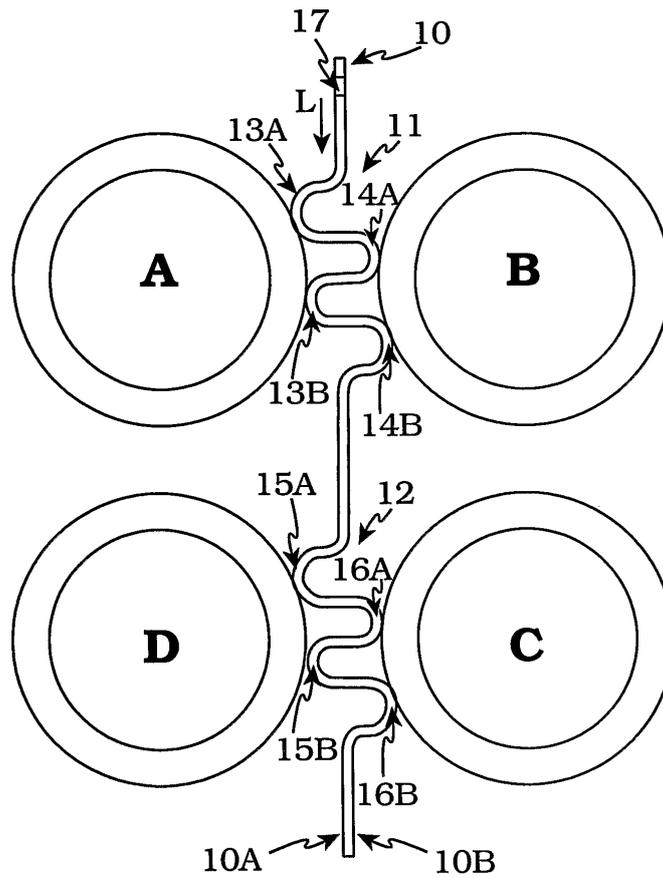
- <30> 스테이크는 관련 실비에 대한 경험 또는 진동 연구에 의해 결정된 축방향 위치에 삽입될 것이다. 스테이크는, 튜브 다발의 길이를 따라 연속적인 축방향 위치에서 교호적으로 연속하는 방식으로, 여러 축방향 위치에서 다른 횡방향의 방향으로, 예를 들어 제 1 축방향 위치에서는 수직방향으로 제 2 축방향 위치에서는 수평방향으로 튜브 다발 내로 삽입될 것이다. 스테이크는 튜브 다발 내로 삽입되고 그 후 원하는 위치에서 선회될 것이다.
- <31> 도면에서 알 수 있는 바와 같이, 각 튜브 스테이크는 튜브 레인의 대향 측 상에서 튜브와 계합하여, 각 튜브 레인 내에 있어서의 스테이크의 삽입은 튜브 다발의 외주 내에서 2열의 튜브에 대해 지지를 제공한다. 튜브 다발의 주변부에서, 몇몇 튜브는, 다른 측 상에서는 튜브를 지지하지 않는 스테이크로부터 지지를 수용할 것이다. 이것은 이들 튜브에 주어진 유효 지지를 감소시키지만, 튜브 다발 내에서 마지막 쌍의 튜브로부터 연장하는 스테이크의 길이가 상대적으로 짧기 때문에, 적어도 스테이크의 캔틸레버식 단부에 의해 일측 상에서 어느 정도의 유효 지지가 이들 외측 튜브에 주어진다. 상술된 바와 같이, 스테이크(10 또는 20)의 단부를 고정하기 위해 케이블을 사용하는 것은 스테이크의 단부 가까이에서 튜브에 제공된 유효 지지를 개선한다.
- <32> 스테이크와 튜브 사이의 마찰 계합은 튜브 다발 내에서의 스테이크의 보유를 제공하지만, 일 방향으로의 스테이크의 인출을 방지하기 위해 튜브 레인의 일 측상의 튜브의 단부 위로 훅(hook)으로 채우기 위해, 튜브 스테이크의 단부에는 튜브-계합 갈고리가 제공될 것이다. 변형적으로, 스테이크는 U자 형상으로 또는 머리핀 형상으로 접어질 수 있고, 이러한 형상은 유효하게 아치 형상의 튜브-계합 세그먼트에 의해 일단에서 합쳐지는 한 쌍의 스테이크를 구비한다. 이러한 형상은, 3개 또는 4개의 튜브 열에 강성을 제공할 수 있고, 동시에, 머리핀의 폐쇄된 단부(아치 형상의 세그먼트)로부터 스테이크를 위한 추가적인 양의 위치가 튜브에 대해 일단에서 주변 튜브의 위로 고정된다. 각 스테이크가 동시에 3개 또는 4개의 튜브 열에 강성을 제공하기 때문에, U자 형상의 튜브 스테이크는 교호 열로 삽입되어 튜브 다발 내의 각 열의 튜브에 강성을 제공하거나, 또는 스테이크가 튜브의 2개의 열에 걸쳐 열 사이의 교호하는 레인 내로 삽입되도록(이것은 4개의 인접한 열을 지지한다) 삽입된다. 필요하다면, 길이를 따라 하나 이상의 지점에서 머리핀의 아암 사이로 연장하는 볼트와 같은 보유 부재에 의해 추가적인 스테이크 보유가 제공될 수 있다. (U자 형상으로 형성되지 않은) 단일 라인의 스테이크를 위한 추가의 로킹이 스테이크의 단부를, 튜브 다발을 둘러싸는 금속 거스 밴드(girth band) 또는 케이블에 부착시킴으로써 제공될 수 있다. 스테이크는 밴드의 단부 상에, 밴드에 용접, 리벳결합 또는 나사결합될 수 있는 러그(lug)를 형성함으로써 밴드에 고정될 수 있다. 변형적으로, 거스 밴드가 통과될 수 있는 작은 슬롯 또는 구멍이 스테이크의 단부에 형성될 수 있다. 튜브 지지체가 튜브를 미끄러지는 가능성을 감소시키기 위해, 거스 밴드는, 튜브 다발의 외부 튜브 원주에 인접한 튜브 다발 장치에서 이용할 수 있는 타이 로드(tie rod)에 고정될 수 있다.
- <33> 튜브 스테이크는 적당하게는, 튜브 다발 장치가 사용되는 환경에서 내부식성 금속 또는 다른 적당한 재료로부터 제조된다. 보통, 물과 다른 환경에서 부식에 저항하기 위해서는, 스테인리스 스틸이 만족스럽다. 염화물 부식이 예측되는 경우를 제외하고는 스테인리스 SS304가 적당하고, 그러한 경우에는 듀플렉스 스테인리스 스틸(duplex stainless steel)이 바람직할 것이다. 크롬, 니켈 및 선택적으로 몰리브덴 등 다양한 양의 합금 원소를 함유하는 듀플렉스 스테인리스 스틸은 대략 동일 비율의 페라이트와 오스테나이트의 혼합 미소구조(따라서 통상적으로 "듀플렉스"로 지칭됨)에 특징이 있다.
- <34> 우수한 스테이크 보유 능력 이외에, 본 유형의 스테이크의 다른 주요 장점은 단순성에 있다. 양방향으로 프레싱함으로써 형성될 금속 스트립을 필요로 하는 미국 특허 번호 제 4,919,199 호 및 제 5,213,155 호에 도시된 스테이크에서는, 길이방향으로 U자 또는 V자 형상의 채널 및 튜브-수용 새들을 횡방향으로 형성하기 위해, 프레스 압력이 20톤에 달할 수 있는 큰 기계를 필요로 하는 고가의 작업이 필요하다. 대조적으로, 본 발명의 스테이크의 튜브-계합 영역은, 낮은 프레스력의 간단한 프레스에서, 스테이크의 길이를 따라 연속적인 프레스으로, 한 번에 몇몇 열의 주름부를 제조함으로써 횡방향으로 단일의 프레스 작업에 의해 형성될 수 있다. 물론, 두 개의 프레스 롤의 사용은 큰 스케일의 제조에 가장 경제적인 선택사항으로 나타나지만, 필수적인 것은 아니며, 보다 많은 자원에의 접근 없이 보다 값싸고 단순한 장비가 이용될 수 있다.
- <35> 본 발명의 범위로부터 이탈하지 않고 다양한 변경 및 변화가 행해질 수 있음이 당업자에게 명백할 것이다. 따라서, 첨부된 특허청구범위 및 그 균등 범위에서, 본 발명은 삽입의 변경 및 변화를 포괄하는 것으로 의도된다.

**도면의 간단한 설명**

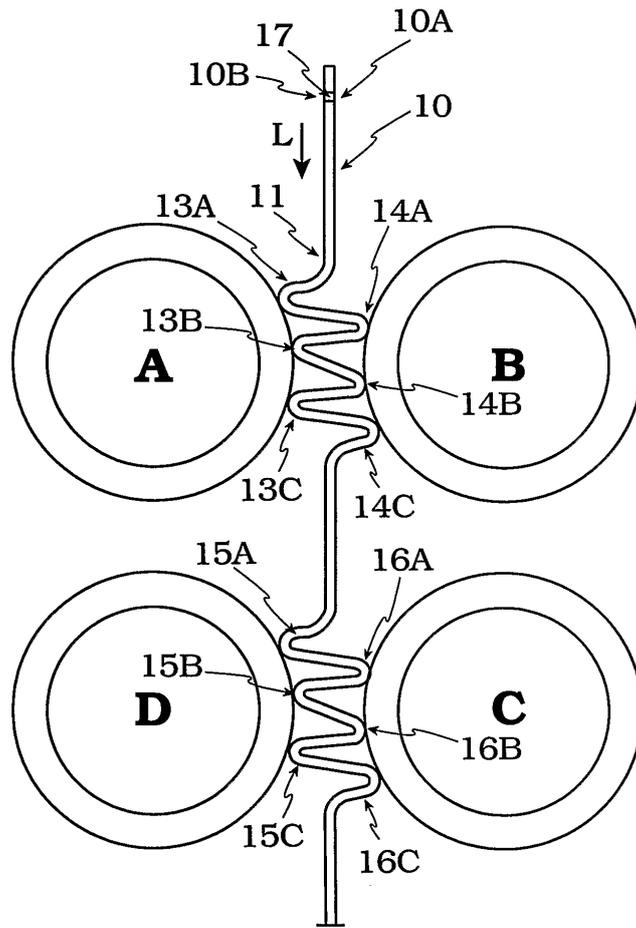
- <16> 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 사각형 배치 열교환기 내의 4개의 튜브 사이에 배치된 진동 방지 튜브 지지체의 개략도,
- <17> 도 2는 도 1의 진동 방지 튜브 지지체의 진동의 개략도,
- <18> 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 삼각형 배치 열교환기 내의 3개의 튜브 사이에 배치된 진동 방지 튜브 지지체의 개략도.

**도면**

**도면1**



도면2



도면3

