



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

(11) 공개번호 10-2017-0134620  
(43) 공개일자 2017년12월06일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*F28D 9/00* (2006.01) *B23K 1/00* (2006.01)  
*B23K 1/008* (2006.01) *B23K 35/02* (2006.01)  
*B23K 35/30* (2006.01) *F28F 21/08* (2006.01)  
*F28F 3/04* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*F28D 9/005* (2013.01)  
*B23K 1/0012* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7031863
- (22) 출원일자(국제) 2016년03월11일  
 심사청구일자 2017년11월02일
- (85) 번역문제출일자 2017년11월02일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2016/055296
- (87) 국제공개번호 WO 2016/162168  
 국제공개일자 2016년10월13일
- (30) 우선권주장  
 15162693.4 2015년04월07일  
 유럽특허청(EPO)(EP)  
 15199686.5 2015년12월11일  
 유럽특허청(EPO)(EP)
- (71) 출원인  
**알파 라발 코포레이트 에이비**  
 스웨덴 에스-221 00 룬드 박스 73
- (72) 발명자  
**시에던 페르**  
 스웨덴 에스-223 61 룬드 외스트라 발가탄 37 에이
- (74) 대리인  
**양영준, 김윤기**

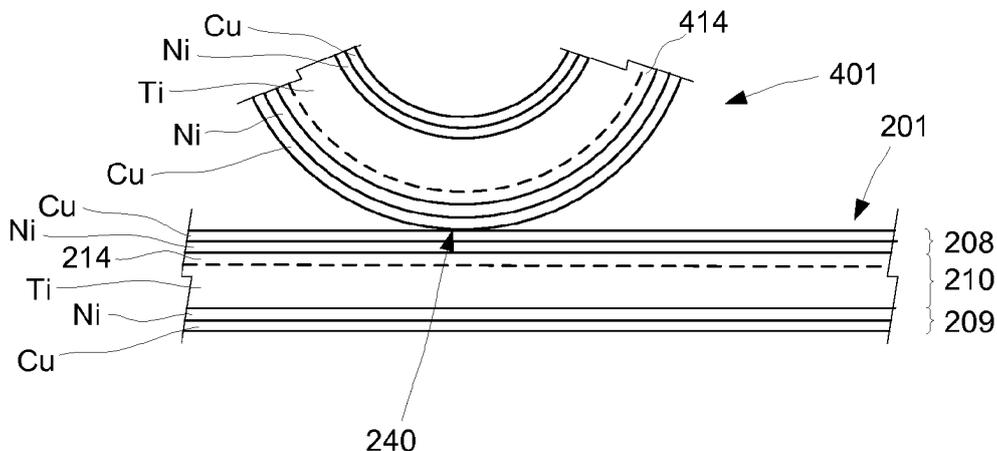
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **판형 열 교환기의 제조 방법**

**(57) 요약**

용융점 강하 호일(208)이 피복되고 열처리된 티타늄 판(201)을 획득하는 단계; 상기 티타늄 판(201)에 패턴을 가압하는 단계; 다수의 유사한 티타늄 판들(201, 401) 상에 상기 티타늄 판(201)을 적층하는 단계; 상기 티타늄 판의 스택을 850°C 초과 및 티타늄의 용융점 미만의 온도로 가열하고, 상기 용융점 강하 호일(208)이 상기 티타늄 판들(201, 401)의 표면층(214)을 용융시켜 인접한 티타늄 판들(201, 401) 사이의 접촉점(240)으로 흘러 보내는 단계; 및 인접한 티타늄 판들(201, 401) 사이의 상기 접촉점(240)에서 접합부(241)가 획득되도록 상기 용융된 티타늄을 응고시키는 단계를 포함하는 열 교환기의 제조 방법.

**대표도** - 도7



(52) CPC특허분류

*B23K 1/008* (2013.01)  
*B23K 35/0233* (2013.01)  
*B23K 35/0238* (2013.01)  
*B23K 35/302* (2013.01)  
*B23K 35/3033* (2013.01)  
*F28F 21/086* (2013.01)  
*F28F 21/089* (2013.01)  
*F28F 3/042* (2013.01)  
*F28F 2275/045* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

티타늄 판(201')의 적어도 일 면(231)에 용융점 강하 호일(208)이 피복된(cladded)(103) 티타늄 판(201')을 획득(102)하는 단계,

티타늄 판(201)에 상부(top)(236) 및 하부(bottom)(237)가 형성되도록 상기 티타늄 판(201')에 패턴(234)을 가압(press)(106)하는 단계,

다수의 유사한 티타늄 판(401) 상에 상기 티타늄 판(201)을 적층(110)하여 피복, 열 처리 및 가압된 티타늄 판들(201, 401)의 스택(stack)(301)을 형성하고, 티타늄 판들(201, 401)의 상기 스택(301)에서 인접한 티타늄 판들(201, 401) 사이에 접촉점(240)이 형성되는 단계,

티타늄 판들(201, 401)의 상기 스택(301)을 850℃ 초과 및 티타늄의 용융점 미만의 온도로 가열(112)하여, 상기 용융점 강하 호일(208)이 상기 티타늄 판들(201, 401)의 티타늄에 대한 용융점 강하제로 작용하여, 상기 티타늄 판들(201, 401)의 표면층(214)을 용융시켜 상기 용융된 티타늄이 인접한 티타늄 판들(201, 401) 사이의 상기 접촉점(240)으로 흐르도록 하는 단계,

상기 용융된 티타늄을 응고(114)시키고, 인접한 티타늄 판들(201, 401) 사이의 상기 접촉점(240)에서 접합부(241)를 형성하는 단계

를 포함하는, 판형 열 교환기(1)의 제조 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 티타늄 판은 상기 티타늄 판에 패턴(234)을 가압하는 단계(106) 전에 0.25 내지 1.5 mm의 두께를 갖는, 판형 열 교환기(1)의 제조 방법.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 용융점 강하 호일(208)은,

- 니켈 호일(224) 및
- 구리 호일(225) 및 지르코늄 호일(213) 중 임의의 것

을 포함하는, 판형 열 교환기(1)의 제조 방법.

#### 청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 용융점 강하 호일(208)은 상기 티타늄 판(201')의 제1 면(231)에 피복되고, 제2 용융점 강하 호일(209)은 상기 티타늄 판(201')의 제2 면(232)에 피복되며, 상기 제1 및 제2 용융점 강하 호일의 각각은

- 제1 구리 호일
- 니켈 호일, 및
- 제2 구리 호일

을 포함하고,

상기 니켈 호일은 상기 제1 구리 호일과 상기 제2 구리 호일 사이에 위치하는, 판형 열 교환기(1)의 제조 방법.

#### 청구항 5

제3항 또는 제4항에 있어서, 상기 니켈 호일(224)은 상기 티타늄 판에 패턴(234)을 가압하는 단계(106) 전에 상기 티타늄 판(201)의 두께의 20% 미만의 두께를 갖는, 판형 열 교환기(1)의 제조 방법.

**청구항 6**

제3항 또는 제4항에 있어서, 상기 구리 호일(225)은 상기 티타늄 판에 패턴(234)을 가압하는 단계(106) 전에 상기 티타늄 판(201)의 두께의 20% 미만의 두께를 갖는, 판형 열 교환기(1)의 제조방법.

**청구항 7**

제3항에 있어서, 지르코늄 호일(213)은 상기 티타늄 판에 패턴(234)을 가압하는 단계(106) 전에 상기 티타늄 판(201)의 두께의 20% 미만의 두께를 갖는, 판형 열 교환기(1)의 제조 방법.

**청구항 8**

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 티타늄 판(201)은 상기 티타늄 판(201)의 두 면(231, 232)의 각각에 용융점 강하 호일(208, 209)이 피복되는(103), 판형 열 교환기(1)의 제조 방법.

**청구항 9**

제3항 또는 제4항에 있어서, 상기 티타늄 판(201)은 압연에 의해 구리 호일(225, 222) 및 니켈 호일(224, 221)이 피복되는(103), 판형 열 교환기(1)의 제조 방법.

**청구항 10**

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 피복된 티타늄 판(201)은 650 내지 850℃의 온도에서 열 처리(104)되는, 판형 열 교환기(1)의 제조 방법.

**청구항 11**

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가압하는 단계(106)는 적어도 1.5 mm의 가압 깊이로 상기 티타늄 판(201)을 가압하는 단계를 포함하는, 판형 열 교환기(1)의 제조 방법.

**청구항 12**

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가압된 티타늄 판(201)의 상기 상부(236) 및 하부(237)는 용융점 강하 호일(208, 209)로 피복된 상기 티타늄 판(201)의 면 상에서 용융점 강하 호일(208, 209)로 덮여있는, 판형 열 교환기(1)의 제조 방법.

**청구항 13**

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 피복하는 단계(103) 및 상기 열 처리 단계(104) 후에, 티타늄 판(201)을 소정의 모양으로 절단하는 단계(108)를 포함하는, 판형 열 교환기(1)의 제조 방법.

**청구항 14**

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가열 단계(112)는 850 내지 1050℃의 가열 온도로 가열하는 것을 포함하는, 판형 열 교환기(1)의 제조 방법.

**청구항 15**

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 티타늄 판(201)은 티타늄 타입 등급 1 또는 티타늄 타입 등급 2를 포함하고, 상기 용융점 강하 호일(208)은,

- 적어도 98%의 순수한 구리를 포함하는 구리 호일(225)
- 적어도 98%의 순수한 니켈을 포함하는 니켈 호일(224), 및
- 적어도 98%의 순수한 지르코늄을 포함하는 지르코늄 호일(213)

중 임의의 것을 포함하는,

판형 열 교환기(1)의 제조 방법.

**청구항 16**

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 집합부(241) 내의 상기 티타늄의 적어도 90%는 상기 가열 단계(112) 전에, 티타늄 열 전달 판들(201, 401)의 상기 스택(301) 중의 상기 열 전달 판 중 임의의 어느 하나의 일부였던, 판형 열 교환기(1)의 제조 방법.

**청구항 17**

티타늄 판(201)의 적어도 일 면(231)에 용융점 강하 호일(208)이 피복된(103) 티타늄 판(201)으로부터 획득(102)되고, 피복된(103) 후에 열 처리(104)되고, 상기 티타늄 판(201)에 상부(top)(236) 및 하부(bottom)(237)가 형성되도록 패턴(234)이 상기 티타늄 판(201)에 가압(106)된 다수의 티타늄 열 전달 판을 포함하는 열 교환기로서, 상기 티타늄 판(201)은 다수의 티타늄 판(401) 상에 적층(110)되어 피복, 열처리 및 가압된 티타늄 판들(201, 401)의 스택(301)을 형성하고, 접촉점(240)이 티타늄 판들(201, 401)의 상기 스택(301) 중의 인접한 티타늄 판들(201, 401) 사이에 형성되고, 티타늄 판들(201, 401)의 상기 스택(301)은 850℃ 초과 및 티타늄의 용융점 미만의 온도로 가열(112)되어, 용융점 강하 호일(208)이 상기 티타늄 판들(201, 401)의 상기 티타늄에 대한 용융점 강하제로 작용하여, 상기 티타늄 판들(201, 401)의 표면층(214)을 용융시키고 인접한 티타늄 판들(201, 401) 사이의 상기 접촉점(240)으로 흐르게 하며, 상기 용융된 티타늄이 응고되었을 때(114) 인접한 티타늄 판들(201, 401) 사이의 상기 접촉점(240)에 집합부(241)를 형성하는, 열 교환기.

**청구항 18**

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 따른 판형 열 교환기(1)를 제조하는데 적합한 금속 코일(501)로서, 상기 금속 코일(501)은 상기 티타늄 판(201)의 적어도 일 면에 용융점 강하 호일(208, 209)이 피복된(103) 티타늄 판(201)을 포함하는, 금속 코일(501).

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 티타늄으로 제조된 판을 갖는 판형 열 교환기를 제조하는 방법에 관한 것이다. 본 발명은 또한 티타늄 판형 열 교환기 및 상기 티타늄 판형 열 교환기를 제조하는데 사용되는 금속 코일에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 오늘날 영구적으로 집합된 티타늄 판을 갖는 판형 열 교환기는 주로 판을 서로 브레이징(brazing)하여 제조된다. 이는 판 상에 브레이징 물질을 도포하고, 브레이징 물질이 녹아 판 사이에 집합부를 형성하도록 판을 가열함으로써 수행된다. 브레이징 물질은 소위 필러 금속을 포함하며, 이 금속이 티타늄 판을 연결하는 집합부를 형성한다. 이러한 유형의 모든 브레이징 기술에 있어서, 브레이징 물질은 서로 집합되는 티타늄 판의 용융 온도보다 낮은 온도에서 필러 금속을 용융시키는 용융점 강하 조성물(melting depressant composition)을 포함한다.

[0003] 티타늄 판을 판형 열 교환기로 집합시키기 위한 많은 기술이 존재한다. US7201973은 그 중 하나로서, 브레이징 물질이 30 내지 50 중량%의 티타늄 (Ti), 15 내지 25 중량%의 지르코늄 (Zr), 15 내지 25 중량%의 구리 (Cu) 및 15 내지 25 중량%의 니켈 (Ni)을 포함하는 기술을 설명한다. 보다 구체적으로, 사용된 브레이징 물질은 40 중량%의 Ti, 20 중량%의 Zr, 20 중량%의 Cu 및 20 중량%의 Ni를 포함한다. 티타늄은 필러 금속이며, 다른 금속들은 티타늄 용융점 강하 성분으로 작용한다.

[0004] 필러 금속 및 용융점 강하 성분은 전형적으로 금속 분말의 형태를 갖는다. 금속 분말을 결합시키기 위해, 브레이징 물질은 전형적으로 또한 브레이징 물질에 스프레이, 페인트 또는 다른 적절한 방법으로 티타늄 판 상에 도포될 수 있는 페이스트 또는 액체 형태를 부여하는 결합제 조성물을 포함한다. 브레이징 물질이 티타늄 판 상에 정확한 양으로 및 정확한 위치에 도포되는 것이 중요하다.

[0005] 브레이징 조성물을 도포하는 것은 비용 및 열 교환기를 제조하는 과정에서 오류 및 결함을 유발하는 위험을 모두 수반하는 작업이다. 따라서, 종래의 브레이징 기술에 전형적으로 의존하는, 특히 티타늄으로 만들어진 판형 열 교환기를 제조하는 공정을 개선할 필요가 있다.

**발명의 내용**

**과제의 해결 수단**

- [0006] 본 발명의 목적은 티타늄 판으로 만들어진 판형 열 교환기를 제조하기 위한 개선된 방법을 제공하는 것이다. 특히, 일 목적은 티타늄 열 전달 판 상에 브레이징 조성물을 도포하기 위해 결합제 조성물을 사용할 필요성을 감소시키거나 심지어 제거하는 것이다.
- [0007] 따라서, 판형 열 교환기를 제조하는 방법이 제공된다. 상기 방법은 판의 적어도 한 면에 용융점 강하 호일(foil)이 피복(clad)되고, 선택적으로 그 연성을 향상시키기 위해 피복 후에 열처리된 티타늄 판을 획득하는 단계; 상기 판에 상부(top) 및 하부(bottom)가 형성되도록 상기 티타늄 판에 패틴을 가압(press)하는 단계; 다수의 유사한 티타늄 판 상에 상기 티타늄 판을 적층하여 피복 및 가압된 티타늄 판의 스택(stack)을 형성하고, 상기 티타늄 판의 스택에서 인접한 티타늄 판 사이에 접촉점이 형성되는 단계; 상기 티타늄 판의 스택을 850℃ 초과 및 티타늄의 용융점 미만의 온도로 가열하여 상기 용융점 강하 호일이 상기 티타늄 판의 상부 티타늄에 대한 용융점 강하제로 작용하여, 상기 티타늄 판의 표면을 용융시키고 상기 용융된 티타늄이 인접한 티타늄 판 사이의 상기 접촉점으로 흐르도록 하는 단계; 및 상기 용융된 티타늄을 응고시켜, 인접한 티타늄 판 사이의 상기 접촉점에서 접합부를 획득하는 단계를 포함한다.
- [0008] 상기 방법은 접합부를 이루기 위해 결합제 조성물을 사용할 필요가 없고, 판들이 압착된 후에 상기 판들 상에 브레이징 물질과 같은 물질을 도포할 필요가 없다는 점에서 유리하다. 상기 기재된 방법에서 다수의 유사한 티타늄 판 상에 티타늄 판을 적층하는 단계가 수행된다. 이와 관련하여, "유사한"은 동일한 용융점 강하 호일로 피복되고 또한 티타늄 베이스를 갖는 판들을 지칭한다. 상기 판들은 생산 관점에서 보았을 때 유사하거나 심지어 동일하다. 즉, "획득"의 단계는 모든 "유사한" 판에 대해 동일하다. "유사한" 판들에서의 패틴은 다를 수 있다.
- [0009] 생산 방법의 다른 목적, 특징, 양태 및 이점들은 도면뿐만 아니라 후술하는 상세한 설명으로부터 나타날 것이다. 본 방법에 따라 제조된 티타늄 판형 열 교환기뿐만 아니라 상기 방법에 사용하기에 적합한 금속 코일이 기재되어 있고, 상응하는 이점을 제공한다.

**도면의 간단한 설명**

- [0010] 본 발명의 실시예들은 첨부된 개략도를 참조하여 예시로서 기술될 것이다.
  - 도 1은 티타늄 판형 열 교환기의 측면도이다.
  - 도 2는 도 1의 티타늄 판형 열 교환기의 정면도이다.
  - 도 3은 도 1의 판형 열 교환기의 일부인 가압 및 절단된 티타늄 열 전달 판의 정면도이다.
  - 도 4는 도 3의 티타늄 열 전달 판이 가압 및 절단되기 전의 정면도이다.
  - 도 5는 용융점 강하 호일로 피복된 도 3의 티타늄 판의 단면을 도시한다.
  - 도 6은 티타늄 판이 용융점 강하 호일로 피복되는 방법을 도시한다.
  - 도 7은 두 개의 티타늄 열 전달 판이 접합되기 전에 접촉점에서의 부분 확대도이다.
  - 도 8은 도 7의 두 개의 열 전달 판이 접합된 후의 부분 확대도이다.
  - 도 9는 용융점 강하 호일로 피복된 티타늄 판으로 제조된 코일을 도시한다.
  - 도 10은 도 1의 것과 같은 티타늄 판형 열 교환기를 제조하는 방법을 도시하는 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0011] 도 1 및 도 2를 참조하면, 판형 열 교환기(1)가 도시된다. 판형 열 교환기(1)는 주로 티타늄으로 만들어지며, 따라서 "티타늄 판형 열 교환기"라고 불린다. 판형 열 교환기(1)는 열 전달 판들의 스택(301)과, 스택(301)의 제1 면에 배치된 제1 단부 판(6) 및 스택(301)의 제2 면에 배치된 제2 단부 판(7)을 포함한다. 단부 판(6, 7)은 스택(301) 내의 열 전달 판과 동일한 형상 및 형태를 갖지만, 외력에 대한 보호를 제공하기 위해 약간 더 두껍다.
- [0012] 열 전달 판들의 스택(301)은 판 스택(301)을 형성하도록 영구적으로 접합되고, 열 전달 판들 사이에 흐르는 제1 및 제2 유체를 위해 교번하는 제1 및 제2 유로를 갖는다. 판형 열 교환기(1)는 제1 유체 입구(10) 및 제1 유체

출구(11)를 갖는다. 제1 유체 입구(10)는 제1 유체를 수용하고, 판 스택(301) 내에서 열 전달 판들 사이의 제1 유로에 제1 유체를 유도한다. 제1 유체 출구(11)는 제1 유로부터 제1 유체를 수용하여 상기 유체가 판형 열 교환기(1)를 빠져나가게 한다. 판형 열 교환기(1)는 제2 유체 입구(12) 및 제2 유체 출구(13)를 갖는다. 제2 유체 입구(12)는 제2 유체를 수용하고, 열 전달 판들 사이의 제2 유로에 제2 유체를 유도한다. 제2 유체 출구(13)는 제2 유로부터 제2 유체를 수용하여 제2 유체가 판형 열 교환기(1)를 빠져나가게 한다.

[0013] 커넥터(8)는 상기 입구 및 출구의 각각의 주위에 배열되고, 각 커넥터(8)는 파이프의 형태를 갖는다. 두 유체의 유체 라인은 커넥터(8)를 통해 판형 열 교환기(1)에 연결될 수 있다. 이러한 연결을 이루기 위해 임의의 적절한 기술이 사용될 수 있으며, 커넥터(8)는 통상적으로 스택(301)내의 열 전달 판과 동일한 물질로 제조된다. 유체 중 하나에 대한 입구 및 출구는 도시된 바와 같이 역류 대신에 유체의 병류 흐름이 있도록 역전될 수 있다.

[0014] 도 3을 참조하면, 판형 열 교환기(1)에 사용되는 열 전달 판(201)이 도시되어 있다. 스택(301) 내의 모든 열 전달 판은 더 두꺼운 단부 판(6, 7)을 제외하고 도 3의 열 전달 판(201)과 동일할 수 있다. 열 전달 판들은 교대로 열 전달 판과 평행한 평면의 법선 방향을 중심으로 180° 회전시켜 적층한다. 또한, 두 개의 서로 다른 열 전달 판들을 사용하여, 서로 다른 열 전달 판을 서로 교대로 적층할 수도 있다. 열 전달 판(201)은 판형 열 교환기(1)의 입구 및 출구(10 내지 13)와 정렬되는 포트 개구부라고도 지칭되는 네 개의 관통 구멍(210 내지 213)을 갖는다. 교대하는 상부(236) 및 하부(237) 형태의 패턴(234)이 열 전달 판(201) 내로 가압된다. 열 전달 판(201)은 제1 면(231) 및 제1 면(231)의 반대쪽에 위치하는 제2 면(232)을 갖는다. 둘레 에지(233)는 열 전달 판(201) 둘레로 연장되고 제1 면(231)으로부터 제2 면(232)을 향해 접힌다. 에지(233)는 아래쪽 열 전달 판과 접하고, 아래쪽 열 전달 판의 둘레에 밀봉을 제공한다.

[0015] 판형 열 교환기(1)의 형태 및 형상, 유체를 위한 유로, 열 전달 판(201) 및 커넥터(8)는 당 업계에 공지되어 있으며, 공지된 기술에 따라 달성될 수 있다. 그러나, 판형 열 교환기(1)는 스택(301) 내의 열 전달 판과 효과적으로 접합하는 특별한 특성을 갖는 판재를 사용함으로써, 새로운 방식으로 제조된다. 패턴(234)이 가압되고 열 전달 판(201)의 관통 구멍(210 내지 213) 및 에지(233)가 형성되기 전에, 열 전달 판(201)은 도 4에 도시된 바와 같은 평평한 열 전달 판(201')의 형태를 갖는다. 열 전달 판(201)은 주로 티타늄으로 만들어지므로, "티타늄 판"이라고 불린다. 도면 부호 201'은 도면 부호 201과 동일하지만 가압 및 절단되기 전의 판을 나타낸다.

[0016] 도 5를 참조하면, 열 전달 판(201', 201)의 단면이 인접한 열 전달 판과 접합되기 전에 나타나는 바와 같이 도시된다. 열 전달 판(201)은 티타늄 판(200) 형태의 코어를 갖는다. 제1 용융점 강하 호일(208)은 티타늄 판(200)의 제1 면(231) 상에 배치된다. 제1 용융점 강하 호일(208)은 니켈 (Ni) 호일(224) 및 구리 (Cu) 호일(225)을 포함한다. 구리 호일(225) 대신에 지르코늄 (Zr) 호일이 사용될 수 있다. 니켈 호일(224)은 티타늄 판(200)에 가장 가깝게 배치된다. 티타늄 판(200)은 0.25 내지 1.5 mm의 두께를 가지며, 예를 들어, 티타늄 타입 등급 1 또는 티타늄 타입 등급 2로 만들어질 수 있다. 티타늄 판(200)은 용융점 강하 호일이 판(200) 상에 피복되기 전에 1.5 내지 5.0 mm와 같은 더 큰 두께를 가질 수 있다. 피복은 티타늄 판의 두께를 감소시킬 수 있는데, 예를 들어 피복이 냉간 압연 접합으로 수행되는 경우이다. 용융점 강하 호일로 피복된 후의 티타늄 판의 최종 두께는 전형적으로 0.25 내지 1.5 mm이다. 티타늄 코어(200)는 열 전달 판(201', 201)의 주요 부분이다.

[0017] 구리 호일(225)은 적어도 98%의 순수한 구리를 포함하고, 니켈 호일(224)은 적어도 98%의 순수한 니켈을 포함한다. 구리 호일(225) 및 니켈 호일(224)의 나머지 퍼센티지는 다른 합금 금속 또는 불순물일 수 있다. 지르코늄 호일이 사용되는 경우, 이 호일은 적어도 98%의 순수한 지르코늄을 포함할 것이다.

[0018] 구리 호일(225) 및 니켈 호일(224) 각각은 티타늄 판(200) 또는 용융점 강하 호일을 포함하는 판(201)의 두께의 20% 미만, 또는 10% 미만, 또는 4% 미만의 두께를 갖는다. 지르코늄 호일 또한 티타늄 판(200) 또는 판(201)의 두께의 20% 미만, 또는 10% 미만, 또는 4% 미만의 두께를 가질 것이다. 따라서, 구리 호일(225), 니켈 호일(224) 및 사용되는 경우 지르코늄 호일의 각각은 열 전달 판(201)의 두께 즉, 티타늄 판(200)의 두께와 티타늄 판(200) 상에 배치된 모든 용융점 강하 호일의 두께의 합의 20% 미만, 또는 10% 미만, 또는 4% 미만의 두께를 갖는다. 예를 들어, 티타늄 판(200)은 1 mm의 두께를 가질 수 있고, 니켈 호일(224)은 0.015 mm의 두께를 가질 수 있으며, 구리 호일(225)은 0.015 mm의 두께를 가질 수 있다.

[0019] 필수적인 것은 아니지만, 제2 용융점 강하 호일(209)이 티타늄 판(200)의 제2 면에 배치된다. 제2 용융점 강하 호일(209)은 니켈 호일(221) 및 구리 호일(222)을 포함한다. 구리 호일(225) 대신에 지르코늄 호일이 사용될 수 있다. 니켈 호일(221)은 티타늄 판(200)에 가장 가깝게 배치된다. 제2 용융점 강하 호일(209)의 호일들

(221, 222)은 제1 용융점 강하 호일(208)의 호일들과 동일하다. 후술되는 바와 같이, 다른 형태의 용융점 강하 호일이 사용될 수 있다.

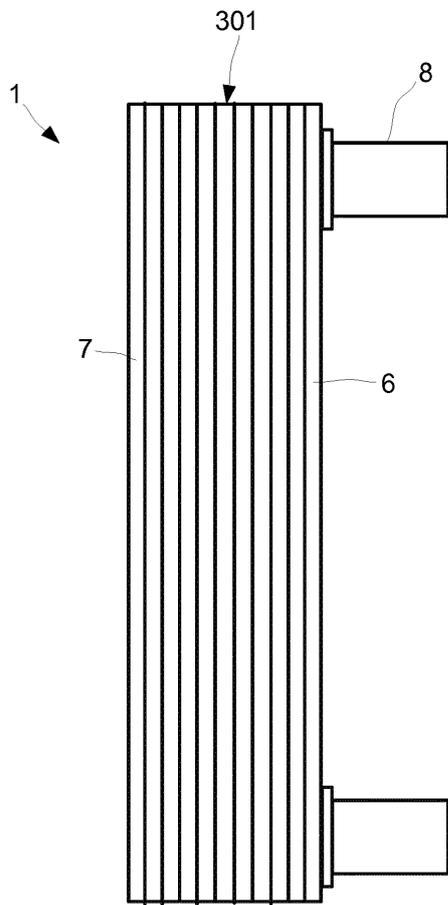
- [0020] 도 6을 참조하면, 열 전달 판(201')은 패턴으로 가압되기 전에 나타나는 바와 같이, 티타늄 판(200)을 판(201')의 각각의 면(231, 232), 즉 티타늄 코어(200)의 각 면에 제1 용융점 강하 호일(208) 및 제2 용융점 강하 호일(209)로 피복함으로써 획득된다. 피복은 압연, 예를 들어 통상적인 냉간 압연 접합 기술에 의해 달성될 수 있다. 그 후, 용융점 강하 호일(208, 209)은 티타늄 판(200)과 함께 효과적으로 접합된다. 물론, 임의의 다른 적절한 기술이 용융점 강하 호일을 티타늄 판(201')에 접합시키는데 사용될 수 있다.
- [0021] 냉간 압연 접합 중에 높은 압력이 층 즉, 구리 호일, 니켈 호일 및 티타늄 판(200)에 인가된다. 이것은 바람직하지 않은 방식으로 특히 판(201')의 티타늄의 연성 특성을 변화시킬 수 있다. 판(201')의 연성 특성을 회복하거나 적어도 개선하기 위해, 판은 냉간 압연 후에 열 처리될 수 있다. 이것은 약 650 내지 850℃의 온도에서 소정의 시간 동안 그리고 기존의 티타늄 열 처리 원칙에 따라 수행된다.
- [0022] 티타늄 코어(200) 및 용융점 강하 호일(208, 209)을 갖는 판(201')은 원하는 폭을 갖는 연속적인 스트립으로 형성될 수 있다. 스트립은 도 9에 도시된 바와 같이 코일(501)로 감길 수 있다. 열 처리는 코일을 형성하기 전 또는 코일이 형성된 후에 수행될 수 있다.
- [0023] 도 7 및 도 8을 참조하면, 스택(301) 내의 판(201)이 티타늄의 용융 온도 바로 아래의 온도로 가열될 때, 용융점 강하 호일(208, 209)은 판(201) 내의 티타늄(200) 용융점 강하제로 작용하고, 판(201)의 표면층(214)이 용융되게 한다. 온도는 850℃ 초과이고 티타늄의 용융점 미만 또는 1050℃ 미만이다. 용융점 강하 호일(208, 209)과 접촉하는 모든 티타늄 판(200)의 모든 표면층은 용융하고, 용융되는 표면층(214)의 양은 용융점 강하 호일(208, 209)의 구리 및 니켈 호일의 두께에 의해 결정된다. 용융점 강하 호일을 갖는 두 개의 유사한 티타늄 판들(201, 401)이 서로 접촉하여 배치될 때, 각각의 용융된 표면층(214, 414)에서 용융된 티타늄은 모세관력에 의해 판들(201, 401) 사이의 접촉점(240)을 향해 흐른다. 그 후, 용융된 티타늄은 냉각되고 응고되어, 인접한 판들(201, 401) 사이 접촉점(240)의 용융된 티타늄이 흘러 든 지점에서 접합부(241)가 형성된다. 접합부 내의 모든 티타늄은 판(201)의 표면층(214)의 일부였던 티타늄으로부터 나온다. 따라서, 자기-브레이징 티타늄 판이 완성된다. 티타늄이 일부 다른 방법으로 첨가되는 경우, 예를 들어, 용융점 강하 호일에 일부를 포함시킬 경우, 모든 티타늄이 스택(301) 내의 열 전달 판으로부터 오는 것은 아니다. 그러나, 일반적으로 접합부(241) 내의 티타늄의 적어도 80% 또는 적어도 90%는, 접합되기 전에, 티타늄 열 전달 판의 스택(301) 내의 열 전달 판(201)의 일부이다.
- [0024] 도 10을 참조하면, 도 1의 것과 같은 티타늄 판형 열 교환기를 제조하는 방법은 다수의 단계를 포함한다. 제1 단계에서, 티타늄 판(201')이 획득(102)된다. 획득된 티타늄 판(201')은 예를 들면, 코일(501)의 형태로 올 수 있으며, 전술한 바와 같이 판(201')의 적어도 일 면(231) 상에 용융점 강하 호일(208)로 피복(103)된 것일 수 있다. 필수적인 것은 아니지만, 전술한 바와 같이 판은 전형적으로 피복(103) 후에 열 처리(104) 된 것이다.
- [0025] 그 후 판(201')에서 패턴(234)을 가압(106)하는 종래의 작업이 수행되고, 이는 판에 상부(236) 및 하부(237)를 형성한다. 가압(106)은 전형적으로 판에서 가장 높은 상부로부터 가장 낮은 하부까지 보았을 때 적어도 1.5 mm의 가압 깊이로 티타늄 판(201)을 가압하는 단계를 포함하며, 따라서 가압된 판(201)의 상부(236) 및 하부(237)는 용융점 강하 호일(208, 209)로 피복된 티타늄 판(201)의 면 상에서 용융점 강하 호일(208)로 덮여있다. 판은 이 작업 후에 가압된 열 전달 판(201)이 되고, 티타늄만으로 제조된 것은 아니라 할지라도(그 용융점 강하 호일은 다른 물질로 제조됨), 티타늄 판이라고 지칭된다.
- [0026] 가압(106) 단계 후에, 판(201)은 소정 형상으로 절단(108)된다. 이것은 판(201)을 그 둘레 에지(233)를 따라 절단하고 판통 구멍(210 내지 213)을 절단하는 것을 포함한다. 절단 작업은 부분적으로 또는 전체적으로 판형 열 전달 판(201)에 패턴을 가압(106)하기 전에 수행될 수 있다. 전형적으로, 코일(501)은 코일(501)로부터 다수의 열 전달 판이 절단되고 그 후에 가압될 수 있는 크기를 갖는다.
- [0027] 다음으로, 다수의 유사한 열 전달 판(201)이 서로의 상부에 적층(110)되어, 티타늄 판들(201, 401)의 스택(301)이 형성된다. 적층하는 동안 판은 서로 접촉하게 되고, 따라서 스택(301)에서 인접한 티타늄 판들(201, 401) 사이에 접촉점(240)이 형성된다.
- [0028] 판을 가압(106), 절단(108) 및 적층(110)하는 작업은 공지된 기술에 따라 수행된다. 단부 판(6, 7)은 판(201)과 유사하지만, 티타늄 코어가 더 두껍다는 차이점이 있다. 커넥터(8)는 판형 열 교환기(1)의 의도된 용도에 따라 생략될 수 있다. 커넥터(8)가 사용되는 경우, 그것들은 판(201)과 동일한 티타늄으로 만들어질 수 있고,

종래의 티타늄 브레이징 기술을 이용하여 스택(301)에 부착될 수 있다.

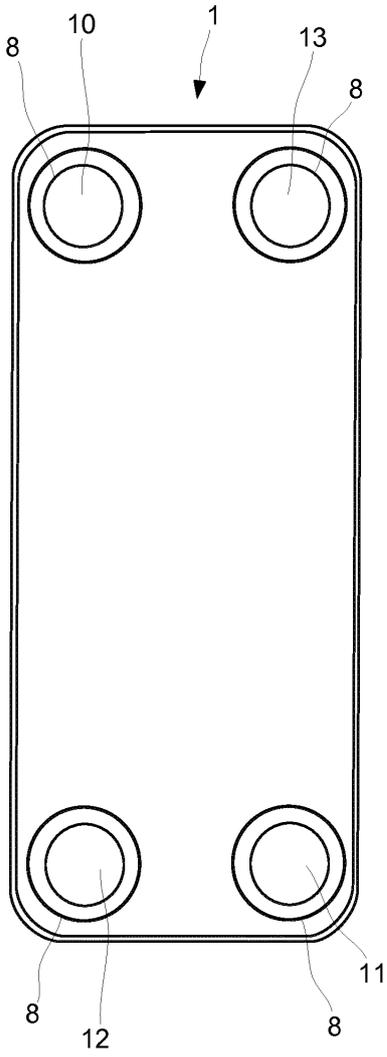
- [0029] 다음으로, 티타늄 판의 스택(301)은 850°C 초과 및 티타늄의 용융점 미만의 온도로 가열(112)된다. 설명한 바와 같이, 이때 용융점 강하 호일(208)은 티타늄 판(201)의 티타늄에 대한 용융점 강하제로서 작용하여 티타늄 판(201)의 표면층(214)을 용융시킨다. 그 후, 용융된 티타늄은 인접한 티타늄 판들(201, 401) 사이의 접촉점(240)으로 흐른다. 그 후, 용융된 티타늄은 응고(냉각)(114)되어, 인접한 티타늄 판들(201, 401) 사이의 접촉점(240)에 접합부(241)가 형성된다. 이에 따라, 스택(301) 중의 열 전달 판들은 효과적으로 접합된다. 이 방법에 따라 판형 열 교환기를 제조하는 것의 또 다른 이점은, 판의 티타늄이, 특히 티타늄의 양 면이 용융점 강하 호일로 피복될 때, 용융점 강하 호일에 의해 주위 대기와의 화학적 반응으로부터 보호된다는 것이다.
- [0030] 가열(112) 및 냉각(114) 단계를 수행하기 위한 시간 및 온도는 용융점 강하 호일의 형상 및 두께에 의존할 수 있다. 티타늄 코어가 0.45 mm 두께이고, 각 용융점 강하 호일은 3 μm 두께의 구리 호일, 6 μm 두께의 니켈 호일 및 3 μm 두께의 구리 호일을 포함하는 판에 대하여, 가열(112) 및 냉각(114)은 이하의 예시 사이클에 따라 수행될 수 있다. 이 예에서 니켈 (Ni) 호일은 두 개의 구리 (Cu) 호일 사이에 위치하고, 티타늄 (Ti)의 양 면은 용융점 강하 호일로 피복되어 있다. 따라서, 이 예는 소위 Cu-Ni-Cu-Ti-Cu-Ni-Cu 판 구성이다. 사이클을 수행할 때, 종래의 브레이징 오븐이 사용되었다. 다른 판 구성 즉, 용융점 강하 호일을 형성하는 Cu, Ni 및/또는 Zr 호일의 조합이 추가로 기술되는 바와 같이 그리고 이전에 설명된 바와 같이 사용될 수 있다(도 5는 Cu-Ni-Ti-Ni-Cu 판 구성을 나타낸다).
- [0031] 이 사이클은 20개의 판을 갖는 스택(301)을 30분에 걸쳐 22°C에서 550°C까지 가열하는 단계, 온도를 20분 동안 550°C로 유지시키는 단계, 스택을 아르곤 가스로 10분 동안 550°C에서 플러싱(flushing)하는 단계 및 그 후 진공 상태에서 다음 단계를 수행하기 위해 아르곤 가스를 배출시키는 단계를 포함하였다. 다음 단계는 온도를 20분에 걸쳐 900°C로 높이는 단계, 온도를 30분 동안 900°C로 유지시키는 단계, 온도를 5분에 걸쳐 1025°C로 올리는 단계, 온도를 30분 동안 1025°C로 유지시키는 단계, 온도를 30분에 걸쳐 900°C로 낮추는 단계, 및 온도를 30분 동안 900°C로 유지하는 단계를 포함한다. 그 후, 진공을 해제하고, 오븐을 차단하고 스택(301)을 22°C (주변 온도)의 온도에 도달할 때까지 오븐 내에서 냉각시켰다.
- [0032] 획득된 스택(301)은 스택(301)의 열 전달 판들 사이의 모든 접촉점에서 완전히 밀봉되었다.
- [0033] 티타늄 판의 스택(301)을 브레이징하기 위해 다른 사이클이 사용될 수 있으며, 통상적인 티타늄 브레이징 사이클이 사용될 것으로 추정된다.
- [0034] 설명된 예는 Cu-Ni-Cu-Ti-Cu-Ni-Cu 판 구성에 대해 수행되었다. "Cu"는 구리 호일을 나타내고, "Ni"는 니켈 호일을 나타내고, "Zr"은 지르코늄 호일을 나타내며, "Ti"는 티타늄 판을 나타내는, 호일의 순서를 나타내는 다음을 포함하는 다른 구성이 사용될 수 있다: Ni-Cu-Ti-Cu-Ni, Cu-Ni-Ti-Ni-Cu, Zr-Ni-Ti-Ni-Zr, Zr-Ni-Cu-Ti-Cu-Ni-Zr, Ni-Ti-Ni, Cu-Ti-Cu, Ni-Ti-Cu, Cu-Ti-Ni. 다른 조합이 가능하며, 예를 들어 Zr이 실시예의 하나 이상에 대해 부분적으로 또는 전체적으로 Cu를 대체할 수 있다. Ni, Cu 및 Zr의 더 많은 층이 또한 사용될 수 있으며, 그 순서는 변경될 수 있다.
- [0035] 진술한 판형 열 교환기는 제조 방법이 사용될 수 있는 판형 열 교환기 유형의 일례일 뿐이다. 다른 유형의 판 패턴, 다른 개수의 판 포트 개구부 등을 갖는 유형을 포함하는 임의의 다른 적절한 판형 열 교환기 유형이 상기 방법에 따라 제조될 수 있다. 이 제조 방법은 또한 티타늄으로 제조된 다른 부품을 접합하는데 사용될 수 있는데, 접합부는 용융점 강하 호일의 사용에 의해 용융된 티타늄에 의해 부품들 사이에 형성된다.
- [0036] 진술한 설명으로부터, 본 발명의 다양한 실시예가 설명되고 도시되었지만, 본 발명은 여기에 제한되지 않고, 다음의 청구범위에서 정의된 내용의 범위 내에서 다른 방식으로 실시될 수도 있다.

도면

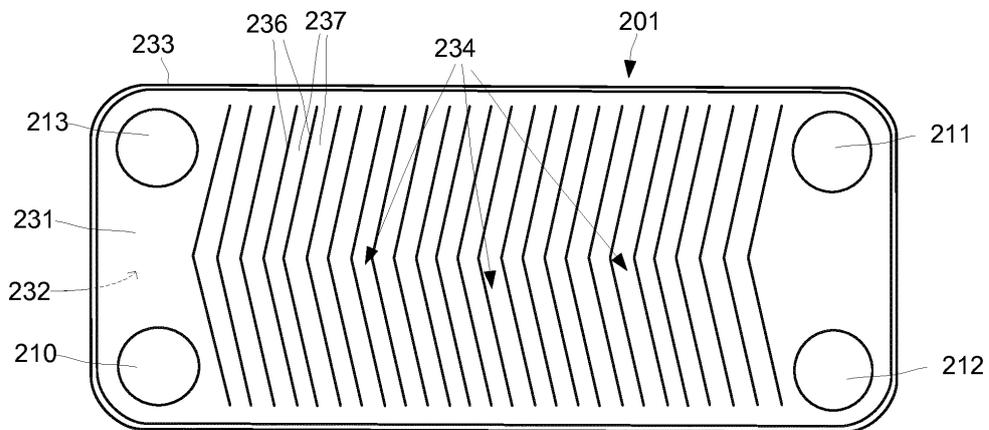
도면1



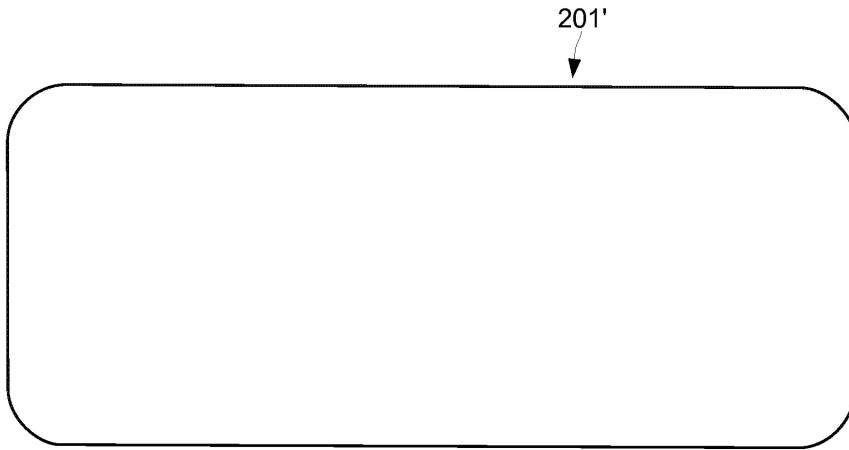
도면2



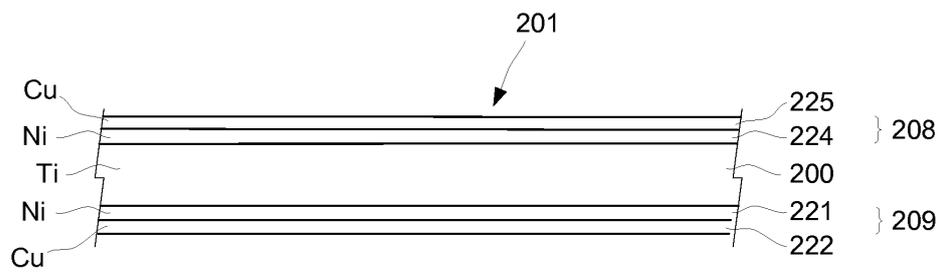
도면3



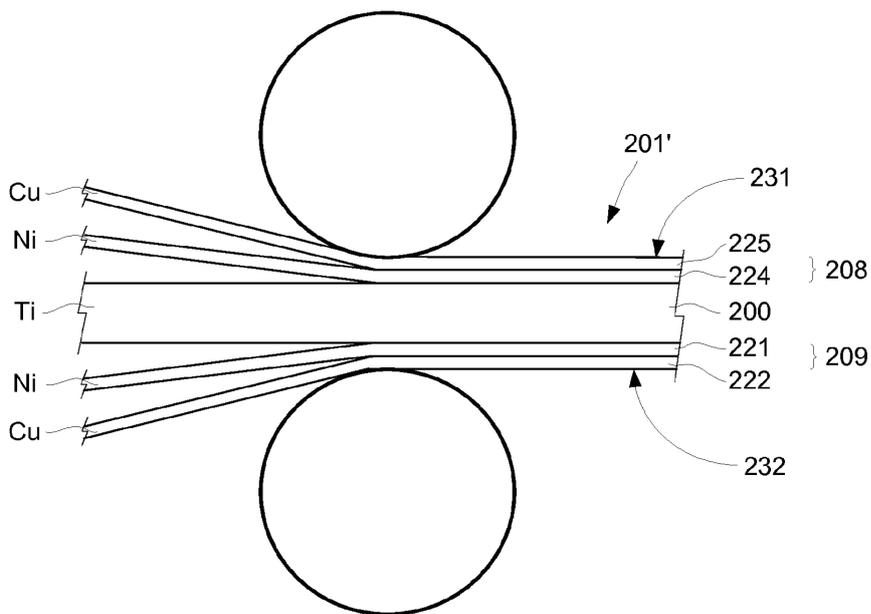
도면4



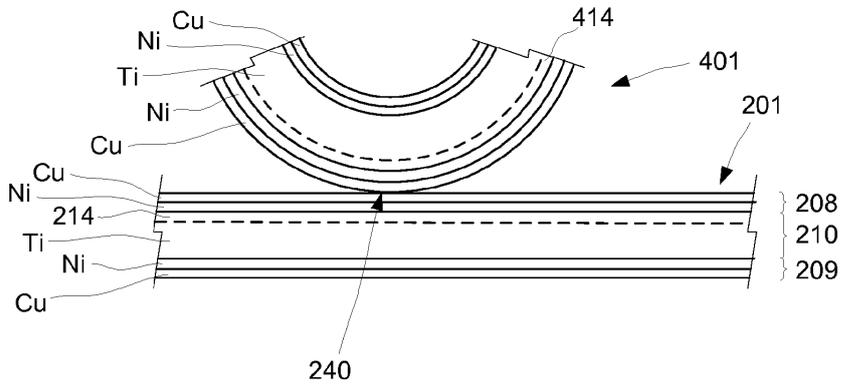
도면5



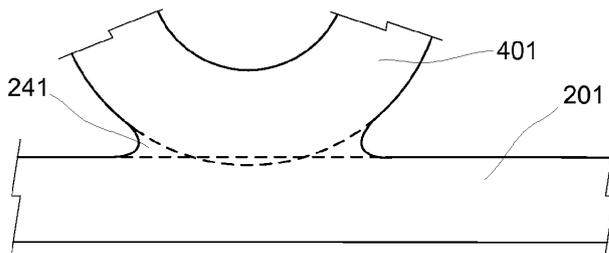
도면6



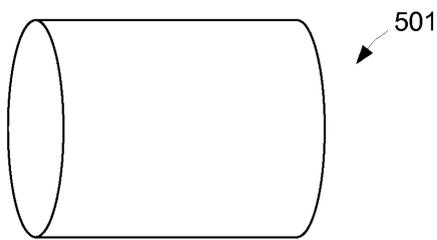
도면7



도면8



도면9



도면10

