



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2013년09월26일  
 (11) 등록번호 10-1311580  
 (24) 등록일자 2013년09월16일

- |   |   |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/> <i>B22D 11/00</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2011-7025487</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2010년03월24일<br/>             심사청구일자 2011년10월27일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2011년10월27일</p> <p>(65) 공개번호 10-2011-0131317</p> <p>(43) 공개일자 2011년12월06일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2010/028493</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2010/111384<br/>             국제공개일자 2010년09월30일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>             61/164,008 2009년03월27일 미국(US)</p> <p>(56) 선행기술조사문헌<br/>             FR2691655 A1*<br/>             *는 심사관에 의하여 인용된 문헌</p> | <p>(73) 특허권자<br/> <b>티타늄 메탈스 코포레이션</b><br/>             미국, 텍사스 75240, 달라스, 쓰리 링컨 센터, 스위트 1700, 엘비제이 프리웨이 5430</p> <p>(72) 발명자<br/> <b>블랙번, 앨런</b><br/>             미국, 펜실베이니아 19606, 레딩, 알리산 로드 4729<br/> <b>로스, 리처드</b><br/>             미국, 펜실베이니아 19508, 버즈버러, 스톤타운 로드 386<br/> <i>(뒷면에 계속)</i></p> <p>(74) 대리인<br/> <b>맹선호</b></p> |
|---|---|

전체 청구항 수 : 총 17 항

심사관 : 이정엽

(54) 발명의 명칭 **중공 주괴의 반연속 주조 방법 및 장치**

**(57) 요약**

중공 주괴의 반연속 주조 방법 및 관련 장치가 설명되어 있다.

일 실시예에서, 금속 중공 주괴의 반연속 주조 방법이 제공된다.

상기 방법은 냉각 매체를 위한 고리 형상 공간을 형성하도록 배치된 내측 파이프 및 외측 파이프를 갖는 주형 중심과 외측 주형으로 이루어진 주형을 준비하고, 냉각 매체를 상기 고리 형상 공간 내부에 순환시키고, 원재료를 상기 주형에 넣고, 용융 재료를 만들기 위하여 원재료를 가열하며, 상기 주형 중심을 상기 외측 주형에 대해 점진적으로 아래로 이동시키고, 중공 주괴를 형성하기 위해 상기 용융재료를 응고시키는 것을 포함한다.

중공 주괴의 반연속 주조 장치에 관한 실시예들과 중공 주괴의 반연속 주조로부터의 결과적인 생산물 또한 설명되어 있다.

(72) 발명자

**퍼스, 앤드루**

미국, 펜실베이니아 19335, 다운잉턴, 홀리 드라이브 118

**메이, 데이비드**

미국, 펜실베이니아 19551, 로베소니아, 블로섬 드라이브 24

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

냉각 매체를 위한 고리 형상 공간을 형성하도록 배치된 내측 파이프 및 외측 파이프를 갖는 주형 중심과; 외측 주형; 사이에 형성된 주형 구멍을 갖는 주형을 준비하고;

냉각 매체를 상기 고리 형상 공간 내에서 순환시키고;

원재료를 상기 주형 구멍 안에 넣고;

용융 재료를 만들기 위하여 원재료를 가열하며;

상기 주형 중심을 상기 외측 주형에 대해 점진적으로 아래로 이동시키고;

중공 주괴를 형성하기 위해 상기 용융재료를 응고시키는 것으로 구성되는 것을 특징으로 하는 중공 주괴의 반연속 주조 방법.

### 청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 주형 중심은 당김장치를 사용하여 점진적으로 아래로 이동되는 것을 특징으로 하는 중공 주괴의 반연속 주조 방법.

### 청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 냉각 매체는 상기 주형의 베이스에서 공급되며, 상기 내측 파이프를 통해 흘러 올라가고 상기 고리 형상 공간을 통해 흘러 내려가는 것을 특징으로 하는 중공 주괴의 반연속 주조 방법.

### 청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 냉각 매체는 물 또는 나트륨-칼륨 공정(sodium-potassium eutectic)인 것을 특징으로 하는 중공 주괴의 반연속 주조 방법.

### 청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 주형 중심은 당김장치를 사용하여 위치 잠금 되는 것을 특징으로 하는 중공 주괴의 반연속 주조 방법.

### 청구항 6

제 1항에 있어서, 상기 원재료는 하나 또는 그 이상의 전자빔 총, 일렉트로슬래그 재용융, 플라즈마 아크 공정, 또는 하나 또는 그 이상의 플라즈마 토치에 의해 가열되는 것을 특징으로 하는 중공 주괴의 반연속 주조 방법.

### 청구항 7

제 1항에 있어서, 상기 외측 파이프는 주조 후 이후 공정까지 상기 주괴와 함께 남는 것을 특징으로 하는 중공 주괴의 반연속 주조 방법.

### 청구항 8

제 1항에 있어서, 상기 원재료는 티타늄, 지르코늄, 니오븀, 탄탈륨, 하프늄, 니켈, 그리고 그 합금으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 중공 주괴의 반연속 주조 방법.

**청구항 9**

제 1항에 있어서, 상기 외측 파이프는 스틸, 구리, 그리고 세라믹으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 중공 주괴의 반연속 주조 방법.

**청구항 10**

제 1항에 있어서, 상기 원재료는 상기 주형의 상부에서 상기 주형 구멍 안으로 공급되는 것을 특징으로 하는 중공 주괴의 반연속 주조 방법.

**청구항 11**

제 1항에 있어서, 주조하는 동안 상기 주형 중심의 측방향 이동을 방지하기 위하여 상기 주형 중심을 잡아주는 리시버를 제공하는 것이 추가 구성되는 것을 특징으로 하는 중공 주괴의 반연속 주조 방법.

**청구항 12**

냉각 매체를 위한 고리 형상 공간을 형성하기 위해 배치된 내측 파이프 및 외측 파이프를 갖는 주형 중심과;  
 상기 주형 중심과의 사이에 주형 구멍을 제공하기 위해 마련되는 외측 주형과;  
 상기 주형 구멍의 상부 표면 영역을 가열하기 위해 마련되는 가열 장치와;  
 상기 주형 중심을 상기 외측 주형에 대해 아래로 이동시키기 위한 당김장치로 구성되는 것을 특징으로 하는 중공 주괴의 반연속 주조 장치.

**청구항 13**

제 12항에 있어서, 상기 외측 파이프는 소모품이며, 이후 공정까지 상기 주괴와 함께 남는 것을 특징으로 하는 중공 주괴의 반연속 주조 장치.

**청구항 14**

제 12항 또는 제 13항에 있어서, 상기 당김장치는 상기 주형 중심을 받아들이기 위하여 배치된 구멍으로 구성되는 것을 특징으로 하는 중공 주괴의 반연속 주조 장치.

**청구항 15**

제 12항에 있어서, 상기 당김장치는 상기 주형 중심을 위치 잠금 하는 것을 특징으로 하는 중공 주괴의 반연속 주조 장치.

**청구항 16**

제 12항에 있어서, 상기 가열 장치는 하나 또는 그 이상의 전자빔 총, 일렉트로슬래그 재용융 장치, 플라즈마 아크 장치, 또는 하나 또는 그 이상의 플라즈마 토치로 이루어지는 것을 특징으로 하는 중공 주괴의 반연속 주조 방법.

조 장치.

**청구항 17**

제 12항에 있어서, 상기 주형 중심 위에 위치하며, 주조하는 동안 상기 주형 중심의 측방향 이동을 방지하기 위해 배치되는 리시버가 추가 구성되는 것을 특징으로 하는 중공 주괴의 반연속 주조 장치.

**청구항 18**

삭제

**청구항 19**

삭제

**청구항 20**

삭제

**명세서**

**기술분야**

- [0001] 본 출원은 2009년3월27일 출원된 미국 특허출원 제61/164,008호를 우선권 주장하며, 이 전부는 본 명세서에서 충분히 언급한 것과 같이 참고문헌을 포함한다.
- [0002] 본 발명은 일반적으로 큰 직경의 케이싱 또는 파이프의 생산에 사용되기 위한 것 같은 중공 주괴의 주조에 관한 것이다.
- [0003] 더욱 특별하게는, 개시된 발명은 금속 중공 주괴의 반연속 주조 방법 및 장치와 이로부터의 결과 생산물에 관한 것이다.

**배경기술**

- [0004] 전통적으로, 큰 직경의 케이싱이나 파이프, 또는 압연 링의 생산은 일반적으로 큰 직경 주괴의 초기 제조를 필요로 하고, 작은 직경의 빌릿(billet)을 생산하기 위하여 단조가 뒤따르게 된다.
- [0005] 이후, 상기 빌릿은 관형(tubular) 예비 성형품을 만들기 위하여 구멍이 뚫리고, 상기 관형 예비 성형품은 케이싱이나 파이프, 또는 압연 링을 형성하기 위하여 압출된다.
- [0006] 그러나, 만약 상기 관형 예비 성형품을 직접 주조하는 것이 가능했다면, 상당한 후속 공정 시간과 비용을 방지할 수 있었다.
- [0007] 고품질이며 큰 직경의 중공 주괴를 주조하기 위한 몇몇 시도들이 수행되었다.
- [0008] 한 방법은 수냉 고정 심축(mandrel)을 용융조(molten pool) 내에 집어넣는 것을 포함한다.
- [0009] 일단 상당한 양의 용융 금속이 상기 심축의 표면상에서 굳게되면, 상기 심축을 상기 용융조로부터 빼낸다.
- [0010] 상기 응고된 주괴가 상기 심축으로부터 제거된 후, 상기 심축 자체는 상기 용융조 안으로 다시 들어 보내지며, 상기 공정이 반복된다.
- [0011] 다른 시도는 예를 들어, Aso 외의 미국 특허 제4,287,124호(이하 "Aso"라 한다)에 설명되어 있듯이, 그 안에서 고리 형상 공간을 형성하기 위하여 도가니에 의해 압축되는 고정 코어로 이루어진 주형 내에서 용융 금속 주조를 포함하며, 상기 용융 금속은 응고를 위하여 부어지고 받아들여질 수 있다.
- [0012] 몇몇 실시예에서, Aso에서의 상기 코어 내부가 강제 유도에 의해 냉각되며, 이에 따라, 상기 주조 중공 주괴의 내벽에 대한 냉각 속도 제어를 제공하게 된다.

- [0013] 또 다른 시도는 주조 용기에 용융 금속의 고정된 양을 추가하는 것을 포함한다.
- [0014] 이후, 상기 용기는 회전되고, 원심력이 상기 금속을 상기 용기의 외벽에 작용시킨다.
- [0015] 상기 금속의 응고에 따라, 소망하는 금속의 층이 상기 용기의 벽에 형성되고, 이에 따라 중공 주피를 생산한다.
- [0016] 또 다른 시도에서, Henders의 미국 특허 제4,456,054호에 보다 상세히 설명되어 있듯이, 수평한 형태로 연속적인 주조를 가능하게 하도록 고정 외측 주형과 고정 심축에 의해 형성된 고리 형상 공간 안으로 용융 금속이 안내된다.
- [0017] 그러나, 앞서 언급했던 모든 시도는, 이에 국한되지는 않지만, 중심이 맞지 않는 내부 구멍의 생산, 내측 주형 표면에서의 빈번한 벗어남, 불균일한 치수, 긴 냉각 시간, 그리고 느린 주조 속도를 포함하는 몇몇 문제점을 경험했다.
- [0018] 따라서, 중공 주피를 생산하기 위하여 보다 비용 효과적이고, 상업적인 제조 공정으로 사용되기 위해 상당히 조절 가능하고 반복 가능한 기술에 대한 해당 분야에서의 요구가 존재한다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

- [0019] 상술한 문제점, 필요성, 그리고 목적의 관점에서, 본 발명은 중공 주피의 반연속 주조에 대한 기술을 제공한다.

#### 과제의 해결 수단

- [0020] 일 실시예에서, 금속 중공 주피의 반연속 주조 방법이 제공된다.
- [0021] 상기 방법은, 냉각 매체를 위한 고리 형상 공간을 형성하도록 배치된 내측 파이프와 외측 파이프를 갖는 주형 중심과 외측 주형으로 이루어진 주형을 준비하고, 상기 고리 형상 공간 내부에 냉각 매체를 순환시키고, 원재료를 상기 주형 중심과 외측 주형 사이에 형성된 주형 구멍 안에 넣고, 원재료를 용융 시키고, 상기 주형 중심을 상기 외측 주형에 대해 점진적으로 아래로 이동시키고, 금속 중공 주피를 형성하도록 상기 원재료를 응고시키는 것을 포함한다.
- [0022] 몇몇 실시예에서, 상기 주형 중심은 당김장치(puller)를 사용하여 점진적으로 아래로 이동된다.
- [0023] 더욱이, 상기 냉각 매체는 상기 주형의 기초(base)로 대부분 공급될 수 있으며, 상기 냉각 매체는 상기 내측 파이프를 통해 흘러 올라갈 수 있고 상기 고리 형상 공간을 통해 흘러 내려갈 수 있다.
- [0024] 상기 냉각 매체는 물이 될 수 있으나, 이에 국한되지 않는다.
- [0025] 상기 주형 중심은 당김장치를 사용하여 위치 잠금 될 수 있다.
- [0026] 몇몇 실시예에서, 상기 원재료는 하나 또는 그 이상의 전자빔 총을 사용하여 용융 된다.
- [0027] 대체 실시예에서, 상기 원재료는 일렉트로슬래그 재용융, 플라즈마 아크 용융을 사용하거나, 또는 플라즈마 토치의 사용에 의해 용융 될 수 있다.
- [0028] 상기 원재료는 이에 국한되지는 않지만, 티타늄, 지르코늄, 니오븀, 탄탈륨, 하프늄, 니켈, 그리고 그 합금을 포함하는 금속 재료가 바람직하다.
- [0029] 상기 원재료는 상기 주형의 상부로 대부분 공급될 수 있다.
- [0030] 대체 실시예에서, 상기 외측 파이프는 스틸, 구리, 그리고 세라믹 재료로 구성될 수 있다.
- [0031] 상기 외측 파이프는 주조 후 이후 공정까지 상기 주피와 함께 남을 수 있다.
- [0032] 상기 방법은 주조하는 동안 상기 주형 중심의 측방향 이동을 방지하기 위하여 상기 주형 중심을 잡아주는 리시버를 제공하는 것을 추가로 포함할 수 있다.
- [0033] 다른 실시예에서, 중공 주피의 반연속 주조 장치가 제공된다.

- [0034] 상기 장치는 냉각 매체를 위한 고리 형상 공간을 형성하기 위해 배치된 내측 파이프와 외측 파이프를 갖는 주형 중심과, 외측 주형과, 그리고 상기 주형 중심을 아래로 이동시키기 위한 당김장치를 포함한다.
- [0035] 몇몇 실시예에서, 상기 외측 파이프는 소모품이고, 이후 공정까지 상기 주조용 중공 주괴와 함께 남을 수 있다.
- [0036] 상기 당김장치는 상기 주형 중심을 받아들이기 위해 배치된 구멍을 가질 수 있다.
- [0037] 상기 당김장치는 상기 주형 중심을 위치 잠금 할 수 있다.
- [0038] 상기 장치는 하나 또는 그 이상의 전자빔 총, 일렉트로슬래그 재용융 장치, 플라즈마 아크 장치, 또는 하나 또는 그 이상의 플라즈마 토치를 더 포함할 수 있다.
- [0039] 상기 장치는, 상기 주형 중심 위에 위치하며, 주조하는 동안 상기 주형 중심의 측방향 이동을 방지하기 위해 배치되는 리시버를 더 포함할 수 있다.
- [0040] 또 다른 실시예에서, 본원 발명은 금속 중공 주괴 생산물을 제공한다.
- [0041] 상기 금속 중공 주괴 생산물은, 금속 중공 주괴와, 상기 금속 중공 주괴의 내측 표면에서 상기 금속 중공 주괴에 밀접하게 연결(intimately connect)된 파이프로 구성된다.
- [0042] 상기 금속 중공 주괴는 티타늄, 지르코늄, 니오븀, 탄탈륨, 하프늄, 니켈, 그리고 그 합금과 같은 금속 재료일 수 있다.
- [0043] 상기 파이프는 스틸, 구리, 그리고 세라믹일 수 있으나, 이에 국한되지는 않는다.

**발명의 효과**

- [0044] 여기에 개시된 내용의 구성 부분과 포함된 첨부 도면은 개시된 발명의 모범적인 실시예를 나타내며, 개시된 발명의 원리를 설명하기 위해 제공된다.

**도면의 간단한 설명**

- [0045] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 중공 주괴의 반연속 주조 방법을 도시하는 흐름도,
- 도 2a는 본 발명의 실시예에 따른 주형 중심의 외측 파이프의 측면도,
- 도 2b는 본 발명의 실시예에 따른 도 2a에 도시된 외측 파이프의 D-D선의 단면도,
- 도 2c는 본 발명의 실시예에 따른 도 2a에 도시한 외측 파이프의 C-C선의 단면도,
- 도 3a는 본 발명의 실시예에 따른 주형 중심의 내측 파이프의 측면도,
- 도 3b는 본 발명의 실시예에 따른 도 3a에 도시한 내측 파이프의 E부분의 확대도,
- 도 4a는 본 발명의 실시예에 따른 주형 중심의 외측 파이프 내에 삽입된 내측 파이프의 측면도,
- 도 4b는 본 발명의 실시예에 따른 도 4a에 도시한 외측 파이프 내에 삽입된 내측 파이프의 A-A선의 단면도,
- 도 5a는 본 발명의 실시예에 따른 주형 중심의 외측 파이프 내에 잠겨진 내측 파이프의 측면도,
- 도 5b는 본 발명의 실시예에 따른 외측 파이프 내에 잠겨진 내측 파이프를 도시하는 도 5a의 B-B선의 단면도,
- 도 6a는 본 발명의 실시예에 따른 플레이트의 평면도,
- 도 6b는 본 발명의 실시예에 따른 도 6a에 도시한 플레이트의 사시도,
- 도 6c는 본 발명의 실시예에 따른 도 6a에 도시한 플레이트의 측면도,
- 도 6d는 본 발명의 실시예에 따른 도 6c에 도시한 플레이트의 F-F선의 단면도,
- 도 7a는 본 발명의 실시예에 따른 당김장치의 평면도,
- 도 7b는 본 발명의 실시예에 따른 도 7a에 도시한 당김장치의 사시도,

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 노의 측단면도,

도 9a는 15, 10, 그리고 5ft의 주괴 길이  $L_{ingot}$ 에 대한 2,000lb/h의 주조 속도  $R_{cast}$ 에서의 중공 주괴의 단면적  $A_{x-sect}$ 의 함수에 따른 길이 수정 인자  $k_b$ 의 값을 나타내는 선도,

도 9b는 15, 10, 그리고 5ft의 주괴 길이  $L_{ingot}$ 에 대한 1,500lb/h의 주조 속도  $R_{cast}$ 에서의 중공 주괴의 단면적  $A_{x-sect}$ 의 함수에 따른 길이 수정 인자  $k_b$ 의 값을 나타내는 선도,

도 9c는 15, 10, 그리고 5ft의 주괴 길이  $L_{ingot}$ 에 대한 1,000lb/h의 주조 속도  $R_{cast}$ 에서의 중공 주괴의 단면적  $A_{x-sect}$ 의 함수에 따른 길이 수정 인자  $k_b$ 의 값을 나타내는 선도.

달리 언급하지 않는 한 도면을 통하여, 도시된 실시예의 특징, 요소, 구성 또는 부분 등을 나타내는데 동일 도면부호와 문자가 사용된다.

더욱이, 개시된 발명은 이제 상기 도면에 대한 도면부호와 함께 상세하게 설명될 것이지만, 이는 단지 도시된 실시예와 관련된 것이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0046] 본 발명은 중공 주괴의 반연속 주조 장치 및 방법을 제공하며, 이는 주조 속도를 증가시키고 후속 공정을 위한 비용과 시간을 저감시킨다.
- [0047] 개시된 장치 및 방법은, 개시된 발명에 따라 생산된 중공 주괴가 균일한 치수와 소망하는 표면 품질을 얻을 수 있는 것과 같은 결과의 반복성을 허용하게 한다.
- [0048] 도 1은 개시된 본 발명에 따른 중공 주괴의 반연속 주조에 대한 모범적인 방법을 도시한다.
- [0049] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 공정은 주형을 준비하는 단계(110)로부터 시작된다.
- [0050] 상기 주형은 그 사이에 형성된 주형 구멍이 있는 주형 중심과 외측 주형을 갖는다.
- [0051] 상기 주형 중심은 냉각 매체를 위한 고리 형상 공간을 형성하기 위하여 배치된 내측 파이프와 외측 파이프로 이루어진다.
- [0052] 도해의 목적을 위해, 상기 주형 중심의 상기 외측 파이프(200)의 모범적인 실시예가 도 2a-c에 도시되어 있다.
- [0053] 도 2a에 도시한 바와 같이, 상기 외측 파이프(200)는 외측 파이프 몸체(210)를 포함하며, 이 외측 파이프 몸체는 결과적인 중공 주괴의 소망하는 내경을 얻기 위한 어느 적절한 크기로 될 수 있다.
- [0054] 예를 들어, 상기 파이프는 직경이 약 2에서 14인치 사이가 될 수 있다.
- [0055] 상기 외측 파이프(200)는 어느 적합한 재료로 만들어 질 수 있으며, 알맞은 냉각을 가정하여, 이 재료는 상기 용융 재료와 관련된 가혹한 조건과 고온을 견뎌낼 수 있는 것이다.
- [0056] 더욱이 더 중요하게는, 상기 주형 중심에 대한 반경방향 압력이 약 1에서 2ksi가 될 수 있으므로, 상기 외측 파이프(200)는 수축하는 용융 금속 재료의 압력을 견뎌낼 수 있어야만 한다.
- [0057] 따라서, 상기 주형 중심에 사용되는 재료는 30ksi의 최소 인장 항복 강도, 48ksi의 최소 인장 파괴 강도, 그리고 25BTU/hr-ft-°F의 최소 열전도율을 가지는 것이 바람직하다.
- [0058] 상기 재료는 또한 비교적 용이한 기계가공성이 있어야 한다.
- [0059] 바람직하게, 상기 외측 파이프는 스틸, 구리, 기타 금속, 세라믹, 또는 어느 다른 적합한 재료이어야 한다.
- [0060] 추가적으로, 세라믹 코팅된 금속 재료가 사용될 수 있다.
- [0061] 모범적인 코팅은 지르코니아(zirconia), 실리카(silica), 이트륨 옥사이드(yttrium oxide), 그리고 다른 적합한 세라믹 재료를 포함한다.
- [0062] 바람직한 실시예에서, 상기 외측 파이프는 소모품이며, 이후 공정을 위한 결과적인 중공 주괴와 함께 남을 것이다.
- [0063] 따라서, 상기 외측 파이프는 저렴하고 쉽게 이용할 수 있는 재료로 만들어질 것이며, 그럼에도 불구하고 이 재

료는 수축하는 용융 재료의 압력을 견딜 수 있다.

- [0064] 적합한 재료의 예는 규격표 80 스틸 파이프와 같이 튼튼한 파이프이다.
- [0065] 도 2a에 도시한 바와 같이, 플레이트(220)는 상기 외측 파이프 몸체(210)의 하부 부분에 용접될 수 있다.
- [0066] 상기 플레이트(220)로부터 아래로의 연장은 도 2a에 도시한 바와 같이 사각 튜브(230)가 될 수 있다.
- [0067] 도 2b는 도 2a의 D-D선의 단면도이고, 반면에 도 2c는 도 2a의 C-C선의 단면도이다.
- [0068] 도 2c에서 볼 수 있듯이, 상기 플레이트(220)는 내측 파이프(300)를 받아들이기 위한 원형 개구(240)를 포함한다.
- [0069] 도해의 목적을 위하여, 이에 국한되지는 않지만, 상기 내측 파이프(300)의 모범적인 실시예가 도 3a 및 도 3b에 나타나 있다.
- [0070] 냉각 매체의 순환을 위해 상기 내측 파이프(300)와 상기 외측 파이프(200)(도 2 참조) 사이에 적절한 고리 형상 공간을 형성하도록, 도 3a에 도시된 상기 내측 파이프 몸체(310)는 크기 조절된다.
- [0071] 예를 들어, 만약 상기 외측 파이프(200)가 약 10인치의 직경이라면, 상기 내측 파이프(300)는 약 6인치의 직경이 바람직하다.
- [0072] 상기 내측 파이프(300)는 어느 적절한 재료로 만들어질 수 있다.
- [0073] 예를 들어, 상기 내측 파이프(300)는 스틸, 구리, 기타 금속, 세라믹, 또는 다른 적합한 재료로 만들어질 수 있다.
- [0074] 상기 외측 파이프(200)(도 2 참조)가 소모품인 모범적인 실시예에서, 상기 중공 주괴의 생산 후, 상기 내측 파이프(300)는 상기 외측 파이프(200)로부터 제거될 수 있는 것이 바람직하며, 이에 따라 재사용 될 수 있다.
- [0075] 그렇다하여, 상기 내측 파이프(300)가 저렴하고 쉽게 이용 가능한 재료로 제한되지 않는다.
- [0076] 바람직한 실시예에서, 상기 내측 파이프(300)는 규격표 40 스틸 파이프이다.
- [0077] 도 3a에 추가로 도시한 바와 같이, 모범적인 실시예에서, 1/2인치 지그(jig)와 같은 지그(320)가 상기 내측 파이프 몸체(310)의 상부에 붙여진다.
- [0078] 상기 지그(320)의 붙임은 상기 냉각 매체의 순환을 가능하게 하기 위한 순환수단(330)이다.
- [0079] 상기 순환수단(330)의 확대가 도 3b에 제공된다.
- [0080] 상기 순환수단(330)은 예를 들어, 구멍 또는 통로와 같은 어느 적절한 배치가 될 수 있다.
- [0081] 그러나, 상기 순환수단(330)을 통해 제한 없이 상기 냉각 매체의 충분한 유동물을 제공하기에 충분한 단면적을 제공하기 위하여 상기 순환수단(330)이 선택될 것이다.
- [0082] 실제로, 내측 파이프(300)(도 3a 참조)는 도 4a 및 도 4b에 도시한 바와 같이 외측 파이프(200)(도 2a 참조) 안으로 삽입된다.
- [0083] 도 5a 및 도 5b에 도시한 바와 같이, 내측 파이프 몸체(310)가 외측 파이프 몸체(210) 안으로 일단 완전히 삽입되면, 도 5b에 도시한 바와 같이 상기 외측 파이프(200)(도 2a 참조)에 대해 상기 내측 파이프(300)(도 3a 참조)를 보호하기 위하여 플레이트(600)가 하부로 삽입되며, 기밀 씨일을 형성한다.
- [0084] 상기 내측 파이프 몸체(310)와 외측 파이프 몸체(210)의 배치는 고리 형상 공간(400)을 생성한다.
- [0085] 바람직한 실시예에서, 상기 당김장치 내에 상기 주형 중심을 위치시킴에 따른 간섭 문제를 피하기 위하여, 내부적인 용접이 플레이트(600)를 보호하기 위해 사용되며, 이는 아래에서 보다 상세하게 설명될 것이다.
- [0086] 도해의 목적을 위하여, 이에 국한되지 않지만, 모범적인 플레이트(600)가 도 6a~d에 나타나 있다.
- [0087] 상기 판(600)의 상부는 지지링(610)을 포함할 수 있고, 이 지지링은 내측 파이프 몸체(310)(도 3a 참조)의 하부를 받아들이기 위하여 배치되며 기밀 씨일을 형성한다.
- [0088] 도 5b에 도시한 바와 같이, 상기 내측 파이프(300)(도 3a 참조)와 상기 내측 파이프(300)와 외측 파이프(200) 사이의 상기 고리 형상 공간(400)의 안과 밖으로 상기 냉각 매체의 흐름이 가능하도록 상기 플레이트(600)에 구

명(620)이 포함될 수 있다.

- [0089] 모범적인 플레이트(600)는 사각형이지만, 다른 형상의 플레이트도 사용될 수 있다.
- [0090] 이제 도 1로 되돌아와, 상기 방법은 상기 고리 형상 공간 내에 냉각 매체를 순환시키는 단계(120)로 이어진다.
- [0091] 상기 냉각 매체 입구 및 출구는 상기 주형의 베이스에 주로 마련될 수 있다.
- [0092] 바람직한 실시예에서, 도 6a에 도시한 바와 같이 냉각 매체 관로가 구멍(620)을 통해 플레이트(600)에 붙는다.
- [0093] 바람직한 실시예에서, 예를 들어 도 5b에 도시한 바와 같이, 상기 냉각 매체는 상기 내측 파이프 몸체(310)를 통해 흘러 올라가고, 상기 순환수단(330)을 통해 흘러나오며, 그리고 이 후 상기 고리 형상 공간(400)을 통해 흘러 내려간다.
- [0094] 이러한 배치는 우수한 냉각을 하는 차가운 물이 여기에서 반월(meniscus) 형상 액조로 상기 주형의 상부에 있게 하는 것을 허용한다.
- [0095] 이러한 배치는 상기 파이프에 접촉할 수 있는 상기 액조의 표면, 그리고 어느 부수적인 전자빔, 또는 다른 가열 장치로부터 방출되어 노출된 상기 외측 파이프(200)(도 2a 참조)에 대한 추가적으로 냉각을 제공한다는 추가적인 이점 또한 가진다.
- [0096] 대체적으로, 상기 냉각 매체는 상기 고리 형상 공간(400)을 통해 흘러 올라갈 수 있고, 상기 순환수단(330)을 통해 흘러나올 수 있으며, 그리고 이 후 상기 내측 파이프 몸체(310)를 통해 흘러 내려올 수 있다(도 5b에 도시한 반대 방향).
- [0097] 이 배치는 상기 주형 중심의 상부에서 증기가 모이는 것을 방지하는 데 도움을 준다.
- [0098] 상기 냉각 매체는 상기 용융 재료를 차례로 냉각시키는 상기 외측 파이프(200)(도 2a 참조)의 적절한 냉각을 제공하기 위하여 선택되어진다.
- [0099] 모범적인 냉각 매체는 물, 나트륨-칼륨 공정(sodium-potassium eutectic), 그리고 다른 적합한 매체를 포함한다.
- [0100] 바람직한 상기 냉각 매체는 물이다.
- [0101] 냉각 매체는, 상기 용융 재료의 소망하는 냉각을 달성하고, 상기 외측 파이프와 함께 상기 전자빔의 부수적인 접촉과 관련된 어떠한 열을 소멸하기 위하여, 충분히 낮은 온도로 공급될 것이다.
- [0102] 예를 들어, 약 60°F의 공급수가 알맞은 냉각을 제공할 것이다.
- [0103] 상기 매체의 유동률은 적합한 냉각을 제공하기 위하여 선택될 것이며, 이는 사용되는 상기 냉각 매체에 의존할 것이다.
- [0104] 예를 들어, 상기 냉각 매체가 물이라면, 바람직한 유동률은 분당 약 45에서 100 갤런이다.
- [0105] 이제 도 1로 되돌아와, 상기 방법은 원재료가 상기 주형 내에 공급되는 단계(130)로 이어진다.
- [0106] 바람직한 실시예에서, 상기 원재료는 상기 주형의 상부로 대부분 공급된다.
- [0107] 공급을 위한 혼합의 준비는 상기 결과적인 중공 주괴의 소망하는 특성과 조성에 부합하도록 선택된다.
- [0108] 바람직한 실시예에서, 상기 원재료는 금속 또는 금속 합금이다.
- [0109] 상기 원재료는 예를 들어, 티타늄, 지르코늄, 니오븀, 탄탈륨, 하프늄, 니켈, 다른 반응성 금속들, 그리고 그 합금이 될 수 있다.
- [0110] 모범적인 실시예에서, 상기 원재료의 유동률은 시간당 약 100에서 3000 파운드이고, 이는 사용되는 상기 원재료의 밀도와 상기 주조 중공 주괴의 소망하는 직경에 의존할 것이다.
- [0111] 이제 도 1로 되돌아와, 상기 방법은 상기 원재료가 용융 재료를 형성하도록 가열되는 단계(140)로 이어진다.
- [0112] 모범적인 실시예에서, 상기 용융 재료는 하나 또는 그 이상의 전자빔 총(도 8에 850으로 표시됨)을 사용하여 용융 된다.
- [0113] 용융 재료가 상기 액조의 전체 표면을 가로지르는 것을 유지하는데 충분한 열이 제공될 정도로 길게 전자빔 총

(850)의 개수와 배치가 사용될 수 있다.

- [0114] 예를 들어, 상기 외측 주형의 주위에 약 90도 간격을 두고 설치된 네 개의 전자빔 총(850)은 상기 액조 표면의 충분한 범위를 제공할 수 있다.
- [0115] 사용된 적절한 전자빔 총의 전력은 상기 원재료의 유동률 및 밀도, 사용된 상기 총의 개수, 상기 총의 배치, 그리고 상기 총 제조사에 의존할 것이다.
- [0116] 예를 들어, 50~800kW의 전자빔 총 전력이 사용될 수 있다.
- [0117] 상기 주형 표면의 상기 빔 패턴은 전체 상부 표면이 액체로 남아있기에 확실하도록 조정될 것이며, 이에 따라 관형 예비 성형품의 내외경 둘 모두에 소망하는 표면을 생성한다.
- [0118] 그러나, 너무 뜨거워지면 상기 파이프와 상기 용융 재료 사이의 인터페이스에서 예를 들어, 철-티타늄 공정 (eutectic)의 형태나 상기 파이프에서 비극적인 파열을 야기할 수 있으므로, 빔 패턴 조정은 전자빔이 내측 파이프(300)(도 3a 참조)에 너무 가까워 생기는 위험에 대응하여 조율되어야만 한다.
- [0119] 대체적으로, 해당 분야에 알려졌듯이 일렉트로슬래그 재용융 공정이 상기 원 금속 재료를 용융 하는데 사용될 수 있다.
- [0120] 이제 도 1로 되돌아와, 상기 방법은 상기 주형 중심이 상기 외측 주형에 대해 점진적으로 아래로 이동하는 단계 (150)로 이어진다.
- [0121] 바람직한 실시예에서, 상기 주형 중심은 대부분 같은 속도로 아래로 이동하며, 이때 상기 액조의 위치가 대략 같은 곳에 머무르도록 상기 원재료가 더해진다.
- [0122] 도해의 목적을 위하여, 이에 국한되지 않지만, 도 7a와 도 7b에 도시한 바와 같이, 당김장치(840)가 제공된다.
- [0123] 상기 당김장치(840)는 상기 주형 중심을 상기 주형을 통하여 아래(도 8에 도시한 바와 같이)로 이동시키는데 사용될 수 있다.
- [0124] 모범적인 실시예에서, 장치는 당김장치를 아래로 당기는데 사용된다.
- [0125] 예를 들어, 제한 없이, 상기 장치는 접히는 유압 실린더일 수 있다.
- [0126] 추가적으로, 상기 당김장치(840)는 상기 주형 중심을 위치 잠금 시키는데 사용될 수 있다.
- [0127] 실제로, 상기 외측 파이프 몸체(210)의 하부에 부착된 사각 튜브(230)(도 2a~b 참조)는 상기 당김장치(840) 중심의 구멍(730) 안에 위치한다.
- [0128] 상기 당김장치의 두 부분인 제1부분(710)과 제2부분(720)은 도 7b에 도시한 상기 당김장치(840)에 마련된 볼트 구멍(740) 안의 볼트를 사용하여 사각 튜브(230) 주변에 하나로 단단히 고정된다.
- [0129] 추가적으로, 상기 당김장치(840)는 상기 당김장치(840) 자체적으로 내부적인 냉각을 하기 위한 물 통로(750)를 포함할 수 있다.
- [0130] 모범적인 일 실시예에서, 상기 당김장치(840)는 상기 냉각 매체를 상기 주형 중심에 공급하거나 상기 주형 중심으로부터 빼내기 위하여 미도시한 냉각 매체 라인을 형성하기 위하여 접지 되거나 기계 가공된다.
- [0131] 이제 도 1로 되돌아와, 상기 방법은 상기 중공 주괴를 형성하기 위한 상기 용융 재료를 응고시키는 단계(160)로 이어진다.
- [0132] 모범적인 실시예에서, 상기 용융 재료는 전형적인 노(860)를 도식적으로 나타낸 도 8과 같이 수냉 된 주형 중심 (810)과 수냉 된 외측 주형(820) 둘로부터의 냉각 결과로 응고한다.
- [0133] 사용된 노의 종류는 예를 들어, 진공로, 일렉트로슬래그 노, 또는 플라즈마 아크 노, 또는 해당 분야에서 잘 알려진 다른 종류의 노일 수 있다.
- [0134] 도 8은 그 사이의 주형 구멍(800)을 형성하기 위한 상기 외측 주형(820)에 대한 주형 중심(810)의 상태를 명확하게 보여준다.
- [0135] 상기 노에 대한 상기 주형 배치 인터페이스의 방식은 또한 해당 분야에서 잘 알려진 쉽게 얻을 수 있는 것이다.
- [0136] 몇몇 실시예에서, 주조 동안 상기 주형 중심(810)의 측방향 이동을 방지하기 위해 상기 주형 중심(810)을 잡아

주기 위한 도 8에 도시한 바와 같은 리시버(830)가 제공된다.

- [0137] 모범적인 실시예에서, 상기 리시버(830)는 상기 주조 공정 내내 상기 주형 중심(810)이 동심을 유지하도록 상기 주형 중심(810)의 상부에 붙는 세 개의 판을 포함한다.
- [0138] 리시버(830)의 사용은 중심 내부 구멍의 벗어남과 상기 중공 주괴의 항복 결과를 증대시키는 것을 방지한다.
- [0139] 상기 방법은 상기 주괴를 구성하는 재료에 의존하여 진공 또는 대기압 하에서 상기 노(860) 내에서 상기 주괴의 냉각을 더 포함할 수 있다.
- [0140] 본 발명에 따라 제공되는 결과적인 주괴는 상기 노로부터 제거한 같은 직경의 기준 주괴보다 용융 후 매우 차가워진다.
- [0141] 따라서, 개시된 본 발명의 이점 중 하나는 용융 후 상기 주괴를 냉각하는데 요구되는 시간의 엄청난 감축이다.
- [0142] 냉각 시간의 감축은 상기 주조 재료에 밀접하게 연결(intimately connect)된 주형 중심(810)의 상기 외측 파이프(200)에 덕을 본다.
- [0143] 추가로, 상기 재료는 상기 주형 중심(810)과 상기 외측 주형(820) 둘 모두로부터 냉각된다.
- [0144] 냉각 시간은 상기 중공 주괴의 소망하는 직경에 의존할 것이며, 아래의 경험식을 사용하여 보수적으로 근사값을 계산할 수 있다:
- [0145] 
$$t_{cooling} = A_{x-sect}(1/R_{cast})L_{ingot} \rho k_a k_b$$
- [0146] 여기에서  $t_{cooling}$ 은 필요한 냉각 시간(hr),  $A_{x-sect}$ 는 상기 중공 주괴의 단면적(in<sup>2</sup>),  $R_{cast}$ 는 상기 주조 속도(lb/hr),  $L_{ingot}$ 은 상기 주조 중공 주괴의 길이(in),  $\rho$ 는 상기 재료 밀도(lb/in<sup>3</sup>),  $k_a$ 는 수정 요소로 0.52이며, 그리고  $k_b$ 는 길이 수정 요소이다.
- [0147]  $k_b$ 에 대한 값은 도 9a, 9b, 그리고 9c로부터 얻을 수 있고, 이는 2,000lb/h, 1,500lb/h, 그리고 1,000lb/h의 주조 속도에서 각각 중공 주괴의 단면적  $A_{x-sect}$ 의 함수로  $k_b$ 를 도시한 것이다.
- [0148] 도 9a~c에 제공된 상, 중, 그리고 하의 곡선은 각각 15, 10, 그리고 5ft의 주괴 길이  $L_{ingot}$ 을 나타낸다.
- [0149] 다른 모범적인 실시예에서, 본원 발명은 중공 주괴의 반연속 주조 장치를 제공한다.
- [0150] 상기 장치는 냉각 매체를 위한 고리 형상 공간(400)을 형성하기 위하여 배치된 내측 파이프(300) 및 외측 파이프(200)를 갖는 주형 중심(810)(도 8 참조)과, 외측 주형(820)과, 그리고 상기 주형 중심(810)을 아래로 이동시키기 위한 당김장치(840)를 포함한다.
- [0151] 원재료를 받아들이기 위한 주형 구멍(800)은 상기 주형 중심(810)과 외측 주형(820) 사이에 마련된다.
- [0152] 내측 파이프(300)와 외측 파이프(200)는 여기에서 이전에 언급한 속성을 가질 수 있다.
- [0153] 예를 들어, 위에서 더욱 상세하게 서술한 바와 같이, 몇몇 실시예에서 상기 외측 파이프(200)는 소모품이고, 이후 공정까지 상기 주괴와 함께 남을 수 있다.
- [0154] 상기 당김장치(840)는 상기 주형 중심(810)을 받아들이기 위하여 배치된 구멍을 포함할 수 있고, 상기 당김장치(840)는 상기 주형 중심(810)을 위치 잠금 할 수 있다.
- [0155] 상기 장치는 하나 또는 그 이상의 전자빔 총(850)을 포함할 수 있다.
- [0156] 대체적인 실시예에서, 상기 원재료는 일렉트로슬래그 재용융, 플라즈마 아크 공정, 또는 플라즈마 토치를 사용하는 것에 의해 가열될 수 있다.
- [0157] 바람직한 실시예에서, 상기 원재료는 예를 들어, 도 8에 나타난 두꺼운 검은 화살표로 도시한 바와 같이, 가열되면서 상기 위치 근처의 상기 주형 구멍(800)의 상부로 더해진다.
- [0158] 상기 당김장치(840)와 전자빔 총(850)은 여기에서 이전에 언급한 특성 및/또는 배치 중 어느 것도 가질 수 있다.

- [0159] 다른 모범적인 실시예에서, 본 발명은 금속 중공 주괴 생산물을 제공한다.
- [0160] 상기 금속 중공 주괴 생산물은 금속 중공 주괴와 상기 금속 중공 주괴의 내표면에서 금속 중공 주괴와 밀접하게 연결(intimately connect)되는 파이프를 포함한다.
- [0161] 상기 중공 주괴와 파이프는 여기에서 앞서 언급한 상기 속성 중 하나를 가질 수 있다.
- [0162] 예를 들어, 상기 파이프는 스틸, 구리, 기타 금속들, 세라믹 또는 다른 적합한 재료들로 만들어질 수 있다.
- [0163] 상기 중공 주괴는 티타늄, 지르코늄, 니오븀, 탄탈륨, 하프늄, 니켈, 기타 반응성 금속, 그리고 그 합금으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 재료들로부터 제작될 수 있다.
- [0164] 바람직한 실시예에서, 상기 중공 주괴는 금속 또는 금속 재료를 사용하여 구조되며, 이에 따라 중공 금속 주괴로 된다.
- [0165] 개시된 본 발명은 다양한 갖가지 크기의 샘플을 준비하는데 적합하다.
- [0166] 도해의 목적을 위하여, 이에 국한되지 않지만, 금속 재료로 제작된 중공 주괴의 예제 크기는 아래의 표로 제공된다:

**표 1**

샘플 번호	외경(in)	내경(in)	길이(in)
1	>18	<8.5	>55
2	>23	<10.75	>65
3	>25	<13.375	>70

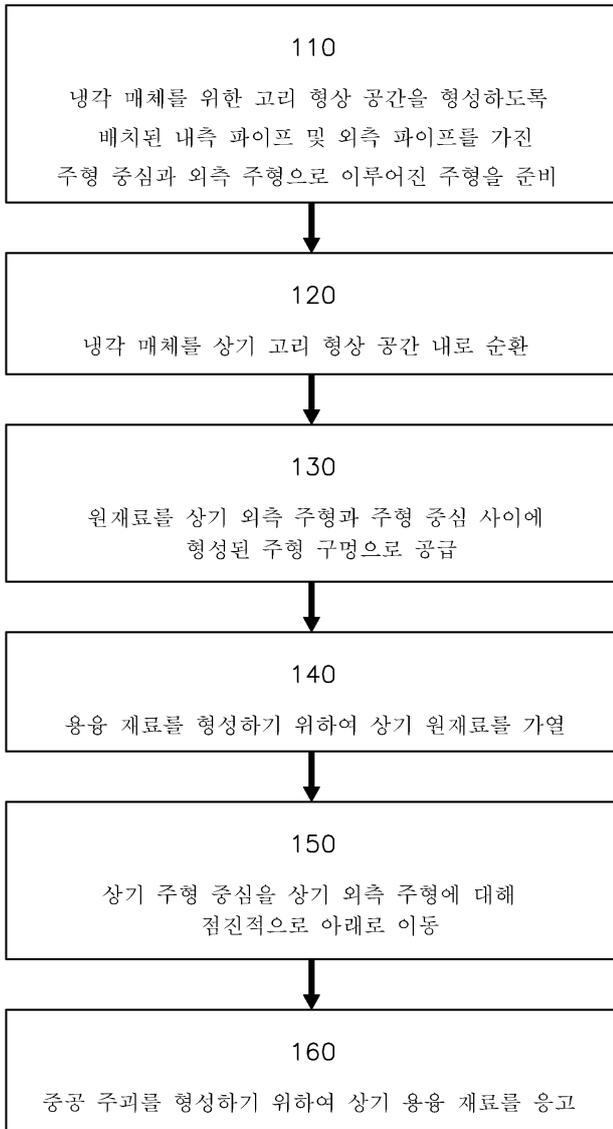
- [0168] 공정 파라미터는 원재료의 종류, 이 원재료가 공급될 때의 속도, 상기 열원을 통하여 가해지는 열의 양, 공급되는 냉각 매체로부터 중심 코어와 외측 구조 유형에 발생하는 냉각 속도로 상기 속도는 상기 중심 코어가 아래로 당겨질 때의 속도이며, 이뿐 아니라 상기 유형 자체의 전반적인 치수이다.
- [0169] 예1:
- [0170] 티타늄 합금은 증가된 인성을 위한 엑스트라 로우 인터스티셜(Extra Low Interstitial ; ELI)의 재료를 생산하기 위하여 수정과 함께 용융 금속 재료를 생산하기 위해 공식화되었다.
- [0171] 목표 구조 속도는 1000에서 3000lb/hr가 사용된다.
- [0172] 상기 주괴는 전자빔 총을 사용하여 용융 된다.
- [0173] 상기 노에 마련된 지시창을 통한 관찰은 상기 전체 액체 표면을 보았을 때 완전히 용융 되었음을 명확하게 보여준다.
- [0174] 상기 용융 동안 누설의 진전도 없고 용접 결함도 발생치 않았다.
- [0175] 상기 유형 중심 냉각 회로는 최대 90°F에 이르고 평균 약 85°F이다.
- [0176] 상기 주괴의 상부 표면은 꽤 평평하고 균일하다.
- [0177] 일반적으로, 상기 표면 상태는 꽤 괜찮은 편이다.
- [0178] 샘플 조각은 상기 주괴로부터 절단되어 나왔다.
- [0179] 그 단면은 상기 유형 중심 외측 쉘의 작은 직경적인 변화를 나타냈다.
- [0180] 본원 발명이 여기에서 확실한 바람직한 실시예와 예로 설명되었지만, 다양한 수정과 개선으로 그 관점으로부터 출발하지 않고도 본 발명을 만들 수 있음을 해당 분야의 숙련자들은 인정할 것이다.
- [0181] 따라서, 본원 발명이 수정과 변화를 포함하고, 이것이 첨부된 청구범위와 그 등가물의 관점 사이에 있음을 의도한다.
- [0182] 더욱이, 비록 본 발명의 일 실시예의 개인적인 특징이 여기에서 논의되거나 일 실시예의 도면에 나타나고 다른 실시예의 도면에 나타나지 않을 수 있으며, 이는 일 실시예의 개인적인 특징이 다른 실시예의 하나 또는 그 이

상의 특징 또는 복수의 실시예의 특징과 조합될 수 있음을 나타낸다.

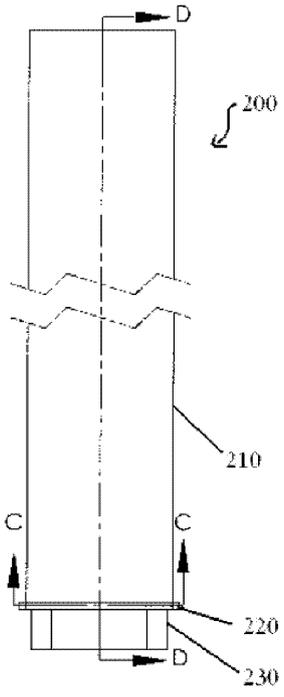
- [0183] 아래에 청구된 특정 실시예에 더하여, 위에 개시하였고 아래에서 청구된 종속적인 특징의 기타 다른 가능한 조합을 갖는 다른 실시예를 본 발명 또한 안내한다.
- [0184] 이처럼, 종속항과 위에 개시된 것에서 나타난 특별한 특징은 본 발명의 관점에서 다른 형태로 서로 조합될 수 있고, 본 발명은 기타 다른 가능한 조합을 갖는 다른 실시예를 특별히 유도함을 인정할 수 있다.
- [0185] 따라서, 본 발명의 특정 실시예의 앞선 설명은 도해와 설명의 목적을 위해 제공되었다.
- [0186] 이는 이러한 첨부된 실시예의 본 발명을 확장 또는 국한하고자 하는 것은 아니다.
- [0187] 상세한 설명에 무엇이든 특별히 기술되고 도시되었던지 본원 발명이 이에 국한되지 않음은 해당 분야의 숙련자들에게 인정받을 수 있다.
- [0188] 더 정확히 말하자면, 본 발명의 관점은 아래의 청구범위에 의해 정의된다.
- [0189] 상기 설명은 오직 실시예의 도식적인 예의 오직 대표임을 더 이해해야 할 것이다.
- [0190] 독자의 편의를 위하여, 상기 설명은 가능한 실시예의 대표적인 샘플에 초점이 맞춰졌고, 샘플은 본원 발명의 요지를 가르친다.
- [0191] 다른 실시예는 다른 실시예의 부분의 다른 조합의 결과를 낳을 것이다.
- [0192] 상기 설명은 모든 가능한 변화를 남김없이 열거하려 하지는 않았다.
- [0193] 대체 실시예는 본 발명의 특정 부분을 위해 제공되지 않았으며, 설명된 부분의 다른 조합의 결과를 낳거나, 다른 설명되지 않은 대체 실시예는 부분을 위해 유용할 수 있고, 이러한 대체 실시예의 권리 포기에 대해서는 고려되지 않았다.
- [0194] 설명되지 않은 많은 실시예들은 다음의 청구범위의 문자 그대로의 관점 사이에 있음을 인식해야 할 것이며, 기타는 동등하다.
- [0195] 더 나아가, 마치 본 명세서 내에 충분히 출발한 것과 같이, 본 명세서를 통해 공개된 모든 참고문헌, 공보, 미국 특허, 그리고 미국 특허출원공보는 참고문헌에 의해 포함된다.

도면

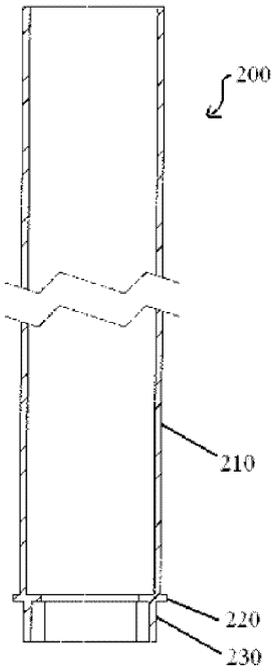
도면1



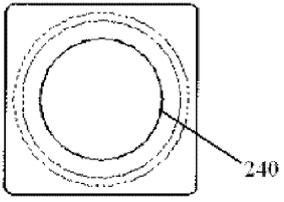
도면2a



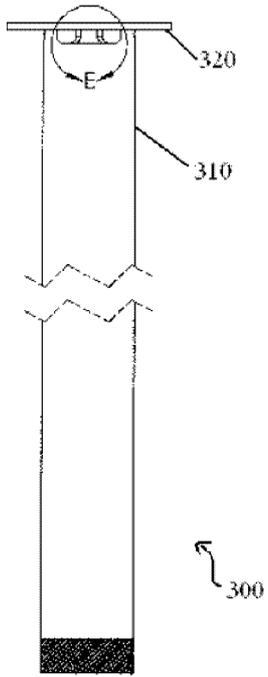
도면2b



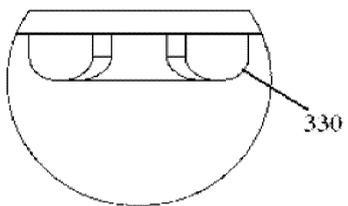
도면2c



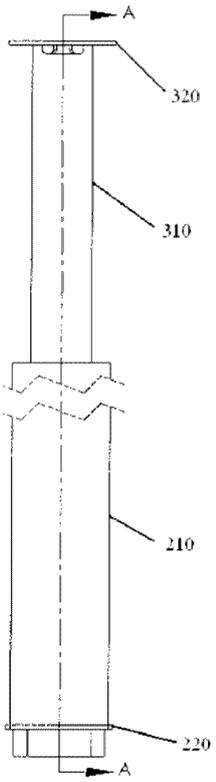
도면3a



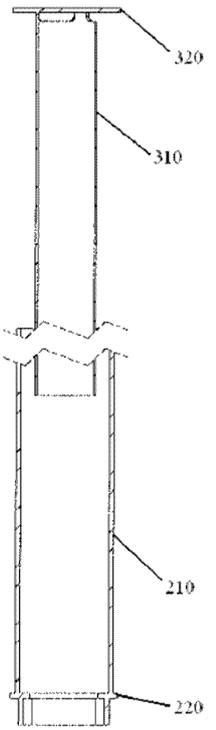
도면3b



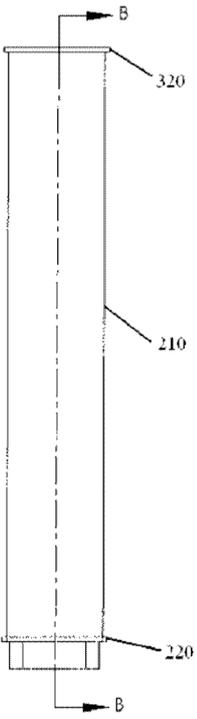
도면4a



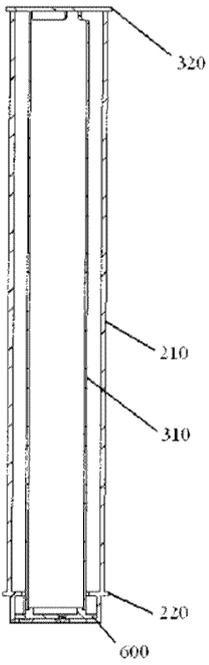
도면4b



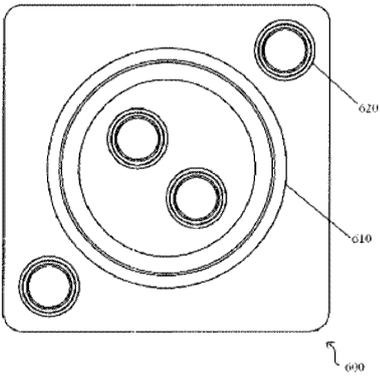
도면5a



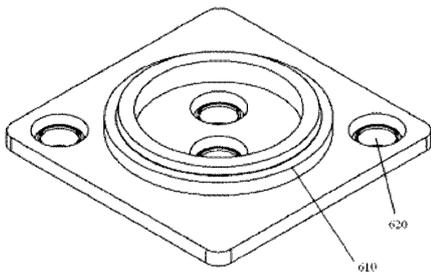
도면5b



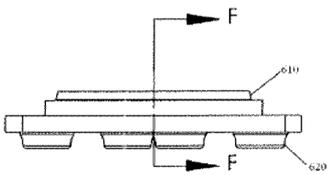
도면6a



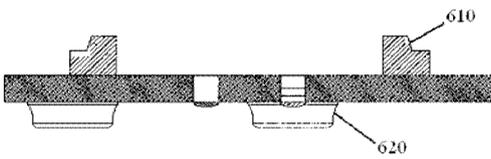
도면6b



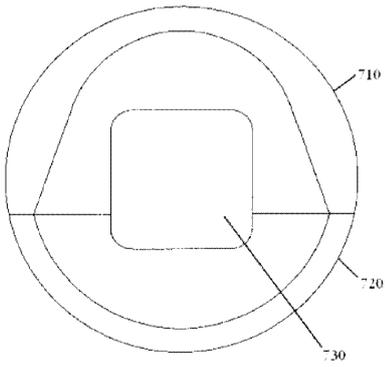
도면6c



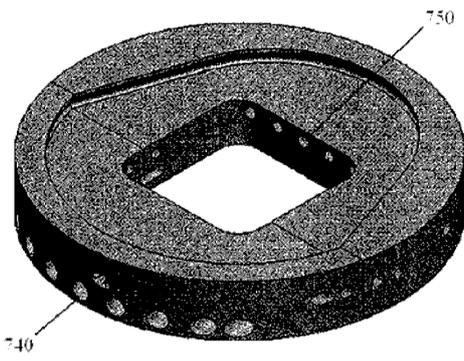
도면6d



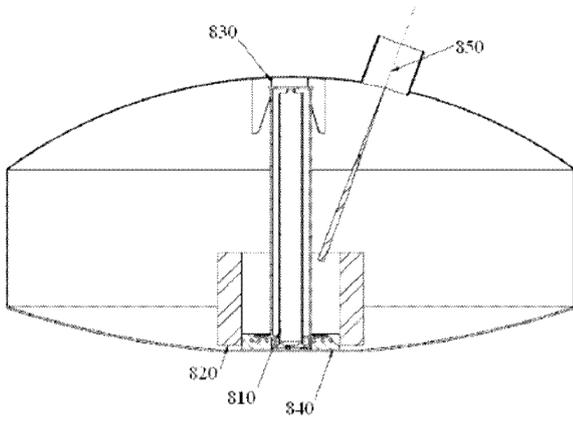
도면7a



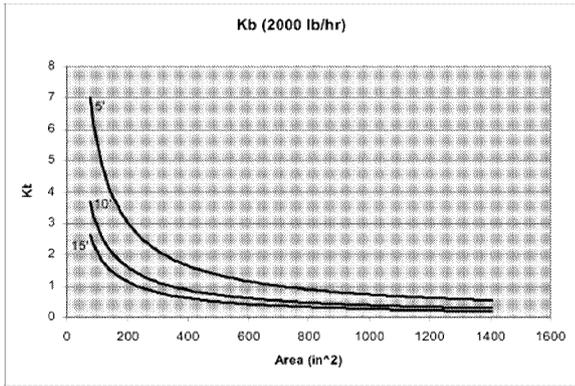
도면7b



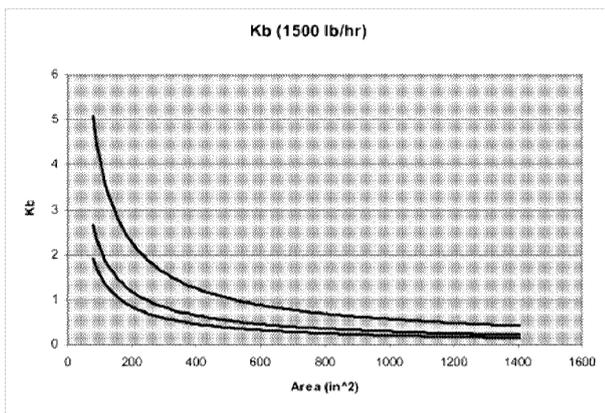
도면8



도면9a



도면9b



도면9c

