



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년02월21일  
(11) 등록번호 10-1951071  
(24) 등록일자 2019년02월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C03B 5/00 (2006.01) C03B 11/14 (2006.01)  
C03B 19/02 (2006.01) C03B 19/10 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
C03B 5/005 (2013.01)  
C03B 11/14 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2015-7003290  
(22) 출원일자(국제) 2013년07월11일  
심사청구일자 2018년06월14일  
(85) 번역문제출일자 2015년02월06일  
(65) 공개번호 10-2015-0031466  
(43) 공개일자 2015년03월24일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/050033  
(87) 국제공개번호 WO 2014/011847  
국제공개일자 2014년01월16일  
(30) 우선권주장  
13/546,461 2012년07월11일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020110002016 A  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
코닝 인코포레이티드  
미국 뉴욕 (우편번호 14831) 코닝 원 리버프론트  
플라자  
(72) 발명자  
데 안젤리스 길버트  
미국 14858 뉴욕주 린들리 클렌데닝 로드 823  
게르메우 몰루워크  
미국 21076 메릴랜드주 하노버 켈링톤 웨이 7801  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
양영준, 김영

전체 청구항 수 : 총 13 항

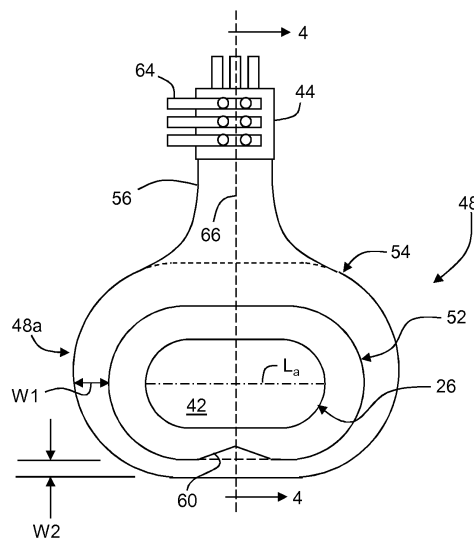
심사관 : 홍상표

(54) 발명의 명칭 백금-함유 용기의 직접 저항 가열에 사용하기 위한 장치

(57) 요약

타원형 형상의 용융 유리-운반 용기, 예컨대 용융 유리를 한 위치로부터 또 다른 위치로 수송하는 도관의 온도를, 용기를 통한 전류 유동에 의해 조절하는 데 사용하기 위한 장치가 제공된다. 상기 장치는, 용기의 외벽에 연결된 내부 고리 및 내부 고리를 둘러싸는 외부 고리를 포함하는 복수의 전기-전도성 고리를 포함하는 금속 플랜지를 포함한다. 예를 들어, 내부 고리는 실질적으로 타원형인 외주를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 내부 고리는, 전류 밀도를 보다 균일화하는 것을 돕는 노치를 포함한다. 일부 예에서, 노치를 제외한, 내부 고리의 폭은 용기에 대한 각 위치의 함수로서 실질적으로 변하지 않는다.

대표도 - 도3



- |  |  |
|--|--|
| <p>(52) CPC특허분류<br/>    <b>C03B 19/02</b> (2013.01)<br/>    <b>C03B 19/1035</b> (2013.01)</p> <p>(72) 발명자<br/>    <b>이사자 주안 카밀로</b><br/>    미국 14830 뉴욕주 코닝 오논다가 스트리트 141<br/>    <b>머피 제임스 패트릭</b><br/>    미국 14830 뉴욕주 코닝 히콕 로드 2941</p> | <p>(56) 선행기술조사문헌<br/>    KR1020110097722 A<br/>    KR1020080015099 A<br/>    KR1020080014838 A<br/>    KR1020030082588 A</p> |
|--|--|
-

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

전기 전도성 외벽부를 갖는 용기로서, 용기의 단면이 장축  $L_a$  및 단축  $S_a$ 를 갖는 것인 용기; 및

용기의 주연 둘레에서 용기에 연결된 금속 플랜지로서, 백금-함유 내부 고리 및 백금-함유 내부 고리를 둘러싸는 최외 고리를 포함하는 복수의 고리를 포함하고, 여기서 백금-함유 내부 고리를 둘러싸는 최외 고리는 본체부 및 그로부터 연장되는 전극부를 포함하는 것인 금속 플랜지

를 포함하며,

여기서 용기의 장축  $L_a$ 를 따르는 최외 고리의 본체부의 폭이 용기의 단축  $S_a$ 를 따르는 최외 고리의 폭과 상이하고, 백금-함유 내부 고리가 전극부의 반대쪽에 배치된 노치를 포함하고, 노치가 백금-함유 내부 고리 주위의 전류 밀도의 균일성을 증가시키는 것인, 용융 재료의 이송을 위한 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 최외 고리가 니켈을 포함하는 것인 장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 금속 플랜지가 단축  $S_a$  또는 장축  $L_a$  중 하나와 평행한 단일 대칭축을 포함하는 것인 장치.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 노치를 제외한, 백금-함유 내부 고리의 폭이 변하지 않는 것인 장치.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 백금-함유 내부 고리가 복수의 백금-함유 고리를 포함하고, 복수의 백금-함유 고리 중 적어도 하나의 두께가 백금-함유 고리 중 또 다른 하나의 두께와 상이한 것인 장치.

#### 청구항 6

제5항에 있어서, 백금-함유 내부 고리가 복수의 백금-함유 고리를 포함하고, 복수의 백금-함유 고리 중 최외 백금-함유 고리가 노치를 포함하는 것인 장치.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 최외 고리가, 냉각 부재의 통로 내에서 냉각 유체를 운반하도록 구성된 냉각 부재를 포함하지 않는 것인 장치.

#### 청구항 8

타원형 단면 형상을 갖는 전기 전도성 외벽부를 갖는 용기; 및

복수의 고리를 포함하는 금속 플랜지로서, 적어도,

백금을 포함하는 제1 조성을 가지며, 용기의 주연 둘레에서 용기에 연결되고, 타원형 단면 형상을 갖는 외주 및 제1 고리 주위의 전류 밀도의 균일성을 증가시키는 노치를 갖는 제1 고리; 및

제1 조성과 상이한 제2 조성을 가지며, 연장되는 전극부를 포함하는, 제1 고리의 주연 둘레에 배치된 제2 고리

를 포함하는 금속 플랜지

를 포함하며,

여기서 제2 고리의 폭이 용기에 대한 각 위치(angular position)의 함수로서 변하는 것인, 유리 시트의 형성을 위한 장치.

#### 청구항 9

제8항에 있어서, 수렴하는 성형 표면을 포함하는 성형체를 추가로 포함하는 장치.

#### 청구항 10

제8항에 있어서, 노치를 제외한, 제1 고리의 폭이 변하지 않는 것인 장치.

#### 청구항 11

제8항에 있어서, 제1 고리가 복수의 백금-포함 고리를 포함하고, 복수의 백금-포함 고리 중 적어도 하나의 두께가 복수의 백금-포함 고리 중 또 다른 하나의 두께와 상이한 것인 장치.

#### 청구항 12

제8항에 있어서, 제1 고리가 복수의 백금-포함 고리를 포함하고, 복수의 백금-포함 고리 중 최외 백금-포함 고리가 노치를 포함하는 것인 장치.

#### 청구항 13

제8항에 있어서, 제2 고리가, 냉각 부재의 통로 내에서 냉각 유체를 운반하도록 구성된 냉각 부재를 포함하지 않는 것인 장치.

#### 청구항 14

삭제

#### 청구항 15

삭제

#### 청구항 16

삭제

#### 청구항 17

삭제

#### 청구항 18

삭제

#### 청구항 19

삭제

#### 청구항 20

삭제

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 출원은 2012년 7월 11일에 출원된 미국 특허 출원 번호 13/546461을 우선권 주장하며, 이 출원의 내용은 그 전문이 본원에 참조로 포함된다.

[0002] 기술분야

[0003] 본 발명은, 유리 제조, 또한 특히 용융 유리의 보유 또는 수송에 사용되는 백금-함유 용기, 예를 들어 용융기, 청정기(finer), 교반 챔버, 성형기, 연결관 등과 같은 용기의 직접 저항 가열에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0004] 시트 유리, 예를 들어 액정 디스플레이 (LCD)와 같은 전자 디스플레이용 기관으로서 사용하기 위한 시트 유리의 제조에서 기본 단계는, (1) 원료를 용융시키는 것, (2) 용융물을 청정 (정련)하여 기체상 함유체를 제거하는 것, (3) 청정된 용융 유리를 교반하여 화학적 및 열적 균질성을 달성하는 것, (4) 균질화된 유리를 열 컨디셔닝하여 그의 온도를 감소시키고, 따라서 그의 점도를 증가시키는 것, (5) 냉각된 용융 유리를 유리 리본으로 성형하는 것, 및 (6) 유리 리본으로부터 개개의 유리 시트를 분리하는 것을 포함한다. 다운드로우(downdraw) 융합 공정의 경우, 유리 리본은 "아이소파이프(isopipe)"로서 공지된 성형체를 사용하여 형성되고, 플로트(float) 공정에서는, 용융 주석 조(bath)가 이러한 목적으로 사용된다. 유리 제조 기술분야에 공지되어 있는 다른 방법이 이용될 수도 있다.

[0005] 용융 유리를 통한 기포의 상승 속도는 유리의 점도에 역비례하기 때문에, 용융 유리를 성공적으로 청정하기 위해서는 고온이 필요하다. 즉, 점도가 낮을수록, 상승 속도가 빠르다. 유리 점도는 온도에 역비례하고, 따라서 온도가 높을수록, 점도가 낮다. 용융 유리는 청정에 사용되는 장치 내에 단지 제한된 양의 시간 동안 존재하기 때문에, 용융물을 통한 기포의 빠른 상승 달성이 매우 중요하다. 따라서, 청정기는 통상적으로 가능한 한 높은 온도에서 작동되고, 따라서 용융 유리가 낮은 점도에 있다. 그러나, 용융 유리를 리본으로 성형하기 위해서는, 청정 동안 사용되는 것들에 비해 훨씬 더 높은 점도가 요구된다. 따라서, 청정과 성형 사이에서 용융 유리를 열 컨디셔닝할 (냉각시킬) 필요가 있다.

[0006] 역사적으로, 열 컨디셔닝은, 용융 유리를 원형 단면을 갖는 도관으로 통과시킴으로 수행되었다. 도관은 세라믹 재료로 둘러싸이고, 금속틀에 의해 지지되고, 용융 유리로부터의 열 손실률이 직접 또는 간접 가열을 통해 조절되어, 냉각 공정에 기인하는 상당한 열 및 유동 불균일성이 유리에 도입되는 것을 피하였다. 용융 유리의 고온 및 용융 유리의 오염 방지 필요성으로 인해, 도관의 벽은 흔히 귀금속, 예를 들어 백금족 금속으로부터 형성된다.

[0007] 백금-함유 재료의 가치 있는 특성은, 전기 전도시 이들의 열 생성능을 포함한다. 그 결과, 백금-함유 용기를 통해 유동하거나 그 안에 보유되는 용융 유리는, 용기의 유리-접촉 벽의 길이를 따라 하나 이상의 위치 사이의 전류 통과에 의해 가열될 수 있다. 이러한 가열은 관련 기술분야에서 "직접 가열" 또는 "직접 저항 가열" (본원에서 사용되는 용어)로서 공지되어 있다. 이러한 용도에서, "직접"은, 외부에서 적용된 간접 저항 또는 화염 가열을 통해서보다는 용기 자체로부터의 가열을 나타낸다.

[0008] 직접 저항 가열에서의 주요 도전과제는 전류의 도입 및 용기 벽으로부터의 전류의 제거이다. 이는 전기적 문제일 뿐만 아니라, 전도 경로가 불균형적 전류 밀도를 초래할 수 있고, 이는 전도 경로에 열점(hot spot)을 생성하기 때문에 열적 문제이기도 하다. 이들 열점은, 예컨대 포함된 금속의 가속화된 산화를 통해, 또는 금속의 용점 도달에 의해, 조기 재료 파괴를 초래할 수 있다.

[0009] 용기 벽에 전류를 도입하는 한가지 방식은, 전기-전도성 금속 플랜지의 사용을 통한 것이다. 이러한 플랜지의 예는, 예를 들어, 미국 특허 번호 6,076,375 및 7,013,677에서 찾아볼 수 있다. 본 발명은, 백금-함유 용기 벽에 전류를 도입하는 데 사용되는 플랜지, 또한 특히, 용융 유리를 운반하는 용기 및 플랜지 내의 균일한 전류 밀도를 보장하는 것에 관한 것이다.

## 발명의 내용

[0010] 요약

[0011] 금속 용기를 통해 유동하는 용융 재료의 가열을 위해 금속 용기에 전류를 전달하도록 디자인된 플랜지를 통해 유동하는 전류 밀도의 균일성을 향상시키기 위해, 용기 둘레에 각 비대칭(angularly asymmetric) 질량 분포를 제공하는 방법 및 장치가 개시된다.

[0012] 한 측면에서는, 전기 전도성 외벽부를 갖는 용기로서, 용기의 단면이 장축  $L_a$  및 단축  $S_a$ 를 갖는 것인 용기; 및 용기의 주연 둘레에서 용기에 연결된 금속 플랜지로서, 백금-함유 내부 고리 및 백금-함유 고리를 둘러싸는 최외 고리를 포함하는 복수의 고리를 포함하고, 여기서 백금-함유 고리를 둘러싸는 최외 고리는 본체부 및 그로부터 연장되는 전극부를 포함하는 것인 금속 플랜지를 포함하며, 여기서 용기의 장축  $L_a$ 를 따르는 최외 고리의 본

체부의 폭이 용기의 단축  $S_a$ 를 따르는 최외 고리의 본체부의 폭과 상이하고, 백금-함유 고리가 노치를 포함하는 것인, 용융 재료의 이송을 위한 장치가 개시된다. 최외 고리는, 예를 들어, 니켈을 포함할 수 있다. 금속 플랜지는 단축  $S_a$  또는 장축  $L_a$  중 하나와 평행한 단일 대칭축을 포함할 수 있다.

[0013] 일부 예에서, 노치를 제외한, 백금-함유 고리의 폭은 실질적으로 변하지 않는다. 백금-함유 고리는 복수의 백금-함유 고리를 포함할 수 있고, 복수의 백금-함유 고리 중 적어도 하나의 두께는 백금-함유 고리 중 또 다른 하나의 두께와 상이하다. 일부 실시양태에서, 백금-함유 고리는 복수의 백금-함유 고리를 포함하고, 복수의 백금-함유 고리 중 최외 백금-함유 고리는 노치를 포함한다. 일부 실시양태에서, 최외 고리의 본체부는, 냉각 부재의 통로 내에서 냉각 유체를 운반하도록 구성된 냉각 부재를 포함하지 않는다.

[0014] 또 다른 측면에서는, 타원형 단면 형상을 갖는 전기 전도성 외벽부를 갖는 용기; 및 복수의 고리를 포함하는 금속 플랜지로서, 적어도, 백금을 포함하는 제1 조성을 가지며, 용기의 주연 둘레에서 용기에 연결되고, 타원형 단면 형상을 갖는 외주를 갖는 제1 고리; 및 제1 조성과 상이한 제2 조성을 가지며, 본체부 및 본체부로부터 연장되는 전극부를 포함하는 제2 고리를 포함하는 금속 플랜지를 포함하며, 여기서 제2 고리의 폭이 용기에 대한 각 위치(angular position)의 함수로서 변하는 것인, 유리 시트의 형성을 위한 장치가 기재된다.

[0015] 장치는 수렴하는 성형 표면을 포함하는 성형체를 추가로 포함할 수 있다. 일부 예에서, 제1 고리는 노치를 포함한다. 일부 실시양태에서, 제1 고리의 폭은 실질적으로 변하지 않는다. 제1 고리는, 예를 들어, 복수의 백금-포함 고리를 포함할 수 있고, 복수의 백금-포함 고리 중 적어도 하나의 두께는 복수의 백금-포함 고리 중 또 다른 하나의 두께와 상이하다. 일부 실시양태에서, 제1 고리는 복수의 백금-포함 고리를 포함하고, 복수의 백금-포함 고리 중 최외 백금-포함 고리는 노치를 포함한다. 일부 실시양태에서 최외 고리의 본체부는, 냉각 유체를 냉각 부재의 통로 내에서 운반하도록 구성된 냉각 부재를 포함하지 않는다.

[0016] 추가의 또 다른 측면에서는, 적어도, 백금을 포함하는 제1 조성을 가지며, 타원형 형상을 갖는 외주를 갖는 제1 고리; 및 제1 조성과 상이한 제2 조성을 갖고, 본체부 및 본체부로부터 연장되는 전극부를 포함하는 제2 고리를 포함하는 복수의 금속 고리를 포함하며, 여기서 본체부의 폭이 용기에 대한 각 위치의 함수로서 변하는 것인, 용융 재료의 가열을 위한 전기 플랜지가 개시된다. 일부 예에서, 제1 고리는 노치를 포함한다. 제1 고리는 복수의 백금-함유 고리를 포함할 수 있고, 복수의 백금-함유 고리 중 최외 백금-함유 고리는 노치를 포함한다. 제1 또는 제2 고리 중 적어도 하나의 폭은 용기에 대한 각 위치의 함수로서 달라질 수 있다.

[0017] 또한 또 다른 측면에서는, 배치 재료를 용융시켜 용융 유리를 형성하고; 타원형 주연 형상을 가지며 백금을 포함하는 금속성 용기를 통해 용융 유리를 유동시키고; 제1 전기 전도성 플랜지에 전류를 공급하는 것을 포함하며, 여기서 용기는 용기의 주연을 따라 제1 전기 전도성 플랜지를 통해 연장되어 그와 접촉되고, 전기 전도성 플랜지는 백금-함유 내부 고리 및 백금-함유 고리를 둘러싸는 최외 고리를 포함하는 복수의 고리를 포함하고, 여기서 백금-함유 고리를 둘러싸는 최외 고리는 본체부 및 그로부터 연장되는 전극부를 포함하고; 여기서 용기의 장축  $L_a$ 를 따르는 최외 고리의 본체부의 폭은 용기의 단축  $S_a$ 를 따르는 최외 고리의 본체부의 폭과 상이하고, 여기서 백금-함유 고리는 노치를 포함하는 것인, 유리 시트의 제조 방법이 기재된다.

[0018] 본 발명의 추가의 특징 및 이점을 하기 상세한 설명에 기재하고, 이는 부분적으로 상세한 설명으로부터 관련 기술분야의 기술자에게 용이하게 명확하거나, 또는 본원에 기재된 바와 같은 발명의 실행에 의해 인지될 것이다. 첨부 도면은 본 발명에 대한 추가의 이해를 제공하기 위해 포함된 것이며, 이는 본 명세서에 포함되어 그의 일부를 구성한다. 본 명세서 및 도면에 개시된 본 발명의 다양한 특징은 임의의, 또한 모든 조합으로 이용될 수 있음을 이해하여야 한다.

## 도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 유리 시트의 제조를 위한 융합 다운드로우 공정의 예의 개략도이고;

도 2a는 용융 유리를 운반하는 도관의 사시도이고;

도 2b는 도관으로의 전류 전달을 위한 본 개시내용의 실시양태에 따른 플랜지 어셈블리를 포함하는 도 2a의 도관의 측단면도이고;

도 3은 도 2b의 플랜지 어셈블리의 예의 정면도이고;

도 4는 도 3의 플랜지 어셈블리의 측단면도이고;

도 5는 본 개시내용의 실시양태에 따른 플랜지 어셈블리의 또 다른 예의 정면도이고;

도 6은 도 5의 플랜지 어셈블리의 측단면도이고;

도 7은 본 개시내용의 실시양태에 따른 플랜지 어셈블리의 또 다른 예의 정면도이고;

도 8은 도 7의 플랜지 어셈블리의 측단면도이고;

도 9는 본 개시내용의 실시양태에 따른 플랜지 어셈블리의 또 다른 예의 정면도이고;

도 10은 본 개시내용의 실시양태에 따른 플랜지 어셈블리에 대한 전력 공급을 위한 2개의 전극을 갖는 플랜지의 또 다른 예의 정면도이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

### 상세한 설명

하기 상세한 설명에서, 설명을 위한, 또한 비제한적인, 특정 세부사항을 개시하는 예시적 실시양태는 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해 기재된 것이다. 그러나, 본 개시내용의 이점을 갖는다면, 본 발명은 본원에 개시된 구체적 세부사항으로부터 벗어나는 다른 실시양태로 실행될 수 있음이 관련 기술분야의 통상의 기술자에게 명백할 것이다. 또한, 널리 공지된 장치, 방법 및 재료의 기재는 본 발명의 기재를 모호하게 하지 않도록 생략될 수 있다. 마지막으로, 적용가능한 경우, 동일한 참조 번호는 동일한 부재를 나타낸다.

본원에서, 또한 특허청구범위에서 사용되는 바와 같이, 용어 "귀금속"은 백금족 금속 또는 그의 합금을 의미한다. 특히 중요한 것에는, 백금, 입자-안정화된 백금, 백금 합금, 또는 입자-안정화된 백금 합금이 포함되며, 다른 백금족 금속 또한 제한 없이 포함된다. 비제한적 예로서, 상기 용어는 백금-로듐 합금, 예컨대 80 wt% 백금 및 20 wt% 로듐의 합금을 포함한다.

본원에서, 또한 특허청구범위에서 사용되는 바와 같이, 용어 "타원형 단면"은, 장원, 달걀 또는 경주 트랙의 형상을 갖는 단면 (즉, 단면의 주연이 각각의 말단에서 곡선으로, 예를 들어 반구로, 또는 각각의 말단에 곡선을 갖는 직선 구역으로, 예를 들어 각각의 말단에서 사분원으로 연결된 평행한 직선면을 가짐)을 의미한다. "타원형 도관"은 도관의 길이에 대해 수직인 타원형 단면을 갖는 도관이다. 타원형 도관은 단면 장축 및 단면 단축을 포함하며, 여기서 단면 장축은 도관 단면의 최장 치수를 따라 도관을 이등분하고, 단면 단축은 최단 단면을 따라 도관을 이등분한다.

도 1의 예시적 장치 (10)에서는, 화살표 (12)로 나타낸 배치 재료가 노 또는 용융기 (14)로 공급되어 제1 온도  $T_1$ 에서 용융되어 용융 유리 (16)를 형성한다.  $T_1$ 은 특정 유리 조성에 따라 달라지지만, 비제한적 예로서 LCD-가능한 유리에서는 1500°C 초과일 수 있다. 용융 유리는 용융기 (14)로부터 연결 도관 (18)을 통해 청징기 도관 (또는 "청징기") (20)으로 유동한다. 유리는, 청징기 (20)로부터 연결 도관 (24)을 통해 교반 용기 (22)로 유동하여 혼합 및 균질화되고, 교반 용기 (22)로부터 연결 도관 (26)을 통해 전달 용기 (28)로, 또한 그 후 하강관 (30)으로 유동한다. 이어서, 용융 유리는 유입구 (34)를 통해 성형체 (32)로 향할 수 있다. 도 1에 도시된 융합 다운드로우 공정의 경우에는, 성형체 (32)로 전달된 용융 유리가 성형체 (32)의 수렴하는 성형 표면 상으로 유동하고, 여기서 분리된 유동이 함께 만나거나 융합되어 유리의 리본 (36)을 형성한다. 이어서, 리본이 냉각되고 분리되어 개개의 유리 시트를 형성할 수 있다.

청징기 (20)에서는, 용융 유리가  $T_1$ 보다 높은 제2 온도  $T_2$ 로 가열된다. 예를 들어, 일례로  $T_1$ 은 1500°C일 수 있으며,  $T_2$ 는  $T_1$ 보다 100°C 이상 더 높을 수 있다.  $T_2$ 의 상대적 고온은 용융 유리의 점도를 감소시키고, 이로써 용융 재료 내의 기포가 보다 용이하게 제거될 수 있게 된다. 또한, 보다 고온은, 배치 재료를 통해 용융 유리 에 도입된 청징제 중에 함유된 산소 (예를 들어, 용융 유리 중에 포함된 다가 산화물 재료)를 방출시킨다. 방출된 산소는 용융 유리 내에 기포를 형성하고, 이는 본질적으로 핵형성 자리로서 기능한다. 즉, 용융 유리 중의 용해 기체가 산소 기포로 이동하여 기포를 성장시킨다. 기포 성장에 기인하는 부력 증가는 용융 유리로부터의 그의 자유 표면을 통한 기포의 제거를 가속화한다.

용융기 (14)는 전형적으로 내화재 (예를 들어 세라믹 브릭)로부터 형성되지만, 대부분의 하류 시스템, 예를 들어 용융 유리의 이송을 위한 각종 용기, 예컨대 연결 도관 (18), (24), (26), 청징기 (20), 교반 용기 (22), 전달 용기 (28), 하강관 (30) 및 유입구 (34)는 모두 전형적으로 전기 전도성 귀금속, 통상적으로는 백금 또는 백금 합금, 예컨대 백금 로듐 합금으로부터 형성된다. 상기에 기재된 바와 같이, 용융 유리는 매우 고온이고, 따



라서 연장된 기간 동안 적어도 1600℃ 초과 온도 견딜 수 있는 고온 금속이 필요하다. 또한, 금속은, 귀금속 구성요소가 놓이는 고온에 의해 가속화될 수 있는 산화에 대해 내성을 갖거나, 또는 산소와의 접촉을 감소시키도록 차폐되어야 한다. 또한, 용융 유리는 상당히 부식성이고, 따라서 귀금속은, 용기 재료에 의한 유리의 오염을 초래할 수 있는 유리로부터의 공격에 대해 비교적 내성을 가져야 한다. 이러한 목적상 주기율표의 백금족 (백금, 로듐, 이리듐, 팔라듐, 루테튬 및 오스뮴)을 포함하는 금속이 특히 유용하고, 백금이 다른 백금족 금속에 비해 용이하게 작업되기 때문에, 많은 고온 공정에서 백금 또는 백금 합금 용기가 사용된다. 그러나, 백금은 고가이기 때문에, 이들 용기의 크기를 최소화하기 위해 모든 노력이 행해진다.

[0027] 도 2a는, 연결 도관의 실시양태, 예컨대 파선 (38)으로 나타낸 바와 같은 타원형 단면, 또한 구체적으로 도 2a의 경우에는 "경주 트랙" 단면 형상을 갖는 연결 도관 (26)의 사시도이다. 경주 트랙은, 2개의 직선 구역으로 연결된 긴 치수의 말단에서 2개의 원형 단면을 갖는 형상을 의미한다. 사용 동안, 용융 유리 (16)는, 도 2b에 나타낸 바와 같이, 도관의 입구 말단 (40)을 통해 도관으로 도입되어, 내부 통로 (42)를 따라 이동하고, 그의 출구 말단 (44)을 통해 배출된다.

[0028] 실제로, 도관은 다양한 치수를 가질 수 있다. 예를 들어, 도관의 길이 L은 피트 정도, 예를 들어 3 내지 12 피트 (~3.7 미터)일 수 있고, 도관은 대략 15 내지 30 인치 (~76 센티미터)의 타원형 도관의 장축  $L_a$ 를 따르는 폭 A 및 6 내지 9 인치 (~23 센티미터)의 타원형 용기의 단축  $S_a$ 를 따르는 높이 B를 갖는다. 폭 A 및 높이 B는 도관의 공칭 외부 치수를 나타낸다. 구성을 용이하게 하기 위해, 도관은 복수의 타원형 세그먼트, 예를 들어, 각각 1 피트 (~0.3 미터)의 길이를 갖는 세그먼트로부터 어셈블리될 수 있다. 그러나, 상기 치수들은 단지 예시적인 것이고, 구체적 치수는, 용융 유리에 대한 부피 및 유동 요건을 비롯하여 도관이 설치되는 시스템에 따라 달라짐을 인지하여야 한다.

[0029] 타원형 도관의 높이에 대한 폭의 비율 (A/B 비율)은 2 내지 6의 범위로 설정될 수 있다. 이 범위는 또한 용융 유리가 도관을 통해 통과할 때 용융 유리에 대한 낮은 헤드 손실을 제공한다. 중요하게는, 동등한 열 전달 속도 및 동등한 온도 및 유동 구배를 위해, 원형 단면을 갖는 도관은 3.3의 A/B 비율을 갖는 타원형 도관에 비해 2.5배 더 길 필요가 있다. 또한, 이러한 원형 도관은 타원형 도관에 비해 16배 더 큰 헤드 손실을 갖는다. 통상의 기술자에게 공지되어 있는 바와 같이, 귀금속 시스템의 열 팽창을 관리하는 데 있어, 또한 건설 용적을 최소화하는 데 있어 길이가 중요하다. 또한, 균일한 유리 유동을 유지하는 데 있어 헤드 손실이 중요한 변수이고, 이는 실질적으로 모든 성형 방법과 관련되고, 특히 다운드로우 융합 성형 공정과 관련된다.

[0030] 예시적 실시양태에 따르면, 타원형 도관은 길이가 3 미터 이상이고, 이는, 용융 유리의 조절된 냉각과 같은 열 컨디셔닝 수행시에는, (1) 800 킬로그램/시간 (~1800 lbs/시간) 이상의 속도로 유동하고 (2) 도관의 입구와 출구면 사이에서 30℃/미터 이상의 평균 속도로 냉각되는 용융 유리로 충전된다. 도관의 단면 단축 길이를 따라 서보다 도관의 단면 장축 길이를 따라 도관의 벽에 더 많은 열을 적용함으로써, (a) 도관의 중심과 (b) 도관의 단축과 도관의 벽의 교차점 사이의 출구면에서의 용융 유리의 온도차 계산치가 약 15℃ 이하가 될 수 있다 (입구면에서의 균일한 온도 분포 가정시).

[0031] 귀금속 연결 도관을 통한 제1 용기와 제2 용기 사이의 비가열 전달에서 (즉, 용융 유리 재료에 열 에너지가 가해지지 않은 경우), 용융 유리는 연결 도관으로 도입시 즉시 냉각되기 시작한다. 그러나, 용융 유리가 냉각되는 속도를 조절하여 용융 유리가 유동로를 따라 특정 지점에서 미리 정해진 최소 온도 미만으로 냉각되지 않도록 하는 것이 바람직하다. 따라서, 연결 도관은 바람직하게는 과도한 열 손실을 보상하도록 가열된다. 일부 경우, 예컨대 용융기와 청정기 사이의 연결 도관의 경우에는, 도관이 전도 및 대류를 통해 손실하는 것보다 더 많은 열 에너지를 도관에 공급함으로써, 청정기로 유동되는 용융 유리의 온도를 증가시킨 후에 유리를 청정기로 도입한다. 이러한 가열은 통상적으로, 상기에 요약된 바와 같은 직접 가열 방법에 의해 달성되지만, 외부 열원이 이용될 수도 있다. 용융 유리의 유동이 초기 유동에 비해 증가하면, 미리 정해진 온도에 대해 가열 요구가 증가한다. 이는, 예를 들어, 더 많은 가열 시간을 가능하게 하고 용융 유리가 적절한 온도에 있는 것을 보장하도록 연결 도관의 길이를 증가시키는 것을 필요로 할 수 있다. 그 결과, 보다 긴 도관을 형성하는 데 사용되는 백금의 양이 증가함에 따라 공정 비용이 증가할 수 있다. 또한, 전형적인 제조 환경에서는, 추가의 용적의 이용가능성이 흔히 제한되어, 재료 비용과 관계 없이, 구성요소의 연장 선택이 문제가 될 수 있다.

[0032] 대안적 접근은, 연결 도관에 공급되는 열 에너지를 증가시키는 것이다. 직접 가열된 연결 도관의 경우, 이는 직접 가열된 구성요소를 통한 전류 유동 증가를 의미한다. 전류는 교류 (AC) 또는 직류 (DC)일 수 있으나, 흔히 AC 전류이다. 그러나, 증가된 전류 유동은, 용기에 전류를 공급하는 전기 플랜지 어셈블리가 용기 벽과 만나는 지점에서, 및 플랜지 어셈블리 자체 내에서 열점을 생성하는 것으로 나타났다. 플랜지 어셈블리 및 도



관이 만나는 위치에서의 열점은 용융 유리의 불균일한 가열을 초래할 수 있고, 플랜지 어셈블리 내의 열점은, 예컨대 가속화된 산화 또는 용융, 및 플랜지 어셈블리의 조기 파괴를 유도함으로써 플랜지 어셈블리의 일체성을 손상시킬 수 있다. 또한, 조기 파괴를 막기 위해 전기 플랜지 어셈블리를 능동적으로 냉각시킬 수 있지만, 냉각 시스템이 파괴되어, 플랜지의 냉각되지 않은 온도가 사용 재료에 대한 특정 한계값을 초과하는 경우 큰 문제를 일으킬 수 있다.

[0033] 플랜지 어셈블리에서의 열점의 한 원인은, 플랜지 어셈블리를 전류 공급원에 연결하는 전극과 동일선상 위치의 플랜지 어셈블리에서의 높은 전류 밀도에서 유래된다. 즉, 플랜지 어셈블리는 전형적으로, 플랜지 본체로부터 연장되어, 플랜지 어셈블리에 전류를 공급하는 케이블 또는 버스 바에 연결되는 탭 또는 전극을 포함한다. 그 결과, 전극이 플랜지 본체와 연결되는 위치 근처의 전류 밀도는 전형적으로, 플랜지 어셈블리 상의 다른 위치에서보다 훨씬 더 높다. 플랜지 어셈블리에 공급되는 전류를 증가시켜 보다 많은 가열 요구를 해결하는 경우, 전극 근처 영역의 플랜지 본체에서의 보다 높은 전류 밀도는 (여기서, 전류가 전극으로부터 플랜지 본체로 분포됨), 플랜지 본체를 구성하는 재료의 빠른 산화를 통해 플랜지 본체의 조기 파괴를 일으키기에 충분히 높은 온도를 플랜지 본체에 생성시킬 수 있다. 또는, 극단적인 경우, 전류 유동이 전극 및/또는 플랜지 본체를 가열하고 용융시키기에 충분할 수 있다.

[0034] 도 2b는 직접 저항 가열 시스템의 일부를 나타내고, 이는 외벽 (46)에 전류를 적용하는 2개의 플랜지 어셈블리 (48)가 부착된 외벽 (46)을 갖는 예시적 금속 용기 (예를 들어 도관) (여기서는, 교반 용기 - 전달 용기 연결 도관 (26))를 도시한 것이다. 도관 (26)은 직접 가열의 예시적 사용을 나타내는 것이며, 플랜지 어셈블리 (48)는 용융 유리의 보유 또는 이송에 사용되는 임의의 다른 전기 전도성 금속 용기 또는 도관과 함께 사용될 수 있음을 인지하여야 한다.

[0035] 단지 2개의 플랜지 어셈블리를 나타내었지만, 실제로는, 플랜지 어셈블리와 전기적으로 소통되는 외벽의 상이한 구역에 전류를 제공하기 위해 임의의 특정 용기 또는 도관에 2개 초과 플랜지 어셈블리가 사용될 수 있다. 플랜지 본체의 중심 구멍 (이를 통해 용기 또는 도관이 연장됨)은 용기 또는 도관의 단면 형상, 즉, 용기 또는 도관 주연의 형상에 대해 상보적인 형상을 갖는다.

[0036] 도 2b에 따르면, 제1 및 제2 플랜지 어셈블리 (48)는 전원 (50)에 연결되고, 여기서 플랜지 어셈블리들 사이에서, 또한 용기 (예를 들어 도관)를 통해 전류가 유동한다. 전류는 제1 플랜지 어셈블리를 통해 이동하여, 용기 벽으로 도입되고, 제1 플랜지 어셈블리와 이격되어 있는 제2 플랜지 어셈블리를 통해 추출된다. 플랜지 어셈블리들 사이의 거리는 용기 상에 배치되는 가열 요구에 의해 결정되고, 이는 관련 기술분야의 통상의 기술자에 의해 용이하게 결정된다. 용기의 외벽 (46)을 통해 이동하는 전류는 용기 및 그 안에 이송된 용융 유리를 가열한다. 도 2b에 나타내지는 않았지만, 사용 동안 용기 벽 및 플랜지 어셈블리의 적어도 일부는 통상적으로 단열 내화재의 후층으로 둘러싸여 용기 또는 도관으로부터의 열 손실을 조절한다.

[0037] 도 3은 도 2의 단일 플랜지 어셈블리 (48)의 실시양태의 구성을 보다 상세히 나타낸다. 알 수 있는 바와 같이, 플랜지 어셈블리 (48)는 2개의 고리 (52), (54)를 포함하는 플랜지 본체부 (48a)를 포함하고, 여기서 최내 고리 (52)는 백금족 금속을 포함하는 내온성 금속 (즉, 본원에서 사용되는 바와 같이, 적어도 1400℃, 바람직하게는 적어도 1500℃, 또한 보다 바람직하게는 적어도 1600℃ 초과 온도에서 작업가능한 금속)으로부터 형성된다. 예를 들어, 최내 고리 (52)는 80 wt% 이상의 백금을 포함하며, 나머지는 (존재하는 경우) 로듐 또는 이리듐 중 하나 이상일 수 있다. 일례로서, 최내 고리 (52)는 90 wt% 백금 및 10 wt% 로듐을 포함할 수 있다.

[0038] 플랜지 본체부 (48a)의 온도는, 용융 유리-이송 도관으로부터의 거리 증가에 대한 함수로서 감소하기 때문에, 최외 고리 재료로부터 요구되는 내온도는 최내 고리 재료로부터 요구되는 것만큼 높지 않다. 따라서, 비용 절약을 위해, 최외 고리 (54)는 일반적으로 높은 용융 온도를 갖지만, 내부 고리 (52)의 백금 함유 재료에 비해 현저히 더 저가인 재료로 형성될 수 있다.

[0039] 특정 실시양태에 따르면, 플랜지 본체부 (48a)의 최외 고리 (54)는 니켈로부터 형성된다. 예를 들어, 최외 고리 (54)는 상업적 순수 니켈 (예를 들어 99.0 wt% 이상 니켈), 예컨대 니켈 200 또는 니켈 201 (이는 백금 및 백금 합금과 비교할 때 저비용으로 용이하게 입수가능함)로부터 형성될 수 있다. 니켈은, 전력 플랜지 어셈블리에 사용되는 경우, 다른 고온 재료에서는 매칭이 어려울 수 있는 전기 저항, 열 전도도, 내산화성, 백금 및 로듐과의 가용성, 가공성, 가격, 및 많은 형태 및 형상으로서의 이용가능성의 우수한 조합을 제공한다. 플랜지 어셈블리 (48)는, 플랜지 본체부 (48a)를 전원 (50)으로 이어지는 버스에 연결시키는, 고리 (54)로부터 연장되는 목부 (즉, 전극 (56))를 추가로 포함한다.

- [0040] 도 3의 실시양태에서, 플랜지 어셈블리 (48)는 단일 전극 (56)만을 포함하여 전원 연결이 비대칭이 된다. 그 결과, 최내 고리 (52) 주위의 전류 밀도가 불균일할 수 있다. 따라서, 플랜지 본체부 (48a)는, 최내 고리 (52) 주위의 전류 밀도의 균일성을 증가시키도록 작용하는 최내 고리 (52) 내의 노치 (60)를 추가로 포함할 수 있다. 그러나, 후자의 실시양태에서 나타내는 바와 같이, 이러한 비대칭성이 요구되지 않고, 노치가 존재하지 않을 수 있다.
- [0041] 도 3의 플랜지 어셈블리의 단면도를 나타내는 도 4에 나타난 바와 같이, 고리 (52) 및 (54)는 각각 상이한 두께  $t_{52}$  및  $t_{54}$ 를 갖는다. 이들 두께는 전류 밀도가 방사상 위치의 함수로서 조절되도록 선택된다. 즉, 플랜지 본체의 두께는, 도관 (26)으로부터 멀리 외부를 향하는 방향으로 이동함에 따라 변한다. 이들 두께를 선택함에 있어서는 많은 고려사항이 연관된다. 첫째로, 상기에서 논의된 바와 같이, 직접 저항 가열의 주요 목적은, 플랜지를 가열하여 용기 벽에 전류를 공급하는 것이 아니라, 용기 또는 도관 내의 용융 유리에 열 에너지를 공급하는 것이다. 따라서, 에너지 손실을 최소화하기 위해 플랜지 내의 전류 밀도는 용기 벽 내의 전류 밀도보다 낮아야 한다. 두번째로, 플랜지의 일부가 과열되어 손상되지 않도록 전류 밀도가 조절되어야 한다. 이것은 사용 동안 높은 주변 온도에 놓이는 플랜지 어셈블리의 부분에 있어 특히 문제가 된다.
- [0042] 고리 두께 선택에 있어서의 출발점으로서, 일정한 두께를 갖는 단일 재료로 구성된 플랜지 어셈블리는, 도관으로부터의 거리가 감소함에 따라 선형 증가하는 전류 밀도를 가질 것이고, 즉, 전류 밀도가 플랜지 본체의 외부 연부에서 최소이고 내부 연부에서 최대일 것임을 인지할 수 있다. 이러한 효과를 상쇄시키기 위해, 플랜지 본체의 두께는 도관의 벽으로부터의 거리가 작아질수록 증가하여야 한다. 온도에 대하여, 주변 온도는 통상적으로 도관 (26)으로부터 외부를 향해 이동함에 따라 감소하고, 따라서 전류 밀도는 과열로 인한 손상 기회가 보다 적은 플랜지의 외부를 향해 더 높아질 수 있다. 이는 도관의 벽으로부터의 거리가 증가함에 따라 두께가 작아지는 플랜지 본체를 제공한다. 도관 벽으로부터 보다 먼 플랜지의 외부 영역에서 감소된 두께는 또한, 특히 고가의 백금-함유 재료의 경우에, 플랜지 어셈블리 구성에 사용되는 재료의 양을 최소화하기 위해 바람직하다.
- [0043] 추가의 요인은, 특히 1종 초과인 재료가 사용되는 경우에, 플랜지 어셈블리를 구성하는 재료의 비저항을 포함한다. 비저항이 높을수록, 동일한 전류 밀도를 위해 직접 가열 효과가 더 많아진다. 또한, 플랜지 본체의 최외 고리가 상당한 두께를 가져서, 최외 고리가 주변 전류 유동에 대해 낮은 저항을 갖는 것이 바람직할 수 있다. 보다 특별하게는, 특정 실시양태에서, 최외 고리의 주연 둘레의 전류 밀도 계산 (즉, 전류 밀도 변화 모델링)에서의 변동은 50% 미만이다.
- [0044] 이들 전기적 고려사항에 추가로, 플랜지 어셈블리의 니켈-함유 구성요소에 대한 작업 온도의 효과가 고려될 필요가 있다. 일반적으로, 플랜지 어셈블리의 니켈-함유 구성요소에 적합한 온도는, (1) 플랜지 어셈블리 자체의 수 냉각을 이용하는 통상적 작업에서 약 600℃ 미만, (2) 공기 냉각 이용시에는 약 800℃ 미만, 및 (3) 비-냉각 (단기 수동적 냉각)시에는 약 1000℃ 미만이다. 약 600℃ 이하에서는, 니켈이 충분히 낮은 산화 속도를 가져서, 3년 이상의 플랜지 어셈블리 수명이 달성될 수 있다. 약 1000℃에서는, 사용가능한 수명이 30일 미만이다. 약 800℃에서의 수명은 이들 값 사이의 값이고, 이는 일부 용도에서, 특히 니켈을 이들 온도에 노출시킴으로써 흔히 수 냉각보다 덜 복잡할 수 있는 공기 냉각이 이용가능하게 되는 경우에 허용가능할 수 있다.
- [0045] 보다 일반적으로, 도관의 벽으로부터의 거리가 증가함에 따라 내화 절연재에서 온도가 감소한다. 마찬가지로 도관으로부터 멀어지는 방향으로 플랜지 본체의 범위가 증가함에 따라 (예를 들어, 플랜지 본체의 보다 큰 직경에서) 온도가 감소한다. 도관 벽으로부터의 일부 거리에서, 플랜지 본체의 온도는 약 1000℃의 온도 미만으로 감소한다. 이 위치를 벗어나면, 니켈은 플랜지 본체 재료에 안전하게 사용될 수 있다. 니켈 온도 한계, 예를 들어, 긴 수명에 대해 약 600℃, 중간 수명에 대해 약 800℃, 또는 단기간에 대해 약 1000℃가 임의의 조건 하에 초과되면, 플랜지 본체부 (48a)의 내부 부분에 사용된 고온 금속과 니켈 사이의 연결부가 도관 벽으로부터 보다 먼 거리로 이동되어야 한다. 물론, 연결부의 외향 이동은, 고온, 또한 그에 따라 고가의 금속이 보다 큰 반경으로 연장되어야 하기 때문에, 증가되는 재료 비용에 대해 균형조절되어야 한다.
- [0046] 실제로, 도관 벽으로부터 먼 (그에 수직인) 방향으로의 플랜지 본체의 크기 및 플랜지 본체를 구성하는 고리의 두께를 선택하는 데 관여되는 다양한 요인들을 고려하기 위해 전형적으로 컴퓨터 모델링이 이용된다. 이러한 모델링은, 특정된 진도체 특성 및 기하구조에 대해 전류 유동을 계산하는 상업적으로 입수가능한 또는 맞춤형 소프트웨어 패키지, 뿐만 아니라 특정된 재료 특성 및 열원/싱크 위치에 대해 열 유동을 모델링하고 온도 분포를 계산하는 패키지를 이용하여 수행될 수 있다. 예를 들어, 이러한 분석을 이용하여, 도 4의 고리의 두께 (t)들에 대해 적합한 관계식은,  $t_{54} > t_{52}$ 인 것으로 나타났고, 여기서, 내부 고리 (52)는 90 wt% 백금 및 10 wt% 로듐으로 제조되었고, 외부 고리 (54) 뿐만 아니라 전극 (56)은 니켈 200/201로 제조되었다. 물론, 다른 관계

식이 이용될 수 있다.

[0047] 플랜지 어셈블리 (48)의 구성에 사용되는 고리 및 전극은 전형적으로, 평판 금속 시트, 예를 들어, 전극 (56) 및 외부 고리 (54)에 대해서는 니켈 200, 니켈 201, 니켈 600 또는 니켈 601, 또한 내부 고리 (52)에 대해서는 백금-로듐 합금 시트 (예를 들어, 90 wt% 백금 및 10 wt% 로듐)로부터 제작된다. 고리들 사이의 연결부는 전형적으로 용접된다. 용접을 필레팅(filleting)하여, 연결부의 과열 및 파괴를 초래할 수 있는 국소적으로 높은 전류 밀도를 생성할 수 있는 재도입 코너를 피할 수 있다. 최내 고리 (52)는 통상적으로 용접에 의해 도관 (26)의 외벽 (46)에 연결된다. 다시, 필레팅을 이용하여 재도입 코너를 피할 수 있다. 최내 고리 (52)의 두께는 전형적으로 외벽 (46)의 두께보다 크지만, 요망되는 경우 최내 고리에 대해 다른 두께가 이용될 수 있고, 예를 들어, 최내 고리의 두께가 외벽 (46)의 두께 이하일 수 있다.

[0048] 고리 (52) 및 (54)에 추가로, 도 3 및 4의 플랜지 어셈블리는 하나 이상의 냉각 블록 (62)을 포함할 수 있다. 냉각 블록 (62)은 외부 고리 (54)와 동일한 재료로 제조될 수 있지만, 냉각 블록은 또한, 예상되는 온도 제약이 허용하는 경우 상이한 재료로부터 형성될 수 있다. 일부 실시양태에서, 전극 (56)과 전극에 전류를 공급하는 버스 바 (64) 사이의 접합부는 도 4에 나타낸 바와 같이 냉각 블록 (62)을 포함할 수 있다. 도 4에 전극 (56), 버스 바 (64) 및 냉각 블록 (62)을 도시하였고, 이는 냉각 블록 (62) 내부 내의 통로에 냉각 유체 (68)를 공급하는 유입구 (65) 및 유출구 (67)를 나타낸다. 냉각 유체는 액체, 예를 들어 물, 또는 기체, 예를 들어 공기일 수 있고, 이는 블록 (및 버스 바 연결부)을 이것이 빠르게 산화되고/거나 용융되는 온도 미만의 온도에서 유지하도록 블록 내의 냉각 채널을 통해 순환될 수 있다. 도관 (26) 내의 용융 유리의 온도가 1400℃를 초과할 수 있기 때문에, 버스 구성요소의 빠른 산화를 막기 위해 상당한 냉각이 요구될 수 있다. 대안으로서, 냉각 블록 (62)의 외부에 냉각관이 부착될 수 있다.

[0049] 전력 플랜지 어셈블리의 상기 구성요소에 대한 니켈의 사용은, 고온에서 작업시 높은 수준의 내산화성을 나타내는 것으로 나타났다. 니켈-함유 플랜지 어셈블리는 또한, 예를 들어, 흔히 보다 저온 시스템에서 사용되는 구리-함유 플랜지 어셈블리에 비해 냉각을 보다 덜 필요로 할 수 있다. 따라서, 일반적으로, 니켈-함유 플랜지가 사용되는 경우, 직접 저항 가열이 보다 덜 필요하다. 이러한 직접 저항 가열의 감소는, 또한, 직접 가열 시스템을 작동시키기 위해 필요한 전원의 용량에 있어 전기 및 자본 비용에 대한 작업 비용을 감소시킨다.

[0050] 이들 기능적 이점에 추가로, 니켈을 포함하는 하나 이상의 고리의 사용은, 이와 달리 구리-함유 플랜지 어셈블리에서는 백금 또는 백금 합금이 사용될 수 있는 위치에 니켈이 사용되기 때문에, 플랜지 어셈블리의 비용을 상당히 감소시킨다. 즉, 구리의 보다 낮은 내온도성은, 백금-구리 플랜지에서, 백금이 구리에 대한 안전한 작업 환경을 제공하기 위해 가열 도관으로부터 더 멀리 연장될 것이 요구됨을 의미한다. 니켈 및 백금의 가격은 시간에 따라 변하지만, 경험적으로, 백금은 니켈보다 400배 이상 고가이고, 때로는 1800배 초과로 고가일 수 있다.

[0051] 도 3 및 4의 실시양태에서 도시된 바와 같이, 내부 백금-함유 고리 (52)는 연결 도관 (26) 둘레에 배치되어 그 주연 둘레에서 연결된다. 내부 백금-함유 고리 (52)는, 고리를 통과하는 도관 (26)의 단면 형상 (38)과 실질적으로 동일한 형상을 갖는 외주를 가질 수 있다. 따라서, 도관의 단면 형상이 타원형인 경우, 최내 고리 (52)의 외주 또한 타원형일 수 있다. 예를 들어, 최내 고리 (52)는 도관의 단면 치수에 대해 비례적으로 확대된 치수를 가질 수 있다.

[0052] 도 3에 따르면, 파선 (66)은 전극 (56)을 통과하여 플랜지 어셈블리 (48)를 이등분하는 대칭축을 나타낸다. 도 3의 실시양태에서, 대칭축 (66)은 도관 (26)의 단면 단축  $S_a$ 와 일치한다. 전형적 설치 플랜지 배향에서, 대칭축 (66)은 수직축을 나타낸다. 그러나, 전극 (56)이 수직 배향되도록 플랜지 어셈블리가 배향될 필요는 없고, 따라서 대칭축 (66)은 수직일 필요가 없다. 나타낸 바와 같이, 도관 (26)의 단면 장축  $L_a$  상에 놓인 최외 고리 (54)의 전체 폭  $W1$ 은 전극 (56)의 반대쪽의 연결 도관 (26)의 저부측 상의 최외 고리 (54)의 전체 폭  $W2$ 보다 더 넓고, 여기서  $W2$ 는 폭  $W1$ 으로부터 각도 90도로 배치된 폭이다. 즉, 도 3 및 4에 나타낸  $W1$ 은  $W2$ 보다 더 넓다. 도 4는 도 3의 플랜지 어셈블리의 단면도를 나타낸다. 치수  $W2$ 는 외부 고리 (54)의 저부의 일반적인 전체 폭이고, 여기서 치수  $W2$ 의 측정을 위해, 노치 (60)는 무시됨 (따라서,  $W2$ 는  $W1$ 로부터 90도 이동하여 얻어진 최외 고리 (54)의 최소폭임)을 인지하여야 한다.

[0053] 일부 실시양태에서 최외 고리 (54)는 그 자체가 복수의 고리를 포함할 수 있음을 인지하여야 한다. 예를 들어, 최외 고리 (54)는 상이한 두께를 갖는 복수의 니켈-함유 고리로 구성된 니켈-함유 고리일 수 있다. 니켈은, 예를 들어 백금 등의 다른 금속과 합금될 수 있다.

- [0054] 도 5 및 6에 니켈-함유 최외 고리 (54)를 포함하는 플랜지 어셈블리 (48)의 또 다른 실시양태를 도시하였지만, 여기서는 백금-함유 고리 (52)가 연결 도관 (26) 둘레에 배치된 2개의 백금-함유 고리 (52a) 및 (52b)를 포함하고, 여기서 최내 백금-함유 고리 (52a)는 예컨대 용접에 의해 연결 도관 (26)에 연결된다. 일부 실시양태에서 전극 (56)을 통한 대칭축 (66)을 따르는 최내 또는 제1 백금-함유 고리 (52a)의 폭 W3은 실질적으로 동등하다. 즉, 일부 실시양태에서 최내 고리 (52a)의 폭 W3은 실질적으로 변하지 않는다. 다른 실시양태에서는, 최내 고리 (52a)의 폭 W3이 변할 수 있다. 또한, 제2 중간 백금-함유 고리 (52b)의 폭도 실질적으로 변하지 않을 수 있지만, 예외적으로, 도 5의 실시양태에 나타난 바와 같이, 전극 배치가 비대칭인 (예를 들어, 단일 전극만이 사용된) 경우에는, 제2 중간 백금-함유 고리 (52b)가 고리 (52b)를 통한 전류 밀도를 보다 균일화하는 것을 돕도록 노치 (60)를 포함할 수 있다.
- [0055] 또한, 도 6에 나타난 바와 같이, 최내 백금-함유 고리 (52a)의 두께  $t_{52a}$ 는 바람직하게는 제2 중간 백금-함유 고리 (52b)의 두께  $t_{52b}$ 보다 크다. 바람직하게는, 최외 고리 (54) (예를 들어 니켈-함유 고리 (54))의 두께  $t_{54}$ 는 최내 백금-함유 고리 (52a)의 두께  $t_{52a}$ 보다 크고, 제2 중간 백금-함유 고리 (52b)의 두께  $t_{52b}$ 보다 크고, 따라서  $t_{54} > t_{52a} > t_{52b}$ 이다.
- [0056] 도 7 및 8은 플랜지 어셈블리 (48)의 또한 또 다른 실시양태를 나타내고, 여기서는 백금-함유 고리 (52)가 연결 도관 (26) 둘레에 배치된 3개의 백금-함유 고리 (52a), (52b) 및 (52c)를 포함하고, 여기서 최내 제1 백금-함유 고리 (52a)는 예컨대 용접에 의해 연결 도관 (26)에 연결된다. 제1 또는 최내 백금-함유 고리 (52a)는 도관 (26)의 벽에 직접 연결된다. 제2 중간 백금-함유 고리 (52b)는 최내 백금-함유 고리 (52a) 둘레에 배치되어 그의 주연에 연결되고, 제3 외부 백금-함유 고리 (52c)는 제2 중간 백금-함유 고리 (52b) 둘레에 배치되어 그의 주연에 연결된다. 최내 백금-함유 고리 (52a)의 폭 W3a는 변하지 않도록 구성될 수 있다. 유사하게, 제2 중간 백금-함유 고리 (52b)의 폭 W3b도 변하지 않도록 구성될 수 있다. 폭 W3c 또한, 임의의 노치 (60)의 영향을 제외하고는, 실질적으로 변하지 않도록 구성될 수 있다. 나타난 플랜지 어셈블리 (48)가 단일 전극 (56)만을 포함하는 도 7의 실시양태에서, 제3 외부 백금-함유 고리 (52c)는 전류 밀도 균일성 향상을 위해 임의로 노치 (60)를 포함한다. 따라서, 백금-함유 고리 (52)의 전체 폭 ( $W3 = W3a + W3b + W3c$ )이 변하지 않도록 구성될 수 있다. 또한, 최외 고리 (54)의 두께  $t_{54}$ 는 제1 또는 최내 백금-함유 고리 (52a)의 두께  $t_{52a}$ 보다 크고, 두께  $t_{52a}$ 는 제1 중간 백금-함유 고리 (52b)의 두께  $t_{52b}$ 보다 크고, 제2 중간 백금-함유 고리 (52b)의 두께  $t_{52c}$ 는 제3 외부 백금-함유 고리 (52c)의 두께  $t_{52c}$ 보다 크고, 따라서  $t_{54} > t_{52a} > t_{52b} > t_{52c}$ 가 된다. 개개의 백금-함유 고리 각각 (즉, 52a, 52b, 52c)은 균일한 두께를 갖도록 구성될 수 있다.
- [0057] 본 개시내용의 교시에 기초하여, 연결 도관 (26)의 벽으로부터의 거리 감소에 대한 함수로서 플랜지 본체부 (48a)의 백금-함유 부분의 두께 증가를 제공하기 위해 복수의 개개의 백금-함유 고리가 사용될 수 있음이 명백할 것이다. 그러나, 상기 실시양태의 공통의 특징은, 플랜지 본체가 둘레에 배치된 용기 (예를 들어 연결 도관) 주위의 각 위치에 대한 최외 (예를 들어 니켈-함유) 고리 (54)의 가변적 전체 폭이다. 플랜지 본체 주위에서의 각 이동에 따른 최외 고리(들)의 폭 변화의 이용은, 연결 도관-플랜지 연결부에서, 또한 플랜지 어셈블리 자체 내에서 전류 밀도를 보다 균일화하도록 작용하는 질량 구배를 제공한다.
- [0058] 도 9에 도시된 또 다른 실시양태에서는, 플랜지 어셈블리 (48)가 대칭축 (66)을 따라 놓인 전극 (56)을 갖는 것으로 나타나 있다. 즉, 전극 (56)이 도관 (26)의 단면 장축을 따라 놓인다. 도관 (26)이 단면 단축  $S_a$ 에 대해 수직으로 배향된다고 가정하면, 전극 (56)은 도관 (26)의 측면으로부터 외부로 향해 측방향으로 튀어나온다. 백금-함유 최내 고리 (52)는, 예를 들어, 도 7 및 8에 대하여 기재된 바와 같이 복수의 백금-함유 고리를 포함할 수 있음을 인지하여야 한다. 노치 (60)는, 존재하는 경우, 대칭축 (66) 상에 전극 (56) 반대쪽에 배치된다. 도 9의 실시양태에서, 최내 백금-함유 고리 (52)의 폭 W3은 변하지 않도록 구성될 수 있다 (단, 노치 (60)를 포함하는 최내 백금-함유 고리 (52)의 부분 제외). 한편, 최외 고리 (54)는 최외 고리의 폭이 각 변동되도록 구성된다. 따라서, 단면 단축  $S_a$ 와 평행한 방향으로 최외 고리 (54)를 가로지르는 폭 W1은 단면 단축  $S_a$ 에 수직인 방향으로의 최외 고리 (54)의 폭과 상이할 수 있다.
- [0059] 도 10에 도시된 추가의 또 다른 실시양태에서, 플랜지 어셈블리 (48)는 제1 전극 (56a) 및 제1 전극 (56a)으로부터 180도에 배치된 제2 전극 (56b)을 포함한다. 전류가 대칭으로 주입되고, 도 9의 플랜지 어셈블리 (48)로부터 제거되기 때문에, 전극 (56a), (56b)의 대칭적 배치가 백금-함유 고리 (52) 주위에 보다 균일한 전류 밀도를 제공함에 따라, 백금-함유 고리 (52)는 노치를 포함하지 않는다. 도 5 및 7의 실시양태에 대해 유사한 구성



이 존재하고, 여기서는 복수의 전극의 대칭적 배치가 백금-함유 고리에서의 노치의 필요성을 제거함을 이해하여야 한다. 또한, 도 10의 2개의 전극의 대칭적 배열은 2개의 전극 사이의 중간에 백금-함유 고리 (52)의 배열을 가능하게 함을 인지하여야 한다. 즉, 도 10의 플랜지 어셈블리 (48)는 2개의 대칭축 (66) 및 (70)을 포함하고, 여기서 2개의 대칭축은 수직이다. 또한, 추가의 전극이 사용될 수 있음을 이해하여야 한다. 예를 들어, 4개의 전극의 대칭적 배열이 이용될 수 있고, 여기서 각각의 전극은 플랜지 대칭축을 따라 배치된다. 예를 들어, 2개의 전극은 제1 대칭축 (66)을 따라 서로 반대쪽에 (예를 들어,  $0^{\circ}$  및  $180^{\circ}$ ) 배치되면서, 다른 2개의 전극은 제2 대칭축 (70)을 따라 서로 반대쪽에 (예를 들어,  $90^{\circ}$  및  $270^{\circ}$ ) 배치되도록 전극이 배치될 수 있다. 최내 백금-함유 고리 (52)의 폭 W3은 변하지 않도록 구성될 수 있다. 한편, 최외 고리 (54)는 최외 고리의 폭이 각 변동되도록 구성된다.

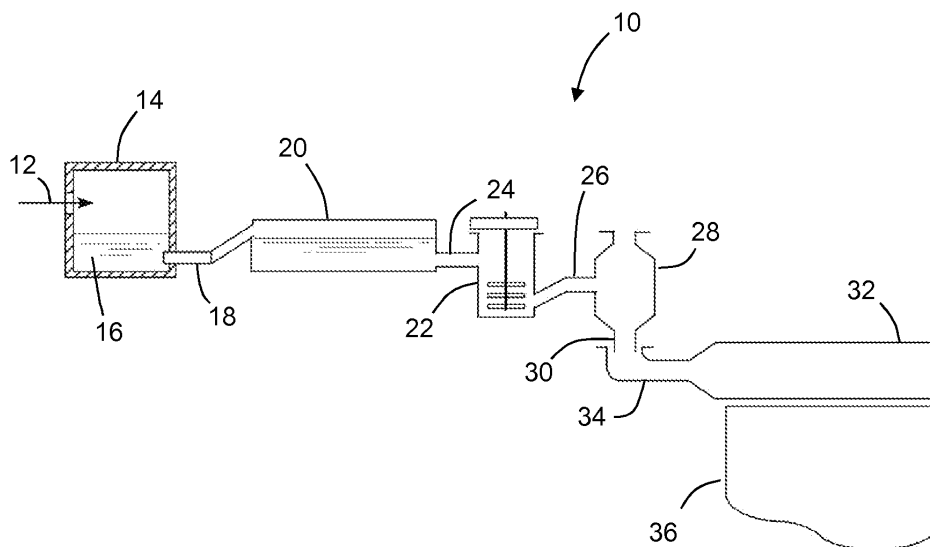
[0060] 상기에서 인지되는 바와 같이, 플랜지 어셈블리 (48)를 연결 도관 (26)과 관련하여 기재하였지만, 본원에 기재된 플랜지는, 직접 저항 가열을 적용하여 용기 내에서 유동되는 물질을 가열하는 비-원형 단면 형상 (즉, 타원 형상)을 갖는 다른 전기 전도성 용기에서 사용될 수도 있다.

[0061] 상기 실시양태 각각에서는 플랜지 자체의 직접적인 능동적 냉각은 수행되지 않음을 인지하여야 한다. 예를 들어, 일부 통상의 전기 플랜지에서 사용되는 바와 같은 플랜지 주연 둘레의 능동적 냉각이 적용되지 않는다. 실로, 일부 플랜지 어셈블리 디자인과 달리, 본원에 기재된 플랜지 어셈블리의 부속물은 능동적 냉각이 수행될 수 있는 플랜지 어셈블리 (48)의 주연 둘레에 배치된 도관 없이 구성될 수 있고, 이로써 높은 전류 근처에서 냉각 액체 누출과 관련된 위험을 제거할 수 있다.

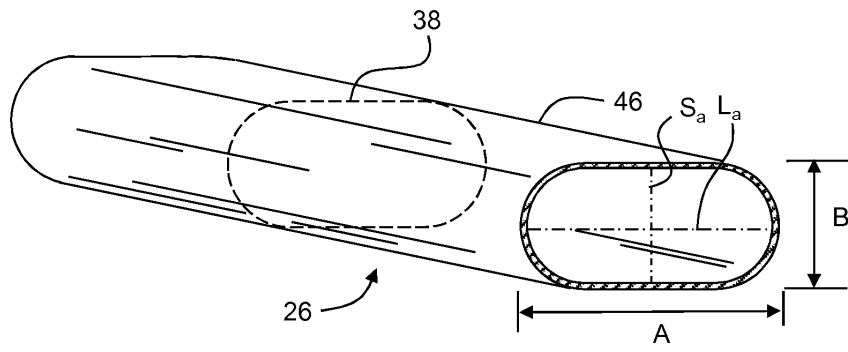
[0062] 상기에 기재된 본 발명의 실시양태, 특히 임의의 "바람직한" 실시양태는, 단지 가능한 구현예이며, 단지 본 발명의 원리의 명확한 이해를 위해 기재된 것임이 강조되어야 한다. 본 발명의 사상 및 원리로부터 실질적으로 벗어나지 않으면서, 상기에 기재된 본 발명의 실시양태에 대한 많은 변화 및 변형이 이루어질 수 있다. 모든 이러한 변형 및 변화는 본 개시내용 및 본 발명의 범위 내에서 본원에 포함되며, 하기 특허청구범위에 의해 보호되는 것으로 의도된다.

## 도면

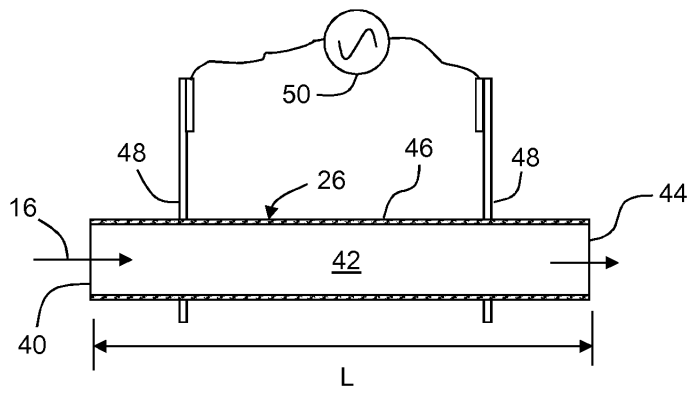
### 도면1



도면2a

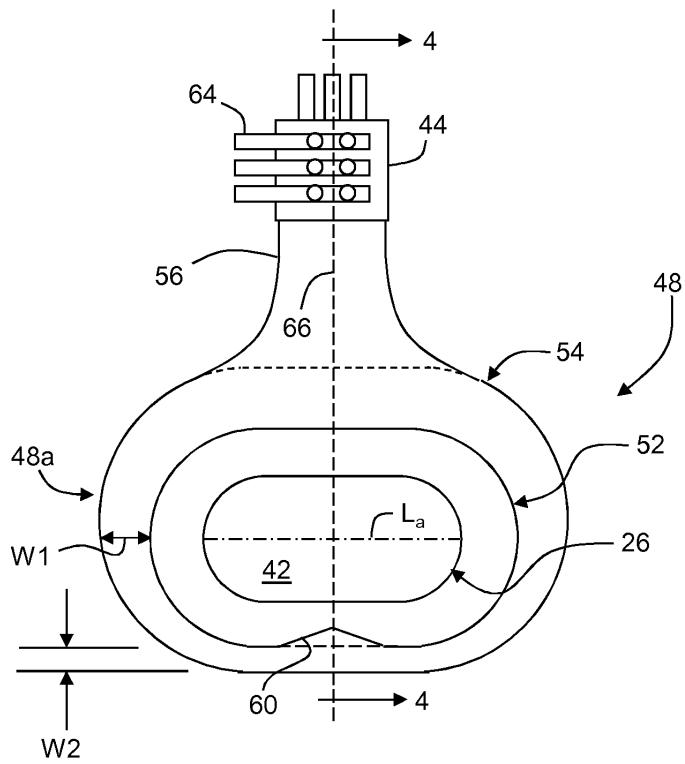


도면2b

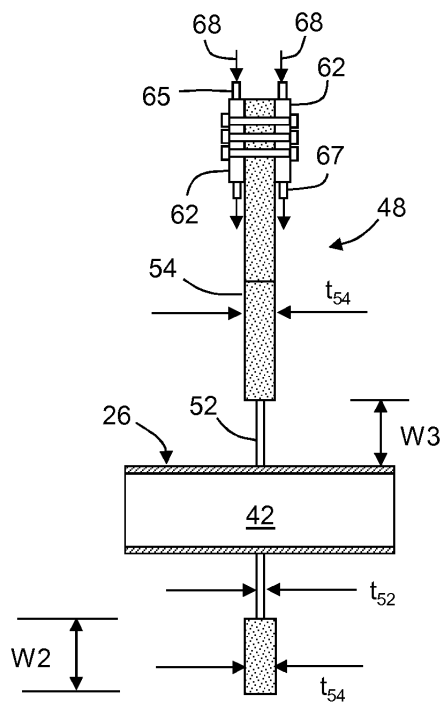




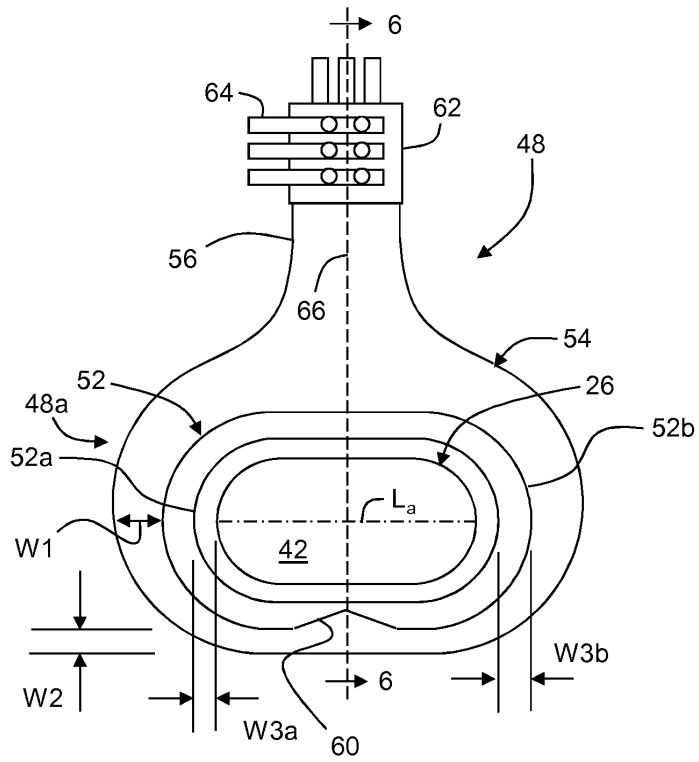
도면3



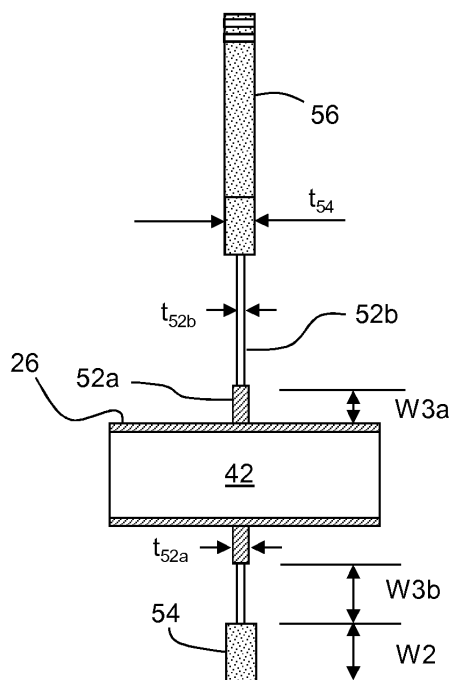
도면4



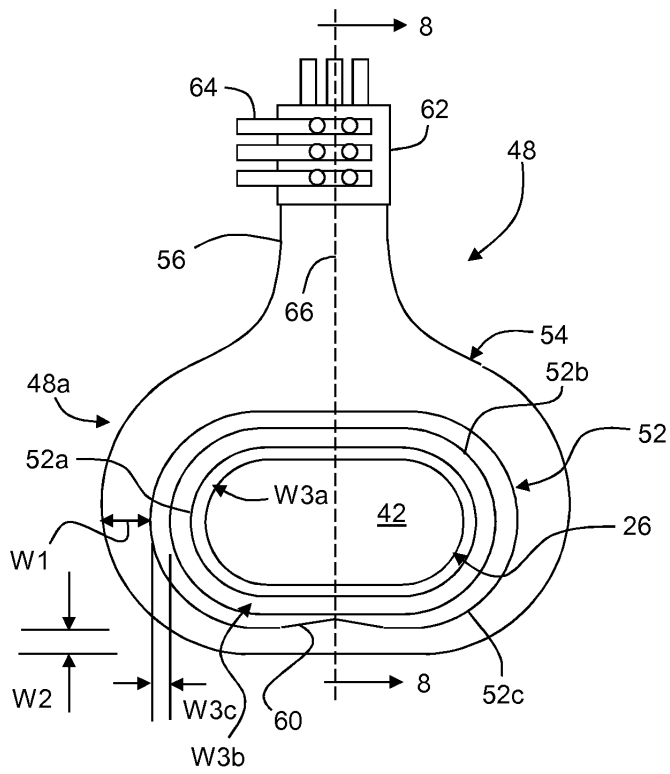
도면5



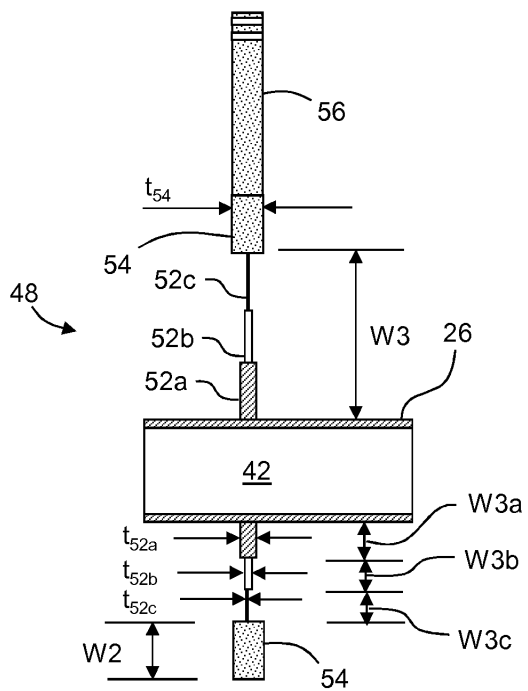
도면6



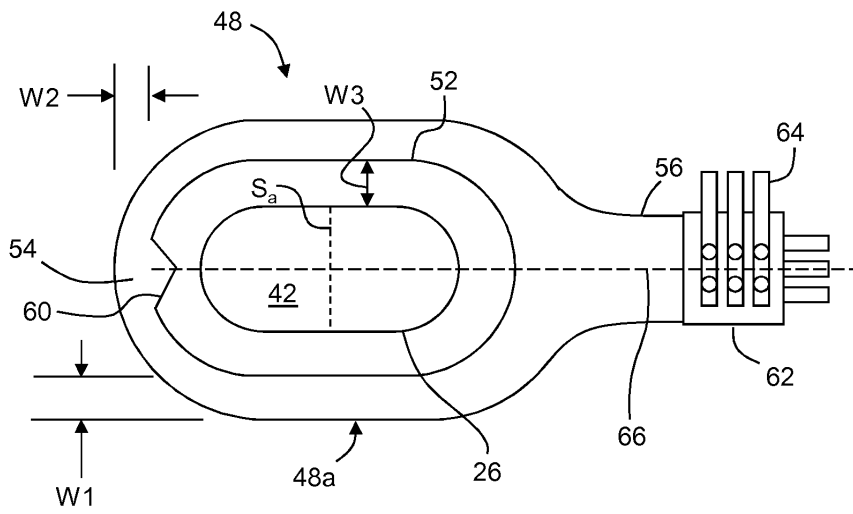
도면7



도면8



도면9



도면10

