(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년09월22일
(11) 등록번호 10-1781212
(24) 등록일자 2017년09월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C03B 5/02 (2006.01) *C03B 5/235* (2006.01)
C03B 5/43 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0067897
(22) 출원일자 2010년07월14일
심사청구일자 2015년06월17일
(65) 공개번호 10-2011-0007059
(43) 공개일자 2011년01월21일
(30) 우선권주장
10 2009 033 502.1 2009년07월15일 독일(DE)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020020038734 A*
JP61268442 A*
US5668827 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
쇼오트 아게
독일, 마인쯔 55122, 하텐베르그슈트라쎄 10
(72) 발명자
콜베르그 우베
독일 55130 마인츠 헨리-모이잔트-슈트라쎄 19아
누에트겐스 지빌
독일 60316 프랑크푸르트 잔트베그 9
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김태홍

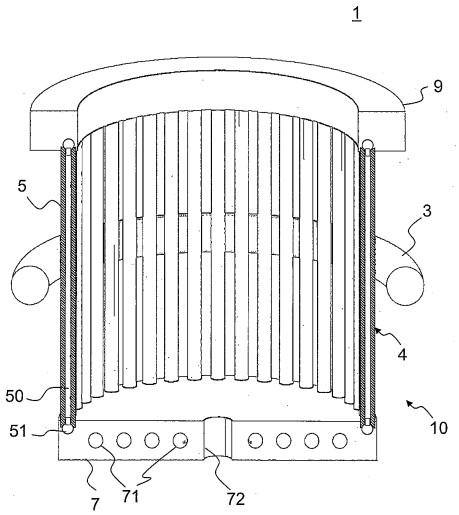
전체 청구항 수 : 총 19 항 심사관 : 홍상표

(54) 발명의 명칭 **유리 용융물로부터 유리 제품을 제조하기 위한 방법 및 장치**

(57) 요 약

본 발명은 유리 용융물로부터 유리 및 유리 세라믹 제품을 연속적으로 제조하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 2가지 종류의 유리 사이의 변경을 단순화하기 위해, 유리용 용융 장치가 마련되며, 이 유리용 용융 장치는, 용융 도가니와, 유도 코일에 의해 형성되는 유도장을 이용하여 유리 용융물을 가열하기 위해 바람직하게는 용융 도가니 주위에 연장되는 유도 코일과, 도가니의 측벽을 형성하는 벽 요소를 포함하며, 이 벽 요소는 유리 용융물이 측벽 상에서 응고되고 스컬 층을 형성하도록 하기 위해 안내될 수 있는 냉각 유체가 통과하는 냉각 채널을 구비하고, 상기 벽 요소의 내측 측부는 적어도 부분적으로 질화알루미늄 함유 세라믹에 의해 형성된다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

키르쉬 토마스

독일 55127 마인츠 레게르슈트라쎄 6

그로쓰 안드레아스

독일 55278 운덴하임 호흐슈트라쎄 11

섀퍼 에른슈트-발터

독일 55576 벨게스하임 오베르가쎄 7

명 세 서

청구범위

청구항 1

용융 도가니(10)를 포함하는 유리용 용융 장치(1)로서, 상기 용융 도가니는,

- 유도 코일(3)에 의해 형성되는 유도장을 이용하여 유리 용융물을 가열하기 위해, 용융 도가니(10) 주위에 연장되는 유도 코일(3)과,

- 용융 도가니(10)의 측벽을 형성하고, 측벽 상에서 유리 용융물이 응고되며 스컬(skull) 층을 형성하도록 하기 위해 안내되는 냉각 유체가 통과하는 냉각 채널(50)을 구비하는 벽 요소(5, 6)

를 구비하며,

- 벽 요소(5, 6)의 내측 측벽은 적어도 부분적으로 산소 함량이 2 몰% 미만인 질화알루미늄 함유 세라믹으로 형성되는 것인 유리용 용융 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 용융 도가니(10)는 이웃하게 연장되는 파이프 형태의 벽 요소(5)를 포함하고, 각각의 파이프의 내부에는 냉각 채널(50)이 형성되며, 이 냉각 채널을 통해 냉각 유체가 안내되는 것을 특징으로 하는 유리용 용융 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 용융 도가니는 플레이트 형상의 벽 요소(6)를 구비하고, 이 벽 요소의 내측 측벽은 질화알루미늄 함유 세라믹으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 유리용 용융 장치.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 용융 도가니(10)는 물로 냉각되는 것을 특징으로 하는 유리용 용융 장치.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 용융 도가니의 바닥 요소(7)를 더 포함하며, 상기 바닥 요소는 적어도 내측 측벽이 질화알루미늄 함유 재료로 형성되는 것을 특징으로 하는 유리용 용융 장치.

청구항 6

제1항 내지 제3항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 벽 요소(5, 6)는 전기 절연 재료로 제작되는 것을 특징으로 하는 유리용 용융 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 벽 요소(5, 6)는 질화알루미늄 함유 세라믹으로 제조되는 것을 특징으로 하는 유리용 용융 장치.

청구항 8

제1항 내지 제3항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 벽 요소(5, 6)의 내측 측벽은 적어도 70 %의 몰 분율의 질화알루미늄을 주성분으로 포함하는 질화알루미늄 함유 세라믹에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 유리용 용융 장치.

청구항 9

제1항 내지 제3항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 질화알루미늄 함유 세라믹은 추가적인 구성성분으로서 질

화붕소를 함유하는 것을 특징으로 하는 유리용 용융 장치.

청구항 10

제1항 내지 제3항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 유리용 용융 장치는 유리의 연속적인 용융을 위해 구성되며, 상기 유리용 용융 장치는, 연속적으로 또는 배치(batch)식으로 용융 충전물을 주입하기 위한 주입 장치뿐만 아니라 작업 중에 연속적으로 배출될 수 있는 유리 용융물이 통과하는 유리 용융물 배출구를 구비하는 것을 특징으로 하는 유리용 용융 장치.

청구항 11

제1항 내지 제3항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 질화알루미늄 함유 세라믹은 20 ℃에서 적어도 85 W/mK의 열 전도도를 갖는 것을 특징으로 하는 유리용 용융 장치.

청구항 12

제1항 내지 제3항 중 어느 하나의 항에 있어서, 20 ℃의 온도에서 질화알루미늄 함유 세라믹의 전기 전도도는 10^{-8} S/m 미만인 것을 특징으로 하는 유리용 용융 장치.

청구항 13

제1항 내지 제3항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 용융 도가니의 내측 측벽의 둘레는 바닥을 향할수록 넓어지며, 바닥과 측벽은 서로 분리될 수 있는 것을 특징으로 하는 유리용 용융 장치.

청구항 14

삭제

청구항 15

유리의 용융 방법으로서, 제1항에 따른 유리용 용융 장치(1)에 의한 유리의 용융 방법에 있어서, 연속적으로 또는 배치식으로,

- 제1 유리 조성물을 위한 용융 충전물이 도가니에 주입되고,

- 도가니(10) 내의 용융 충전물은 도가니 내에 이미 존재하는 유리 용융물 내에서 용융되며,

- 상기 용융물은 유도 코일(3)에 의해 형성되는 전자기장에 의해 가열되고,

- 도가니 측벽 상에 스컬 층이 유지되도록 하기 위해 도가니(10)의 측벽은 냉각 채널(50)을 통해 안내되는 냉각 유체를 이용하여 동시에 냉각되며,

- 도가니(10) 밖으로 상기 용융물을 연속적으로 쏟아내고,

- 스컬 층이 붙게 되는 도가니(10)의 내측 측벽의 적어도 일부는 산소 함량이 2 몰% 미만인 질화알루미늄 함유 세라믹으로 형성되며,

- 유리 용융물의 조성이 변경되고, 유리 용융물의 조성을 변경하는 것은,

- 용융물 또는 용융물의 잔류물이 냉각되는 단계로서, 냉각된 용융물이 질화알루미늄 함유 세라믹에 의해 형성된 측벽의 내측 측벽으로부터 떨어지는 것인 단계와,

- 냉각된 용융물의 제거 단계와,

- 제2 유리 조성의 용융 충전물이 쏟아져 들어가는 단계와,

- 쏟아져 들어간 용융 충전물의 영역을 용융시키는 단계와,

- 유도 코일(3)을 이용하여 용융 충전물의 용융된 영역에 전자기 에너지를 커플링시키고 용융 충전물을 추가로 가열하는 단계로서, 이때 나머지 용융 충전물이 또한 용융되며 새로운 스컬 층이 냉각된 도가니 측벽에 형성되는 것인 단계와,

- 연속적으로 또는 배치식으로 용융 충전물을 주입하고 용융된 유리를 연속적으로 배출함으로써 제2 유리 조성

물을 이용하여 연속적인 용융 과정을 지속하는 단계

를 더 포함하는 것인 유리의 용융 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 용융물의 냉각에 앞서 도가니(10)를 비우는 것을 특징으로 하는 유리의 용융 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 비소가 없고 알칼리가 없는 규산알루미늄 유리, 플루오로인산염 유리, 또는 란탄 붕산염 유리가 용융되는 것을 특징으로 하는 유리의 용융 방법.

청구항 18

제15항 내지 제17항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 도가니 측벽은 수냉식인 것을 특징으로 하는 유리의 용융 방법.

청구항 19

제15항 내지 제17항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 유리 용융물의 결정화 층이 질화알루미늄 함유 세라믹 상에 형성되는 것을 특징으로 하는 유리의 용융 방법.

청구항 20

제15항 내지 제17항 중 어느 하나의 항에 있어서, 용융 과정이 도가니에서 이루어지며, 이를 위해 도가니의 내측 측벽의 둘레는 바닥을 향할수록 넓어지고, 바닥과 측벽은 서로 분리될 수 있으며, 용융물 또는 용융물의 잔류물의 냉각 단계 이후에, 바닥과 측벽을 서로 수직 방향으로 분리한 후 냉각된 용융물이 제거되고, 바닥에 있는 나머지 응고된 용융물은 상기 분리 이후에 제거되며, 상기 용융물의 제거 이후에 바닥 및 측벽이 재조립되고, 제2 유리 조성의 용융 충전물이 쏟아져 들어가는 것인 유리의 용융 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 유리 용융물로부터 유리 및 유리 세라믹 제품을 연속적으로 제조하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 특히 고순도 유리 및 유리 세라믹과 같은 유리 제품은, 일반적으로 석영 유리뿐만 아니라 백금 또는 백금 합금과 같은 귀금속으로 제조되는 용융 용기 내에서 제조된다. 그러나, 이들은, 예컨대 유리 용융물에 혼입되는 백금 이온으로 인한 황화 및/또는 유리 용융물에서의 석영 유리 도가니 재료의 분해로 인한 다른 이질성 및 스트리크(streak)뿐만 아니라 혼입된 백금 입자에서의 산란 효과와 같은 단점을 갖는다고 알려져 있다.

[0003] 추가적으로, 고순도 유리 및 유리 세라믹을 위한 유리 용융물은 주로 각각의 경우에 사용되는 도가니 재료에 대해 상당히 어그레시브(aggressive)하다. 결과적으로, 장비의 마모 및 제조의 조기 종료가 발생한다.

[0004] DE 102 44 807 A1으로부터 소위 스컬(skull) 용융 유닛의 사용을 통한 이들 단점에 대한 해결책이 공지되어 있으며, 상기 스컬 용융 유닛은 수냉식 구리 파이프로 구성되는 멀티 턴 코일과, 금속(Cu, Al, Ni-Cr-Fe 합금 또는 가능하다면 Pt)으로 제조되며 코일 축선에 평행하게 울타리(palisade)형으로 배치되는 파이프로 구성되는 스컬 도가니를 포함하고, 상기 파이프는 또한 "저온 지형부(cold finger)"라고도 부른다. 스컬 도가니의 파이프들은, 스컬 도가니 내에 존재하는 유체 유리 내로 인가되는 고주파 전기장이 침투할 수 있도록 하기 위해, 그리고 맴돌이 전류의 발생과의 직접적인 커플링(in-coupling)에 의해 상기 유체 유리를 더 가열하기 위해, 최소한의 간격을 가져야만 한다. 응고되는/결정화되는 본래의 재료의 크러스트가 냉각된 금속 도가니와 고온 유리 사이에 형성된다. 이는 부식성의 유리 파괴작용(attack)에 대해 금속제 도가니를 보호하는 기능 및 금속으로부터의 불순물 혼입에 대해 유리를 보호하는 기능을 가지며, 누출 배리어를 형성하고, 유리로부터 냉각 매체로의 열

손실을 줄여준다.

[0005] 이들 기능은 인용된 용융 방법에 의해 이행된다. 더구나, 양질의 유리 제품을 제조할 수 있다. 그러나, 이러한 용융 방법은 아래에 제시되는 단점을 갖는다.

[0006] 1000 V를 초과하는 높은 작동 전압은, 주로 코일과 도가니 사이에서 그리고 특히 먼지가 많은 환경에서 반복적으로 섬락(flashover)을 유발한다. 이는 작동에 있어서 장시간의 중단을 초래할 수 있으며 이에 따라 제조 비용이 높아지는 원인이 될 수 있다.

[0007] 높은 전압은 상기 유닛을 조작하는 사람에게 잠재적인 위험 요인이 된다.

[0008] 결과적으로, 특히 도가니에서의 전압 강하로 인해 전체 파워의 10 내지 20 %인 아이들 파워(idle power)가 생성된다.

[0009] 추가적으로, 금속제 바닥에서 뿐만 아니라 도가니의 측벽을 형성하며 울타리(palisade)형으로 배치되는 금속제 파이프에서, 에너지가 흡수되거나 반사되며 용융 과정에 더 이상 이용할 수 없게 된다. 인가되는 고주파 전기장을 이용하여 용융물의 가열을 가능하게 하기 위해, 에너지 입력이 가능한 효율적이 되도록 보장할 필요가 있다. 용융 유닛에 속하는 금속제 재료에서의 손실은 가능한 최대 한도로 최소화되어야만 한다. 그러나, 용융 유닛에서의 세라믹의 사용과는 대조적으로, 다수의 유리 및 유리 세라믹 용융물은 세라믹 재료에 대해 높은 부식성을 나타낸다. 따라서, 내화 성분으로 이루어진 세라믹이 용융 유닛을 위해 사용된다면, 적절한 누출 방지가 전혀 이루어지지 않는다. 추가적으로, 세라믹 라이닝의 분해 생성물은 스트리크, 기포, 변색, 및 유리에서의 다른 결함을 초래하며, 이는 제품의 품질을 실질적으로 손상시킨다.

[0010] 일반적으로 용융 도가니 및 또한 이에 따른 스컬 도가니에 의해 발생하는 또 다른 문제는, 연속 작업 유닛에서 유리 조성물을 변경시키는 것이다. 통상적인 방법은, 단순히 용융 과정 중에 도입되는 배치(batch)의 성분을 변경시키는 것으로 이루어진다. 이렇게 함에 있어서, 단지 점차적으로 배치의 조성을 변경시킨 이후에 제조된 유리가 요구되는 조성을 갖는 것으로 가정한다는 문제가 있다. 이러한 경우에 있어서, 요구되는 유리 특성에 대해 적어도 조성 상의 차이를 감지할 수 있는 한, 혼합 조성을 갖는 제조된 유리의 상당량은 이용될 수 없다. 추가적으로, 요구되는 유리 조성이 달성될 때까지의 비생산적인 시구간으로 인해 제조 비용이 증가하게 된다.

[0011] 다른 한편으로, 도가니가 냉각되면, 응고된 유리 잔류물은 제거되어야만 한다. 그러나, 이들 잔류물은 용융물과 접촉하고 있는 도가니의 표면에 붙게 된다. 유리가 떨어져 나갈 때 도가니는 손상될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 따라서, 본 발명의 과제는 2가지 종류의 유리 사이의 변경을 단순화하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명의 과제는 독립 청구항의 청구 대상에 의해 해결된다. 본 발명의 유리한 실시예 및 개량은 각각의 종속 청구항에 제시되어 있다.

[0014] 본 발명에 따르면, 유리용 용융 장치가 제공되며, 이 용융 장치는, 용융 도가니와, 유도 코일에 의해 형성되는 유도장을 이용하여 유리 용융물을 가열하기 위해 바람직하게는 용융 도가니 주위에 연장되는 유도 코일과, 도가니의 측벽을 형성하는 벽 요소를 포함하며, 벽 요소는 유리 용융물이 측벽 상에서 응고되고 스컬 층을 형성하도록 하기 위해 안내되는 냉각 유체가 통과하는 냉각 채널을 구비하며, 상기 벽 요소의 내측 측부는 적어도 부분적으로 질화알루미늄 함유 세라믹, 특히 질화알루미늄 세라믹에 의해 형성된다.

[0015] 따라서, 본 발명에 따르면, 도가니의 측방향 내측 측벽의 용융물 접촉면은 적어도 부분적으로 질화알루미늄 세라믹 또는 질화알루미늄 함유 세라믹에 의해 형성된다. 질화알루미늄은, 한편으로는 이들 재료가 전기 절연성이며 다른 한편으로는 또한 양호한 열 전도도를 갖는다는 장점이 있다. 양호한 열 전도도 때문에, 도가니 측벽은 심지어 전체적으로 질화알루미늄 세라믹으로 제조될 수 있다. 다시 말하면, 도가니의 벽 요소가 질화알루미늄 함유 세라믹으로 제조되도록 하기 위해 스컬 도가니를 위한 다른 방식의 통상적인 금속 파이프는 질화알루미늄 함유 세라믹으로 대체된다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 벽 요소는 이웃하게 연장되는 파이프의 형태로 구성될 수 있으며, 파이프의 내

측은, 안내되는 냉각 유체가 통과하는 냉각 채널을 각각 형성한다.

[0017] 대안으로 또는 추가적으로, 적어도 내측 측부는 질화알루미늄 함유 세라믹인 플레이트 형상의 측벽 요소를 마련할 수 있다.

[0018] 질화알루미늄은 또한 전기 절연성이기 때문에, 벽 요소가 전기 절연 재료, 특히 질화알루미늄 함유 세라믹으로 완전하게 제조되어 있으면, 유도 코일의 전자기장은 벽 요소에 의해 전혀 영향을 받지 않거나 단지 미미한 영향을 받는다. 스컬 도가니의 통상적인 금속 파이프 구조 때문에 발생하는 전술한 문제는 이에 따라 해소된다.

[0019] 상기 재료의 장점 때문에, 또한, 적어도 내측 측부가 질화알루미늄 함유 재료로 제조되는 도가니의 바닥 요소를 마련할 수 있다.

[0020] 바람직하게는, 도가니의 냉각은 물을 이용하여 이루어진다.

[0021] 충분히 양호한 열 전도도를 얻기 위해, 우세한 몰 분율의 질화알루미늄을 함유하는 질화알루미늄 함유 세라믹에 의해 벽 요소의 내측 측부를 형성하는 것이 매우 바람직하다. 바람직하게는, 상기 세라믹에서 질화알루미늄의 몰 분율은 적어도 70 %이다. 이제, 본 발명의 개량에 있어서, 용융물 접촉면의 질화알루미늄 함유 세라믹은, 적절한 경우, 추가적인 성분으로서 질화붕소를 함유할 수 있다. 질화붕소도 또한 낮지만 양호한 열 전도도를 갖는다. 그러나, 질화붕소의 혼합은 재료의 가공을 보다 용이하게 하며, 이는 용융 장치의 제조 비용과 관련하여 유리하다.

[0022] 순수한 질화알루미늄 세라믹이 채용되든지 또는 예컨대 전술한 질화붕소와 같은 다른 혼합물이 사용되는지에 상관없이, 20 ℃에서 측정되는 세라믹의 열 전도도가 적어도 85 W/mK이면 유리하다. 순수한 질화알루미늄 세라믹 또는 예컨대 질화붕소가 소량 혼합된 세라믹의 경우에는, 심지어 130 W/mK보다 높은 열 전도도 값을 얻을 수 있다.

[0023] 전자기장의 침투가 거의 방해받지 않도록 보장하기 위해, 질화알루미늄 함유 세라믹의 전기 전도도가 20 ℃ 온도에서 10^{-8} S/m 미만이라면 더욱 유리하다. 순수한 질화알루미늄의 전기 전도도는, 예컨대 이 값보다 현저하게 낮다.

[0024] 재료 자체로서, 질화알루미늄은 심지어 매우 어그레시브한 용융물에서도 장기 안정성이 높다는 것을 알 수 있었다. 따라서, 용융 장치는 유리의 연속적인 용융에 매우 바람직하게 구성되며, 상기 장치는, 연속적으로 또는 배치식으로 용융 충전물이 주입되도록 하기 위한 주입 장치뿐만 아니라, 작동 중에 연속적으로 배출될 수 있는 유리 용융물이 통과하는 유리 용융물 출구를 구비한다.

[0025] 추가적으로, 용융물 접촉 재료로서 질화알루미늄의 특수한 특성은, 유리가 질화알루미늄에 붙지 않거나 거의 붙지 않는다는 것이다. 일반적으로, 응고된 유리 용융물은 심지어 자체적으로 세라믹으로부터 떨어진다. 이에 따라 도가니를 비우거나 냉각한 후 도가니는 매우 간단한 방식으로 유리 잔류물을 없앨 수 있다는 구체적인 장점을 갖게 된다. 따라서, 이는 연속적으로 작동하는 용융 도가니에서 복잡하고 비용 집약적인 재용융을 피할 수 있는 가능성을 수반하며, 이때 제1 용융 조성물은 계속 작업이 진행되는 상태에서 제2 용융 조성물로 대체되고, 이에 따라 용융된 유리의 조성은 점차적으로 변경된다.

[0026] 이를 위해, 본 발명에 따라, 특히 전술한 바와 같은 장치를 이용하여 유리를 용융하기 위한 방법이 마련되며, 이 방법에서는 연속적으로 또는 배치식으로,

[0027] - 제1 조성물을 위해 용융 충전물이 도가니에 주입되며,

[0028] - 도가니에 존재하는 유리 용융물에 용융 충전물이 용융되고,

[0029] - 스컬 층이 도가니 측벽 상에 유지되도록 하기 위해 도가니의 측벽은 냉각 채널을 통해 냉각 유체를 안내함으로써 동시에 냉각되며,

[0030] 용융물이 연속적으로 도가니에서 쏟아져 나오고,

[0031] 스컬 층이 붙게 되는 도가니의 내측 측부의 적어도 일부는 질화알루미늄 함유 세라믹으로 형성될 때

[0032] 유도 코일에 의해 형성되는 전자기장에 의해 상기 용융물이 가열되며,

[0033] - 유리 용융물의 조성이 변경된다. 유리 용융물의 조성을 변경하는 것은,

[0034] - 냉각된 용융물이 질화알루미늄 함유 세라믹으로 형성되는 측벽의 내측 측부로부터 떨어지도록 하면서 용융물

또는 용융물의 잔류물을 냉각하는 단계와,

[0035] - 냉각된 용융물을 제거하는 단계와,

[0036] - 제2 유리 조성의 용융 충전물이 쏟아져 들어가는 단계와,

[0037] - 쏟아져 들어간 용융 충전물의 영역을 용융하는 단계와,

[0038] - 유도 코일을 이용하여 용융 충전물의 용융된 영역에 전자기 에너지를 커플링시키고 용융 충전물을 추가로 가열하는 단계로서, 이때 나머지 용융 충전물이 또한 용융되고 새로운 스컬 층이 냉각된 도가니 측벽 상에 형성되는 것인 단계와,

[0039] - 연속적으로 또는 배치식으로 용융 충전물을 주입하고 녹은 유리를 연속적으로 배출함으로써 제2 유리 조성물을 이용하여 연속적인 용융 과정을 지속하는 단계

[0040] 를 더 포함한다.

[0041] 일반적으로, 유리 용융물의 변경 중에, 용융물을 냉각하기에 앞서 또는 그렇지 않으면 유도 코일의 교호하는 전자기장을 스위치 오프하기에 앞서 도가니를 비우는 것이 유리함은 물론이다.

[0042] 보통, 어떠한 추가적인 조치 없이, 다시 말하면 끌이나 유사한 도구를 사용하지 않고 질화알루미늄 함유 세라믹으로 제조된 용융물 접촉면으로부터 도가니에 남아있는 유리 용융물이 떨어질 수 있는데, 이는 질화알루미늄의 낮은 표면 에너지로 인해 유리가 붙는 것이 방지되기 때문이다. 질화붕소도 또한 표면 에너지가 작기 때문에, 이는 또한 질화붕소의 혼합물을 함유하는 용융물 접촉면, 다시 말하면 질화붕소-질화알루미늄 세라믹에도 적용된다.

[0043] 본 발명에 따른 방법 또는 본 발명에 따른 장치에 매우 적합한 유리는, 바람직하게는 비소가 없고 알칼리가 없는 규산알루미늄 유리, 플루오로인산염 유리, 및 란탄 붕산염 유리이다.

[0044] 추가적으로, 질화알루미늄은 또한 이들 유리에 대해 양호한 감마(antifriction) 특성을 나타낸다. 특히, 냉각이 이루어지지 않고 스컬 층이 용융되는 경우에도 질화알루미늄에 대한 용융물의 파괴작용은 적다.

[0045] 대조적으로, 일부 다른 유리, 예컨대 광섬유를 위한 비소 함유 유리의 경우에는, 상당한 기포 형성과 함께 용융물의 보다 강력한 파괴작용이 발생한다. 그러나, 영구적인 냉각이 보장된다면 이러한 유리도 또한 사용될 수 있음은 분명하다.

[0046] 또한, 어떠한 경우에도, 용융물의 잔류물이 쉽게, 그리고 이에 따라 실제적으로 도가니에 잔류물이 없도록 하는 방식으로 제거될 수 있으므로, 매우 광범위한 유리들 사이의 전환, 예컨대 전술한 유형들의 유리 사이의 전환이 어떠한 추가적인 조치 없이도 가능하다.

[0047] 광섬유를 위한 전술한 비소 함유 유리, 란탄 붕산염 유리, 및 플루오로인산염 유리와 같은 일부 유리의 경우에 있어서 특정 작동 시간이 경과한 후, 용융물로부터 질화알루미늄 함유 세라믹 상에 결정화 층이 형성되는 것을 발견하였다. 이때, 상기 결정화 층은 응고된 유리 층과 마찬가지로 쉽게 제거될 수 있으며 또한 세라믹에 대한 임의의 현저한 파괴작용이 없음을 알 수 있었다.

[0048] 또한, 특히 도가니 내측 측벽의 둘레가 바닥을 향해 또는 바닥 요소를 향해 넓어지며 바닥과 측벽이 떨어질 수 있을 때, 2가지 상이한 유리 조성 사이의 변경 또는 재용융 및 도가니의 세척이 용이할 수 있다. 다시 말하면, 둘레가 넓어지기 때문에, 도가니 내측 측벽은 적어도 이웃하는 측벽의 바닥 에지 영역에서 확대 단면 또는 적어도 바닥을 향해 넓어지는 단면 영역을 갖는다. 예를 들면, 도가니는 종 형상 또는 원추 형상으로 넓어질 수 있다.

[0049] 용융물 조성의 변경은 다음과 같이 이루어질 수 있다.

[0050] 전술한 바와 같이, 도가니 내에 남아있는 용융물이 우선 냉각된다. 이때, 바닥과 측벽을 수직 방향으로 서로 분리함으로써, 예컨대 바닥을 하방으로 이동시키거나 또는 측벽을 상방으로 이동시킴으로써, 간단하게 냉각된 용융물을 제거한다. 측벽의 둘레가 바닥을 향해 넓어지도록 한 결과로서, 응고된 용융물이 측벽에 붙지 않고 바닥에 있게 된다. 용융물이 더 이상 환형 측벽에 의해 둘러싸여 있지 않게 되기 때문에, 응고된 유리 용융 잔류물은 이때 매우 간단한 방식으로 노출된 바닥으로부터 제거될 수 있다. 예를 들면, 이를 위해, 바닥으로부터 측부로 용융물을 밀어낼 수도 있고 밖으로 버릴 수 있다. 제거 이후에, 바닥과 측벽은 재조립되며 제2 유리 조성의 용융 충전물이 쏟아져 들어간다.

[0051] 게다가, 질화알루미늄은, 냉각된 측벽에 대해 용융물의 파괴작용이 단지 미미하다는 이유로 장기간 작동에서 작동 시간이 긴 경우에 매우 적합함이 입증되었다.

[0052] 이에 따라, 용융물 조성의 변경 사이의 간격이 길어질 수 있다. 따라서, 장시간 작동에 있어서, 도가니는 적어도 2개월의 유효 수명을 가질 수도 있고, 장기간 작동에서 적어도 2달 동안 작동될 수도 있다. 본 발명에 따른 도가니를 이용하면 훨씬 더 현저하게 긴 유효 수명도 가능하다. 바람직하게는, 작동 시간은 적어도 6개월이다. 예를 들어, 전술한 유리 조성물의 변경으로 인해 잠시 중단되는 작동은, 이 경우에 도가니가 작동 기간 내에서 용융 작업 시간의 적어도 85 %만큼 작동되는 한, 장기 작업으로서 간주된다.

[0053] 질화알루미늄의 열 전도도는 산소 함량에 크게 좌우되기 때문에, 질화물 세라믹, 또는 일반적으로 산소 함량이 낮은 질화알루미늄 함유 세라믹을 사용하는 것이 유리하다. 그러나, 산소는 질화알루미늄 세라믹의 통상적인 구성성분이다. 산소 함량이 높아지면, 열 전도도는 점근적으로 감소한다. 이러한 이유로, 산소 함량이 2 몰% 미만인 질화알루미늄 세라믹을 사용하는 것이 바람직하다.

[0054] 게다가, 질화알루미늄은 비교적 쉽게 산화되는데, 이때 산화율은 온도에 따라 선형적으로 증가한다. 따라서, 한편으로는 대기 중 산소에 의한 산화를 방지하고 다른 한편으로는 무엇보다도 용융물로부터의 산소에 의한 산화를 방지하기 위해, 질화알루미늄 함유 재료의 적절한 냉각이 중요하다. 일단 이러한 과정이 개시되면, 이는 자체 강화 과정(self-reinforcing process)을 유발하는데, 즉 높아진 온도로 인해 산화가 촉진되며, 산화가 촉진됨으로 인해 재료의 열 전도도가 낮아지고, 이에 따라 다시 온도가 높아진다. 특히, 본 발명의 매우 바람직한 실시예에 있어서, 벽 요소의 내측 측부는, 그 표면 온도가 용융물과 마주하는 쪽에서 또는 그 내측 측부에서 750 ℃ 미만, 바람직하게는 500 ℃ 미만이 되도록 냉각된다. 이와 반대로 측부 벽 재료로서 전술한 산소 함량이 낮은 질화알루미늄이 채용된다면, 이러한 자체 강화 과정은 장시간에 걸쳐 효과적으로 억제되며, 이에 따라 긴 유효 수명이 달성된다.

[0055] 첨부 도면을 참고하고 예시적인 실시예에 기초하여 이하에서 보다 상세하게 본 발명을 설명한다. 여기서, 동일한 도면 부호는 동일한 요소 또는 대응하는 요소를 나타낸다.

발명의 효과

[0056] 본 발명에 따르면, 2가지 종류의 유리 사이의 변경을 단순화할 수 있는, 유리 용융물로부터 유리 제품을 제조하기 위한 방법 및 장치를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0057] 도 1은 본 발명에 따른 장치의 예시적인 제1 실시예의 절개도이다.

도 2는 예시적인 제2 실시예에 따른 장치의 일부의 도면이다.

도 3은 다양한 유리 용융물에서 세라믹의 특성을 시험하기 위한 질화알루미늄 세라믹으로 제조된 저온 지형부를 관통하는 단면이다.

도 4 내지 도 6은 용융물 성분을 변경하기 위한 방법의 단계들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0058] 도 1은 용융 도가니(10)를 구비하는 본 발명에 따른 유리용 용융 장치(1)의 절개도를 도시한 것이다.

[0059] 유도 코일(3)은, 유도 코일(3)에 의해 형성되는 유도장을 이용하여 유리 용융물을 가열하기 위해 용융 도가니(10) 주위에 환형으로 연장된다.

[0060] 도가니(10)의 측벽(4)은, 바람직하게는 질화알루미늄 세라믹이며 선택적으로 질화붕소의 혼합물을 함유하는 질화알루미늄 함유 세라믹으로 제조되는 파이프(5) 형태로 벽 요소에 의해 형성된다. 각각의 파이프(5)에는 냉각 채널(50)이 연장되며, 이 냉각 채널을 통해 도가니의 작동 중에 냉각수가 안내되고, 이에 따라 유리 용융물은 측벽 상에서 응고되며 스컬 층을 형성한다. 냉각 채널(50)은 공통 공급 채널(51)에 연결된다.

[0061] 질화알루미늄 함유 세라믹으로 제조되는 파이프(5)는 전기 절연성이다. 이에 따라, 유도 코일(3)의 교호하는 전자기장은 용융물 내로 자유롭게 침투할 수 있다. 금속 파이프로 구성되는, 유리 용융물을 위한 통상적인 스컬 도가니의 경우와는 반대로, 측벽의 파이프(5)에서는 상기 전자기장에 의해 어떠한 전류도 유도되지 않는다.

파이프(5)를 위해 사용되는 질화알루미늄 함유 세라믹은 또한 20 ℃에서 적어도 85 W/mK의 열 전도도 및 10^{-8} S/m 미만의 전기 전도도를 갖는다. 바람직하게는, 이를 위해, 산소 함량이 2 몰% 미만인 질화알루미늄 세라믹이 사용된다. 도가니의 작동 중에 질화알루미늄 세라믹의 산화를 방지하기 위해, 파이프(5)는 추가로 냉각되며, 이에 따라 파이프의 표면 온도는 750 ℃ 미만, 바람직하게는 500 ℃ 미만으로 유지된다.

[0062] 도가니(10)의 바닥 쪽은, 마찬가지로 냉각 채널(71)을 통해 냉각되는 바닥 요소(7)에 의해 형성된다. 바닥 요소(7), 적어도 바닥 요소의 내측 측부는 또한 바람직하게는 질화알루미늄 함유 세라믹으로 제조된다. 측벽과 마찬가지로 바닥 요소(7)가 또한 전기 절연성이라면, 코일(3)의 전자기장은 용융물 내로 방해받지 않고 완전하게 침투할 수 있다. 이러한 방식으로, 용융 장치(1)의 효율이 현저하게 개선된다.

[0063] 파이프(5)의 상단부는, 예컨대 크바르짤(Quarzal) 또는 다른 온도 안정성 재료(temperature-stable material)로 제조되는 링(9)을 이용하여 적소에 고정된다. 도 1에 도시된 예에 있어서, 링(9) 및 바닥 부분(7)에는 공급 채널(51)이 마련되며, 이 공급 채널을 통해 파이프(5)를 위한 냉각수가 공급되거나 배출된다.

[0064] 추가적으로 바닥 부분(7)에는 배출구(72)가 마련된다. 이러한 배출구(72)는, 유리 조성물이 변경될 때 용융물을 배출하기 위해서 뿐만 아니라 예를 들면 연결된 수직 파이프를 이용하여 연속 작업 동안 용융물이 일정하게 배출되도록 하기 위해서 채용된다.

[0065] 대안으로, 배출구는 또한 용융물을 배출하기 위해 용융물 표면 영역에 마련될 수 있다. 이러한 경우에 있어서, 배출구 전방에는 용융물에 침지되는 배리어가 마련되는 것이 유리하며, 이는 아직 용융되지 않은 상태로 도입되는 용융 충전물이 직접 배출구로 유입되는 것을 방지한다.

[0066] 도 2는 도 1에 도시된 예시적인 실시예의 변형에 따른 장치(1)의 일부를 도시한 것이다. 이러한 변형에 있어서, 도가니(10)의 측벽은 질화알루미늄 함유 세라믹으로 제조되는 플레이트 형상의 요소(6)로 이루어진다. 플레이트 형상의 요소(6)에는 또한 냉각 채널(50)이 마련되며, 스컬 층을 형성하기 위해 상기 냉각 채널을 통해 작업 중에 냉각수가 안내된다. 유도 코일 및 선택적으로 마련되는 링(9)은 도시되어 있지 않다.

[0067] 이하에서는, 전술한 장치를 위한 용융물 접촉 재료로서 질화알루미늄을 이용한 여러 가지 실험에 관해 설명할 것이다.

[0068] 용융물 접촉 재료로서 질화알루미늄 세라믹의 적절성은, 비소 함유 유리 섬유(PW4로 표시됨)와, 플루오로인산염 유리(N-PK52A로 표시됨)와, 란탄 붕산염 유리(N-LaSF31A로 표시됨)를 이용하여 시험되었다. 도 3에 도시된 바와 같이, 시험을 위해 질화알루미늄 세라믹으로 제조된 냉각식 지형부가 마련되었다. 지형부(21)에는, 단부(22)에서 횡단 보어(25)를 통해 서로 연통되는 2개의 길이방향 보어(23, 24)가 마련된다. 횡단 보어(25)는 2개의 플러그(26)를 이용하여 밀봉된다. 길이방향 보어(23, 24)에는 구리 파이프(27)가 부착되며, 이 구리 파이프를 통해 냉각수가 공급되고 배출된다. 유동 방향은 길이방향 보어(23, 24)에 화살표 기호로 표시되어 있다.

[0069] 저온 지형부(20)는 유리 용융물 내에 그 단부(22)가 침지되었으며, 각각의 실험 중에 침지된 위치에서 이를 약 24 시간 동안 유지한 후 꺼내었다.

[0070] 비소 함유 유리 섬유의 용융물의 온도는 1350 ℃이었다. 저온 지형부를 용융물로부터 꺼낸 이후, 약 5 ㎜ 두께인 용융 재료의 결정화 층을 발견하였다. 그러나, 이 결정화 층은 질화알루미늄 세라믹에 견고하게 붙지 않는다.

[0071] 란탄 붕산염 유리 용융물의 온도는 약 1400 ℃이었다. 저온 지형부 바로 위에서 약 1 내지 2 ㎜ 두께의 유리층이 발견되었으며, 이 유리 층은 다시 약 6 내지 7 ㎜ 두께의 결정화 층에 의해 둘러싸여 있었다. 이들 잔류물은 또한 아무런 문제 없이 용융물로부터 떨어질 수 있었다.

[0072] 약 900 ℃의 플루오로인산염 유리 용융물 내에서 보관한 후에는, 저온 지형부 상에서 단지 하나의 유리 층만이 발견되었다. 이에 따라, 결정화는 관찰되지 않았다. 유리 층은 또한 쉽게 떨어질 수 있었다.

[0073] 전술한 어떠한 시험에서도, 질화알루미늄 세라믹 상에서 용융물에 의한 임의의 현저한 파괴작용이 관찰되지 않았다.

[0074] 용융물에 의한 파괴작용을 시험하기 위해, 저온 지형부를 다시 일주일 동안 플루오로인산염 유리 용융물에 보관하였다. 심지어 일주일 후에도, 용융물에 의한 현저한 파괴작용은 전혀 관찰되지 않았다.

[0075] 게다가, 냉각이 이루어지지 않는 동안의 재료 파괴작용을 시험하기 위해, 용융물 속에 침지되며 냉각되지 않는 질화알루미늄 세라믹 물체를 이용하여 시험하였다. 전술한 유리 용융물에 추가하여, 비소가 없고 알칼리가 없

는 규산알루미늄 유리의 용융물(AF37로 표시됨)을 시험하였다.

[0076] 비소 함유 유리 섬유의 1400 ℃ 고온 용융물에서는 질화알루미늄 [세라믹] 물체에서의 기포 형성 및 용융물의 오버 포밍(over-foaming)과 함께 강한 반응이 관찰되었으며, 이에 따라 15 분 미만이 경과한 이후에는 시험이 중단되었다. 상기 반응은 아마도 비소 함유로 인한 것일 수 있다.

[0077] 양호한 감마 특성이 요구된다면, 본 발명은 이에 따라 특히 비소가 없는 유리 또는 적어도 비소가 적은 유리의 용융물에 적합하다. 본 발명과 관련하여, 비소가 적은 유리란 As_2O_3 함량이 0.25 중량% 미만인 유리를 의미한다.

[0078] 냉각되는 세라믹 상에서 결정화 층의 형성이 관찰된다면, 이로 인해 또한 감마 특성이 개선될 수 있는데, 이는 결정화 층이 용융물에 대한 세라믹의 차폐부를 형성하기 때문이다.

[0079] 란탄 붕산염 유리의 1350 ℃ 고온 용융물에서는 반대로 단지 약한 반응만이 관찰되었다. 그러나, 이 경우에는 시험을 위해 사용된 크바르짤 도가니의 강한 파괴작용이 발견되었으며, 이에 따라 이 시험은 약 30 분 이후에 중단되었다. 이는, 본 발명이 또한 어그레시브한 용융물에도 매우 적합함을 입증한 것이다.

[0080] 플루오로인산염 유리의 950 ℃ 고온 용융물에서는 최초에는 반응이 전혀 일어나지 않았다는 것이 자명하였다. 단지 잠시 후에 약간의 기포 형성이 발견되었다. 점진적이고 균일한 분해가 관찰되었다. 이 시험은 대략 150 분 이후에 종료되었다. 따라서, 심지어 질화알루미늄 세라믹이 용융물에 의해 약한 파괴작용을 받을 때에도, 플루오로인산염 유리의 경우에는 질화알루미늄 측벽을 구비한 도가니의 파손 없이 양호한 감마 특성을 얻게 된다.

[0081] 또한, 비소가 없고 알칼리가 없는 알루미노 규산염 유리의 용융물에서 심지어 1600 ℃에서는 유사한 현상을 관찰할 수 있었다. 여기서 또한 약한 기포 형성과 함께 단지 약한 반응이 있었으며, 이에 따라 시험은 조기 중단 없이 약 120 분 후에 종료될 수 있었다.

[0082] 도 4 내지 도 6은 도 1 및 도 2에 도시된 예시적인 실시예의 변형을 나타내며 바닥을 향할수록 도가니 측벽의 둘레가 넓어지는 장치를 이용하여 유리 용융물을 변경하기 위한 방법의 단계를 도시한 것이다. 이 경우에 상기 장치(1)는 개략적인 단면도로서 도시되어 있다. 바닥 요소(7) 및 측벽(4)에서의 냉각 채널은 단순함을 이유로 도시되어 있지 않다. 측벽(4)은, 예컨대 도 1에 도시된 바와 같은 파이프(5) 형태, 또는 도 2에 도시된 바와 같은 플레이트 형상의 요소(6) 형태인 벽 요소로 구성될 수 있다. 도 4에 기초하여 알 수 있는 바와 같이, 측벽(4)은 측벽의 하부 에지(40)를 향할수록 넓어진다. 다시 말하면, 측벽의 둘레는 하부 에지(40)에 위치하는 바닥을 향할수록 넓어진다. 게다가, 바닥 요소(7) 및 측벽(4)은 바닥 요소와 측벽이 분리될 수 있는 방식으로 유지된다.

[0083] 처음에는, 도 4에 도시된 바와 같이, 도가니(10)가 제1 조성의 용융물(11)로 여전히 채워져 있다. 용융물을 변경하기 위해, 처음에는 도 4에 도시되어 있지 않은 유도 코일(3)에 인가되는 유도 전압을 스위치 오프함으로써 용융물(11)을 냉각한다. 필요하다면, 단지 용융물의 잔류분만이 도가니(10)에 여전히 남아있게 되도록 하기 위해 냉각에 앞서 도가니(10)를 비울 수 있다. 이에 따라, 도 4에는, 완전히 채워져 있지 않은 도가니(10)가 또한 도시되어 있다. 비우기 위해, 도 1에 도시된 예에서와 같이, 바닥 요소(7)에 배출구를 마련할 수 있다.

[0084] 다음으로, 도 5에 도시된 바와 같이, 바닥 요소(7) 및 측벽(4)은 수직 방향으로 분리되며 이에 따라 서로 공간적으로 분리된다. 내측 측벽의 질화알루미늄 함유 세라믹 때문에 응고된 용융물이 측벽(4)으로부터 떨어지므로, 상기 용융물은 벽의 내측 측부에 붙지 않고, 바닥 요소(7) 상에 있는 채로 남게 된다. 바닥 요소(7) 상에 있는 용융물(11)은 이제 측부로부터 접근 가능하며 간단한 방식으로 제거될 수 있다.

[0085] 다음으로, 도 6에 도시된 바와 같이, 바닥 요소(7) 및 측벽(4)은 다시 서로 적소에 위치하며, 도가니(10)는 소정 체적, 즉 제2 유리 조성의 고체 용융 충전물(12)로 채워지고, 국지적으로 제2 유리 조성의 용융물(13)이 형성되도록 하기 위해, 예컨대 버너(15)와 같은 보조 가열 수단을 이용하여 도가니를 가열한다. 이때 나머지 체적의 용융 충전물이 녹도록 하기 위해 유도 방식으로 용융물(13)을 추가로 가열한다. 후속하여, 용융 충전물이 연속적으로 또는 배치(batch)식으로 주입되고 연속적으로 배출되는 것인 연속적 용융 작업은 제2 유리 조성을 이용하여 계속된다.

[0086] 본 발명이 전술한 예시적인 실시예로 한정되지 않으며 오히려 이하의 특허 청구범위의 범위 내에서 광범위하게 변형될 수 있음은 당업자에게 명확하다. 특히, 예시적인 실시예의 특징은 또한 서로 조합될 수 있다. 따라서, 예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같이 질화알루미늄 함유 세라믹으로 제조되는 플레이트 형상의 벽 요소는 도 1

에 도시된 예시적인 실시예에 따라 파이프 형상의 벽 요소와 조합될 수 있다.

부호의 설명

[0087] 1 : 용융 장치

3 : 유도 코일

4 : 측벽

5 : 파이프

7 : 바닥 요소

9 : 링

10 : 용융 도가니

11, 13 : 용융물

15 : 버너

21 : 지형부

22 : 단부

23, 24 : 길이방향 보어

25 : 횡단 보어

26 : 플러그

27 : 파이프

50 : 냉각 채널

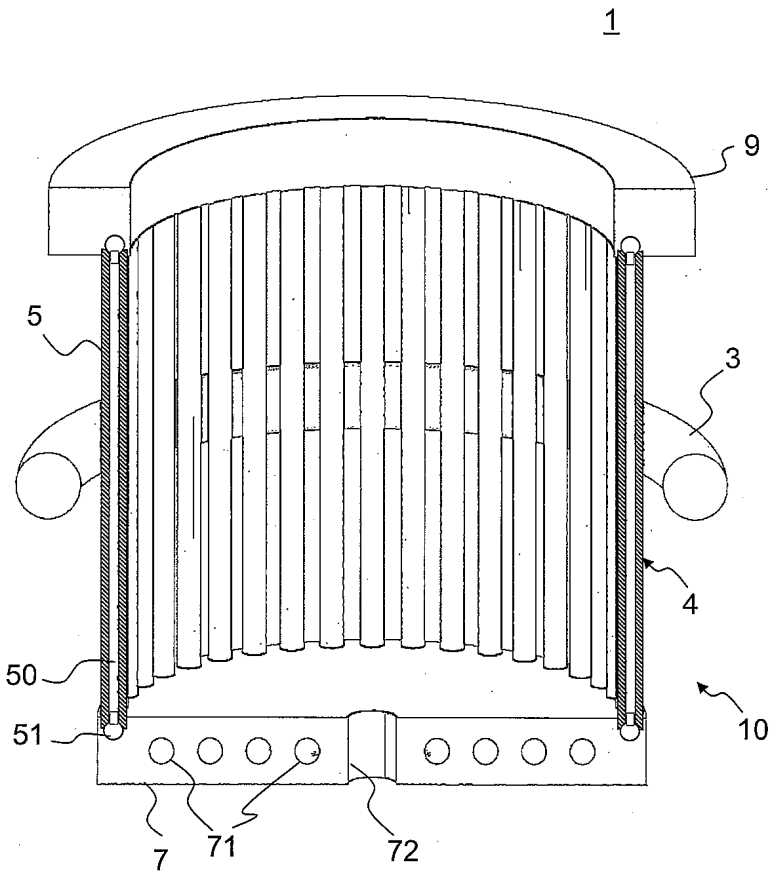
51 : 공급 채널

71 : 냉각 채널

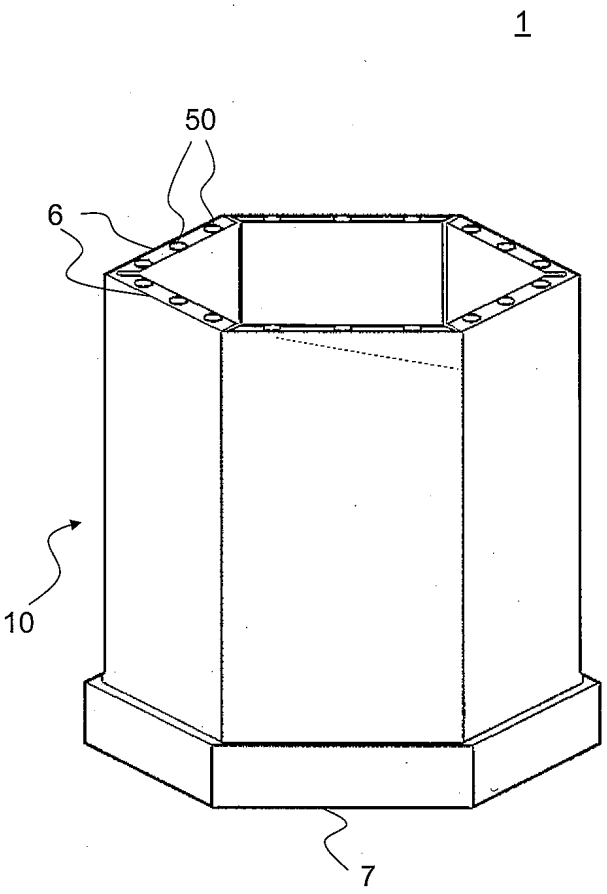
72 : 배출구

도면

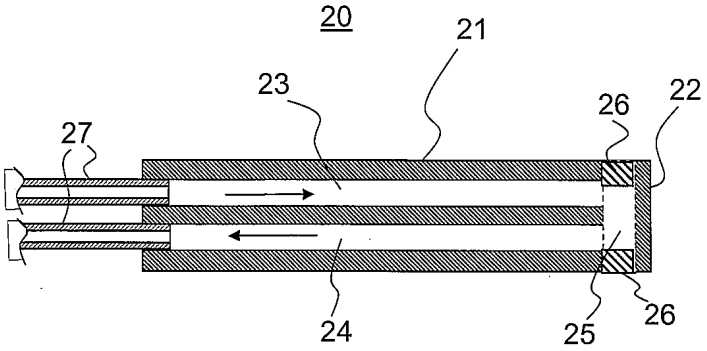
도면1



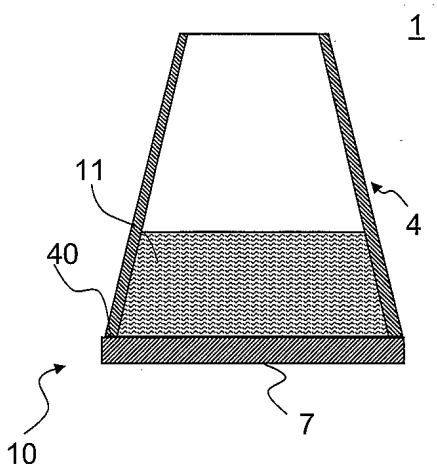
도면2



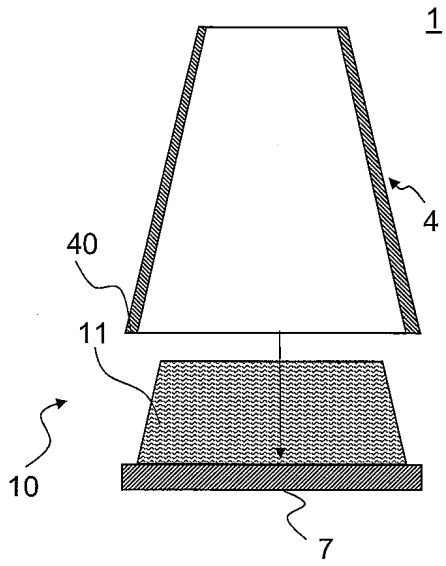
도면3



도면4



도면5



도면6

